RAPPORT

Milieueffectrapport kavel I-B Nederwiek

Windenergiegebied Nederwiek (zuid)

Klant:	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Referentie:	CP3079-IB-RP-260122-0948
Status:	Definitief/2
Datum:	8 juni 2026

Haskoning
Enhancing Society Together

HASKONING INTERNATIONAL B.V.

Amsterdamseweg 13
6814 CM Arnhem
Netherlands
Industry & Buildings
Trade register number: 10145589

Telefoon: +31 (0)88-7663372
E-mail: info@haskoning.com
Website: haskoning.com

Titel document:	Milieueffectrapport kavel I-B Nederwiek
Ondertitel:	Windenergiegebied Nederwiek (zuid)
Referentie:	CP3079-IB-RP-260122-0948
Uw kenmerk	
Status:	Definitief/2
Datum:	8 juni 2026
Projectnaam:	MER Nederwiek kavel I
Projectnummer:	CP3079
Auteur(s):	Tom Herfs
Classificatie:	Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. Haskoning International B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van Haskoning International B.V. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat. Dit document kan zijn opgesteld met behulp van kunstmatige intelligentie (AI); alle door AI gegenereerde inhoud is beoordeeld en gevalideerd door onze experts.

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[1] 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 vastgelegd[2].

De Minister van Klimaat en Groene groei kan een kavelbesluit nemen. Dit gebeurt in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Waterstaat en de Minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur. Voor een kavelbesluit wordt een milieueffectrapport (MER) opgesteld.

Dit document betreft het MER voor kavel I-B in windenergiegebied Nederwiek (zuid) (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:

- de beleidscontext en de aanleiding voor het te nemen kavelbesluit;
- de locatiekeuze voor windenergiegebied Nederwiek;
- de verkaveling binnen windenergiegebied Nederwiek;
- de wijze van effectbeoordeling;
- het resultaat van de effectbeoordeling;
- cumulatie;
- grensoverschrijdende effecten;
- mitigerende maatregelen;
- overwegingen voorkeursalternatief;
- leemten in kennis en informatie;
- monitoring en evaluatie.

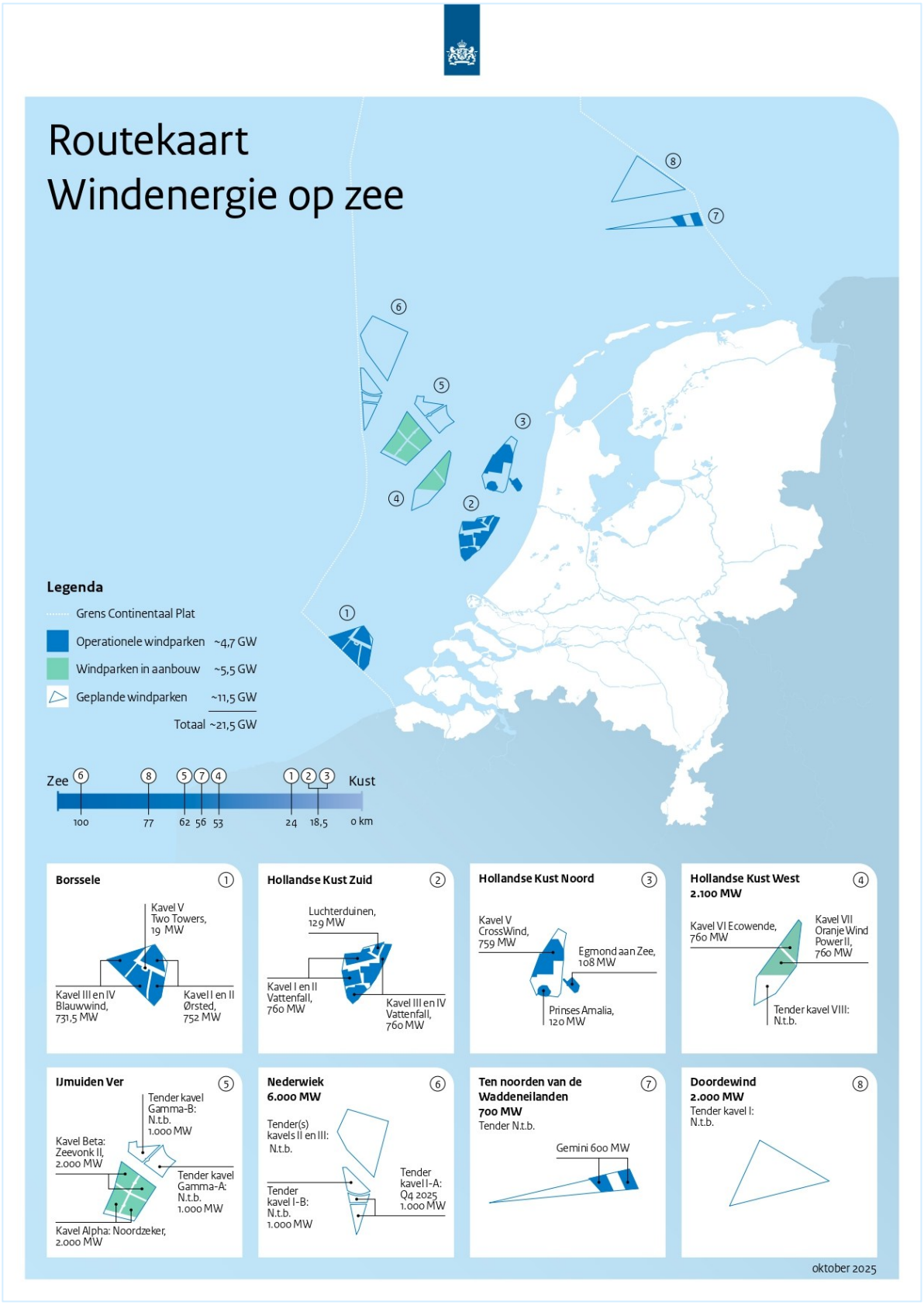
[1] *R.A.A. Jetten, Minister voor Klimaat en Energie, Kamerbrief Aanvullende routekaart windenergie op zee 2030, 10 juni 2022*
[2] *Paragraaf 7.2.3 artikelen 7.33 tot en met 7.45.*

2 Beleidscontext en aanleiding kavels

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 de routekaart moet in 2030 circa 21 GW aan windvermogen op zee operationeel zijn. De routekaart windenergie op zee is weergegeven in figuur S1. Dit MER is opgesteld voor kavel I-B.



Figuur S1 Routekaart Windenergie op zee (oktober 2025)

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 vastgelegd.

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 circa 90 TWh duurzame elektriciteit produceren. Dat komt neer op circa 21 GW geïnstalleerd vermogen. De (aanvullende) routekaart geeft aan in welke aangewezen windenergiegebieden windparken gerealiseerd kunnen worden om tot circa 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[3]. Daarnaast zijn er in PNZ 2022-2027 nieuwe windenergiegebieden aangewezen waaronder Nederwiek.

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 (21 GW) is voor de periode na 2030 nog ruimte nodig voor 17 GW. Deze ruimte is aangewezen in het partieel herziene Programma Noordzee 2022-2027. In deze partiële herziening zijn windenergiegebieden herbevestigd of nieuwe gebieden aangewezen om de 17 GW te kunnen realiseren na 2030.[4]

[3] Er zijn ook windenergiegebieden geschrapt of de grenzen van (aangewezen) windenergiegebieden zijn iets aangescherpt.
[4] De partieel herziene PNZ 2022-2027 is te vinden via: https://noordzeeloket.nl/beleid/programma-noordzee/programma-noordzee-2022-2027/

4 Verkaveling

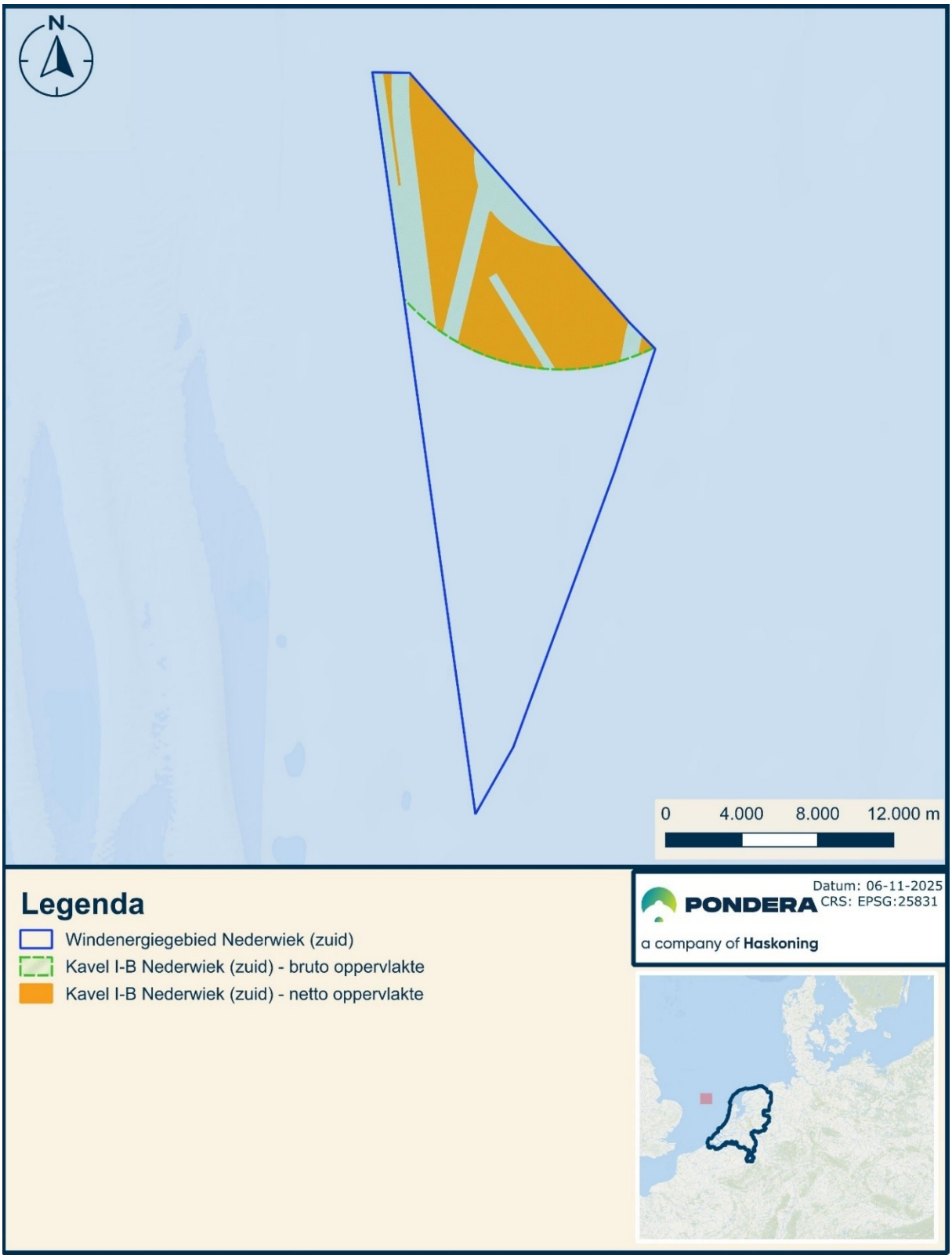
Het aangewezen windenergiegebied Nederwiek ligt in de Nederlandse exclusieve economische zone (EEZ). Het gebied ligt op ongeveer 95-100 kilometer van de kust (circa 51-54 nautische mijl). Nederwiek bestaat uit een noordelijk en zuidelijk deel, van elkaar gescheiden door een (beoogde) clearway voor de scheepvaart. Het volledige windenergiegebied Nederwiek (zuid en noord) heeft een oppervlakte van in totaal 600 km². Het windenergiegebied Nederwiek (zuid) heeft een oppervlakte van ca. 273 km^2. 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.[5]

Binnen het windenergiegebied Nederwiek (zuid) is ruimte voor twee kavels van elk circa 1 GW. Kavel I-B is één van deze kavels. De (maximale) contourbegrenzing van kavel I-B is vastgelegd in het voorbereidingsbesluit van 24 april 2025 in de Staatscourant op grond van artikel 9 Wwoz.[6] Kavel I-B heeft een (netto) oppervlakte van circa 69 km^2.

De verkaveling is tot stand gekomen door rekening te houden met de volgende bestaande en beoogde ruimtelijke belemmeringen:

- bestaande en toekomstige kabels en leidingen
- een 2,5 NM obstakelvrije zone rondom het platform K13-A dat is gelegen in de clearway
- de helikopteraanvliegroute naar het platform van Net op zee Nederwiek 1

[5] *Voor meer informatie over de kenmerken van het gebied, zie de locatiestudies op: https://offshorewind.rvo.nl/page/view/91063764-5eb7-428e-9c6e-e38fcf3adf22/general-information-nederwiek*
[6] *https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2025-14485.html*



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

5 Wijze van effectbeoordeling

5.1 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 Kavel I-B zijnde één windpark met een opgesteld vermogen van 1 tot 1,15 GW, onderzocht. De alternatieven zijn opgebouwd uit een bandbreedte aan verschillende windturbineopstellingen en -types die mogelijk zijn binnen kavel I-B.

Kavel I-B wordt 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, turbinetypes 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 S1 geeft de bandbreedte weer van het MER onderzoek.

Tabel S1 Bandbreedte MER

Onderwerp	Bandbreedte
Totaal opgesteld vermogen kavel	1,0-1,15 GW

Maximaal aantal windturbines	76
Vermogen individuele windturbines	Minimaal 15 MW en maximaal 20 MW
Tiphoogte individuele windturbines	Maximaal 305 meter
Tiplaagte individuele windturbines	Minimaal 25 meter
Rotordiameter individuele windturbines	236 – 280 meter
Maximaal rotoroppervlak[7]	3.509.787 m^2 bij kavels van ca. 1,15 GW (57 windturbines)
Aantal bladen per windturbine	3
Type funderingen	Monopile, multipile, gravity-based structure, suction bucket
Maximaal geluidniveau in geval van heien van fundering (impuls geluid)	Uitgangspunt: 160 tot maximaal 164 dB re 1 μPa^2s 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 μPa^2s SELss (op 750 meter van de geluidsbron)
In geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per windturbine:	
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 tot 3 meter en op diepte gehouden

Tabel S2 geeft de te onderzoeken alternatieven aan. De alternatieven bestaan uit twee basisalternatieven en voor beide basisalternatieven een overplantingscenario van circa 15 procent (115, GW). Deze overplantingsscenario's 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

[7] *Maximale rotoroppervlakte is gebaseerd op 57 windturbines met rotordiameter van 280 m*

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

Tabel S2 Alternatieven

Alternatief	Vermogen windturbine (MW)	Aantal windturbines	Indicatief totaal vermogen (MW)	Maximale rotordiameter (m)	Maximale tiphoogte (m)
Alternatief 1a	15	67	1.005	236	261
Alternatief 1b (15%-overplanting)	15	76	1.140	236	261
Alternatief 2a	20	50	1.000	280	305
Alternatief 2b (15%-overplanting)	20	57	1.140	280	305

5.2 Beoordeling

Om de effecten van de varianten per (milieu)aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een + / - schaal beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie(dat is de huidige situatie en de autonome ontwikkelingen). Hiervoor wordt de volgende beoordelingsschaal gehanteerd, zoals weergegeven in Tabel S3.

In de Passende Beoordeling (PB) 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-B zijn ook cumulatieve effecten van andere windparken en activiteiten beschouwd en zijn tevens mitigerende maatregelen onderzocht.

Tabel S3 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[8]. 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 twee 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.

- 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 twee overplantingsalternatieven van 15 % beschouwd, zoals weergegeven in Tabel S2.

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van het gebruik van een windpark in kavel I- B Nederwiek (zuid) en de inter-array kabels zijn zeer beperkt van omvang. De exploitatie brengt, gedurende de levensduur van het windpark, veranderingen met zich mee die vooral licht negatief zijn beoordeeld. De veranderingen door kavel I-B, 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 de inter-array kabels, 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.

De verwachte veranderingen ten gevolge van het windenergiegebied zijn hetzelfde voor de overplantings- als voor de basisalternatieven. De overplantingsalternatieven leiden marginaal tot grotere effecten. Deze toename van effecten voor de overplantingsalternatieven, vanwege een aantal extra windturbines ten opzichte van de basisalternatieven, is echter dusdanig klein dat de effecten zeer beperkt zijn. Dit heeft geleid tot eenzelfde effectenbeoordeling voor de overplantingsalternatieven als voor de basisalternatieven (Tabel S4).

Tabel S4 Effectbeoordeling morfologie en hydrologie

Criterium (gedurende exploitatie)	Alternatief 1a (67x15 MW)	Alternatief 2a (50x20 MW)	Overplantingsalternatief 1b (15%) (76x15 MW)	Overplantingsalternatief 2b (15%) (57x20 MW)
Golven	0/-	0/-	0/-	0/-

[8] *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 µPa2s SELss op 750 meter onderzocht. Aan deze geluidsnormen kan alleen worden voldaan als er maatregelen getroffen worden bij het heien.*

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

6.2 Vogels en vleermuizen

Voor vogels en vleermuizen zijn de vier alternatieven zoals beschreven in Tabel 12-10 onderzocht. De alternatieven 1a/b (67 tot 76 windturbines x 15 MW) leiden tot enkele tientallen tot honderdtal vogelslachtoffers meer dan de alternatieven 2a/b (50 tot 57 windturbines x 20 MW). Op basis van de huidige kennis wordt verwacht dat de alternatieven 1a/b met meer en kleinere windturbines een groter aantal vleermuisslachtoffers oplevert (naar schatting max. 76) dan alternatieven 2a/b (naar schatting max. 57). 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 windturbines. De complete effectbeoordeling is samengevat (Tabel 12-2).

Ten behoeve van het te nemen kavelbesluit is er ook een passende beoordeling opgesteld. Daaruit blijkt het volgende:

- Effecten door aanvaringen en habitatverlies op niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden die kavel I-B buiten het broedseizoen gebruiken, kunnen niet volledig worden uitgesloten. Significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van deze niet-broedvogels zijn wel uit te sluiten.
- Significant negatieve effecten van kavel I-B 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-B is maximaal 0,03%, 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 door aanvaringen op enkele soorten trekvogels uit Natura 2000-gebieden tijdens de seizoenstrek kunnen niet worden uitgesloten. Significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van deze trekvogels zijn wel uit te sluiten.

Tabel S5 Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels en vleermuizen.

Effect/activiteit	**Alternatief 1a** (67x**15 MW**)	**Alternatief 1b** (76x**15 MW**)	**Alternatief 2a** (50x**20 MW**)	**Alternatief** 2b (57x**20 MW**)
Aanlegfase				
Vogels				
Aanleg windturbines	0/-	0/-	0/-	0/-

Toename scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-
Vleermuizen				
Aanleg windturbines	0	0	0	0
Toename scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+
Gebruiksfase				
Vogels				
Lokale zeevogels				
aanvaringen	--	--	-	-
barrièrewerking	0	0	0	0
habitatverlies	-	-	-	-
indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-
Broedende (kolonie) vogels				
aanvaringen	-	-	-	-
barrièrewerking	0	0	0	0
habitatverlies	-	-	-	-
indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-
Niet-broedvogels uit Natura 2000				
aanvaringen	-	-	-	-
barrièrewerking	0	0	0	0
habitatverlies	0	0	0	0
indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-
Trekvogels				
aanvaringen	--	--	-	-
barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-
habitatverlies	0	0	0	0
indirecte effecten	0	0	0	0
Vleermuizen				
Aanvaringen	-	-	-	-
Barrièrewerking	0	0	0	0
Habitatverlies	0	0	0	0
Indirecte effecten	-	-	-	-
Verwijderingsfase				

Vogels				
Verwijdering windturbines	0/-	0/-	0/-	0/-
Toename scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-
Vleermuizen				
Verwijdering windturbines	0	0	0	0
Toename scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+

6.3 Onderwaterleven

Vissen en benthos

De effecten op benthos (bodemdieren) en vissen zijn klein van omvang en soms zelfs licht positief (zie Tabel 12-3). Voor benthos en vissen leiden de verschillende alternatieven (zie Tabel S2) niet tot onderscheid in de effectbeoordelingen. Voor benthos en vissen is een negatieve beoordeling gegeven voor habitatdestructie door bodemberoering tijdens de aanleg.

Voor vissen met een sterk demersale levenswijze geldt dat individuen geschaad kunnen worden doordat de zachte bodemstructuur wordt vervangen door een harde bodemstructuur ter plaatse van de windturbinefunderingen, erosiebescherming bestortingen en inter-array kabels. 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 door bodemberoering worden daarom als licht negatief beoordeeld.

Voor benthos geldt dat het areaal aan bodem dat beïnvloed zal worden in het plangebied verwaarloosbaar is 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 door bodemberoering licht negatief beoordeeld.

Er zijn geen langdurige meetreeksen beschikbaar, maar uit bestaande studies blijkt dat heigeluid bij de aanleg van windparken doorgaans weinig effect heeft op vis. Alleen op zeer korte afstand van de bron van het heigeluid bestaat een risico op sterfte. Wetenschappelijke veldstudies tonen tot nu toe geen directe of indirecte vissterfte aan door heiwerkzaamheden, al blijft onderzoek naar soorten met een gesloten zwemblaas en naar het effect van particle motion beperkt. Daarom worden de effecten van onderwatergeluid tijdens de aanlegfase als licht negatief beoordeeld, terwijl schadelijke effecten van trillingen zelf onwaarschijnlijk worden geacht.

De effecten van elektromagnetische velden (EMV) op vissen en benthos zijn nog grotendeels onzeker, al wordt verwacht dat vooral haaien, roggen en bepaalde trekvissen gevoelig kunnen zijn vanwege hun gebruik van elektroreceptie en het aardmagnetisch veld. Eventuele effecten (bijvoorbeeld

gedragsverandering) zullen zich waarschijnlijk beperken tot de directe omgeving van inter-array kabels. Tot dusver is er nog geen bewijs dat er significant biologisch schadelijke gevolgen optreden (bijvoorbeeld sterfte). Er is nog een kennisleemte over de precieze effecten van EMV. Daarom wordt het effect van EMV, met name door de kennisleemtes, als licht negatief beoordeeld.

Alle andere effecten zijn neutraal of zelfs licht positief beoordeeld (zie Tabel 12-3).

Tabel S6 Effectbeoordeling benthos en vissen

Fase	Effecten windpark	Benthos	Vissen
Aanleg	Geluid door heien	0	0/-
	Vertroebeling door bodemberoering	0	0
	Habitatdestructie door bodemberoering	0/-	0/-
Exploitatie	Continu geluid	N.v.t.	0
	Aanwezigheid hard substraat	0/+	0/+
	Uitsluiting van sleepnetvisserij	0/+	0
	EMV door kabels	0/-	0/-
Verwijdering	Verwijdering hard substraat[9]	0	0

Zeezoogdieren
Voor alle alternatieven geldt dat het aantal dagen waarop bruinvissen en zeehonden worden verstoord (dierverstoringsdagen) in dit MER voor kavel I-B lager ligt dan de berekende aantallen dierverstoringsdagen die zijn berekend voor kavel I-B in KEC 5.0. Zolang de berekende aantallen dierverstoringsdagen in KEC 5.0 niet wordt overschreden wordt automatisch voldaan aan 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.

Daarom kan worden gesteld dat bij toepassing geluidnorm van SELss = 164 dB re 1 µPa2s (750 m) de Gunstige Staat van Instandhouding voor bruinvissen en zeehonden op voorhand niet in het geding is. Wat betreft het aantal dierverstoringsdagen door impulsief geluid tijdens de aanleg worden de effecten van alle alternatieven als licht negatief beoordeeld. Wel resulteert alternatief 2a en 2b in minder dierverstoringsdagen ten opzichte van alternatief 1a en 1b, vanwege het lagere aantal windturbines.

Alle andere effecten in Tabel 12-4, naast dierverstoringsdagen, tijdens de aanleg en exploitatie zijn voor elk alternatief neutraal beoordeeld.

De effecten op zeezoogdieren tijdens de verwijdering van het windpark zijn niet onderzocht. De effecten tijdens de verwijdering worden beschouwd als gelijk of kleiner dan de effecten die ontstaan tijdens de aanleg van een windpark. Daarom zijn de effectscores (*worst-case)* van verwijdering gelijk aan de aanleg.

[9] *In het MER is de verwijdering ook negatief (-) beoordeeld ten opzichte van de nieuwe situatie, namelijk de nieuw gevestigde benthosgemeenschap aan het harde substraat want deze wordt dan verwijderd wat negatief is voor de benthosgemeenschap op de Noordzee.*

Tabel S7 Effectbeoordeling zeezoogdieren

Fase / effect	Alternatief 1a (67x15 MW)	Alternatief 1b (76x15 MW)	Alternatief 2a (50x20 MW)	Alternatief 2b (57x20 MW)
Aanleg				
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid): *Bruinvissen* *Gewone zeehond* *Grijze Zeehond*	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0
Exploitatie				
Verstoring door schepen en windturbines (continu geluid)	0	0	0	0
Aanwezigheid hard substraat	0	0	0	0
Verbod bodemberoerende visserij	0	0	0	0
Verwijdering				
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid): *Bruinvissen* *Gewone Zeehond* *Grijze Zeehond*	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0

6.4 Scheepvaartveiligheid

De totale aanvaring- en aandrijffrequentie voor kavel I-B is 0,0187, wat neerkomt op één aanvaring of aandrijving per 53 jaar. Vanwege deze kans op aanvaring en/of aandrijving met een windturbine wordt dit deelaspect negatief beoordeeld. Immers is er in de huidige situatie geen kans op een aanvaring of aandrijving met een windturbine in het windpark van kavel I-B.
Voor kavel I-B is het verwachtte aantal doden per jaar (een vorm van gevolgschade) door een aanvaring of aandrijving met een windturbine 0,006583. Een andere vorm van gevolgschade is schade aan het schip of aan de windturbine. In 47,6% van de aanvaringen of aandrijvingen is er sprake van schade aan de scheepshuid of sprake van de gondel of mast op het schip valt. In 74% van de aanvaringen of aandrijvingen zal er schade aan de windturbine optreden doordat deze omvalt of scheef gaat staan. Het effect gevolgschade licht negatief beoordeeld, omdat er een verwacht aantal doden per jaar door een aanvaring zijn en er sprake kan zijn van schade aan het schip of windturbine. Echter zijn de inschattingen wel (zeer) conservatief van aard (met name bij de kans op doden).

Voor kavel I-B geldt dat, gelet op de verschillende verkeerroutes en verkeersstromen rond het windpark, er weinig tot geen situaties zijn waarbij de kavel de zichtlijnen beïnvloedt. Er zijn daarmee goede uitwijkmogelijkheden en dit wordt dan ook neutraal beoordeeld.

De effectenbeoordeling van het thema scheepvaartveiligheid is weergegeven in Tabel 12-5. Voor scheepvaartveiligheid is het worst-case alternatief (alternatief 1b, 15%-overplanting) de opstelling van 76 windturbines van 15 MW. Bij een lager aantal windturbines, de andere alternatieven, in de kavel zullen de effecten altijd minder negatief uitvallen.

Tabel S8 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-B geldt dat de windturbines 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 S9 Effectbeoordeling landschap

Beoordelingscriterium	Beoordeling
Zichtbaarheid in percentage van de tijd	0

6.6 Overige gebuiksfuncties

De effectbeoordelingen voor de diverse alternatieven 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 zijn (zie Tabel 12-7). 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 S10 Effectbeoordeling overige gebruiksfuncties

Onderwerp	Beoordelingscriterium	Effectscore
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. Er is een licht negatief effect op de mijnbouw omdat 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 routering van de parkbekabeling en de selectie van windturbineposities.

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-B 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 en vermeden emissies

In eerdere MER's is gebleken dat voor de elektriciteitsopbrengst het verschil of 1 GW aan opgesteld vermogen wordt gehaald met een hoger aantal kleinere turbines (67 x 15 MW = 1.005 MW), of met een kleiner aantal grotere turbines (50 x 20 MW = 1.000 MW), beperkt is. De effectbeoordeling is dan ook gelijk voor beide alternatieven. Voor het thema elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies is daarom gekeken naar het verschil tussen de scenario's met en zonder overplanting van 15% bij de plaatsing van 15 MW windturbines (alternatieven 1a en 1b (zie Tabel 12-8)). Het overplantingsalternatief met 76 x 15 MW windturbines geeft een iets grotere elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie. Dit geeft echter geen verschil in de effectbeoordeling. De effecten op de deelaspecten elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie worden voor de twee alternatieven zeer positief (++) beoordeeld (zie Tabel 12-8).

Tabel S11 Overzicht effectbeoordelingen Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

Deelaspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling alternatief 1a¨(67 x 15 MW)	Effectbeoordeling alternatief 1b (76 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. Voor cumulatieve effecten op vogels is er gebruik gemaakt 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 S12 Relevante cumulatieve effecten en gevolgen

Aspect	Relevante cumulatieve effecten

Morfologie en hydrodynamica	Uit recente studies is gebleken dat zeer grootschalige ontwikkeling van windenergie op de Noordzee effect kan hebben op (het mengen van) de stratificatie, de waterbeweging en morfologie. Kwantificering van de effecten dient in nadere studies verder bepaald te worden. Echter is te verwachten op basis van modelstudies waarin een scenario geschetst wordt voor 2050 waarin het grootste deel van de zuidelijke en centrale Noordzee (schaal: honderden vierkante kilometers) in zekere mate effecten zal ervaren van cumulatie door de toenemende hoeveelheid aan (geplande) windparken op zee. De effecten die optreden beïnvloeden vervolgens onder andere de hydrodynamica, stratificatie en de troebelheid. Zo kan het stratificatieregime (seizoenaal of permanent of sporadisch gestratificeerd) veranderen ten opzichte van de huidige (natuurlijke) situatie doordat er meer verticale menging plaatsvindt. Bovendien worden de stromingen en daarmee residuele stroming beïnvloed wat effecten heeft op de langdurige sediment transporten. Uit de effectbeschrijving voor kavel I-B (zie paragraaf 6.1) blijkt dat er geen wezenlijke effecten optreden. Alle effecten zijn daarmee verwaarloosbaar en treden slechts zeer lokaal op. Daarnaast zijn ook de effecten tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering zeer tijdelijk.
Vogels en vleermuizen	<u>Vogels</u> Significant negatieve effecten in cumulatie kunnen voor alle zeevogel- en trekvogelsoorten uitgesloten worden. Wel zijn er in de cumulatieve effectbeoordeling overschrijdingen van de ALI-drempelwaarden geconstateerd onder de jan-van-gent en de zeekoet ten gevolge van respectievelijk aanvaringen en habitatverlies. De huidige Staat van Instandhouding is gunstig voor beide soorten en de populatietrend matig toenemend voor de jan-van-gent en positief voor de zeekoet. Daarom kunnen, op basis van de huidige inzichten significante negatieve effecten op de jan-van-gent en zeekoet uitgesloten worden. Let wel, gezien de effecten van vogelgriep in 2022 onder de jan-van-gent moeten de populatie-ontwikkelingen van deze soort bijzonder kritisch gevolgd worden. De populatie laat de eerste signalen zien van herstel en daarom blijft de huidige Staat van Instandhouding gunstig. <u>Vleermuizen</u> 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, is niet goed bekend. Volgens de gebruikte rekenmethode komt het aantal slachtoffers in cumulatie onder de ruige dwergvleermuis wel boven de gebruikte toetswaarde. Hierbij geldt dat door de kennisleemte er sprake is van een opeenstapeling van worst-case benaderingen die effect hoogst waarschijnlijk overschat.
Onderwaterleven	<u>Benthos en vissen</u> De toename van het aantal windturbines en funderingen zou kunnen leiden tot verandering in stroming, stratificatie of primaire productie wat kan doorwerken op bodemdieren. Ook is het mogelijk dat de harde ondergrond van erosiebescherming en windturbinepalen de kolonisatie van exoten faciliteert. Er is echter (op dit moment) niet genoeg informatie beschikbaar om deze effecten te kunnen inschatten. <u>Zeezoogdieren</u> Bij toepassing van de geluidnormen in de vastgestelde kavelbesluiten en toepassing van 164 dB re 1 mPa^2s op 750 meter van de geluidsbron voor kavel Nederwiek I-B en overige toekomstige windparken in de Nederlandse Noordzee,

	zal verstoring noch bij zeehonden noch bij bruinvissen leiden tot significante cumulatieve effecten.
Scheepvaartveiligheid	In de afgelopen jaren zijn er verschillende onderzoeken uitgevoerd naar de cumulatieve effecten van de bouw van windparken op de Noordzee (zie Hoofdstuk 8 en Bijlage 6). Hieruit blijkt (waarbij aangenomen is dat er geen doorvaart in windparken zal plaatsvinden) dat de totale verwachte aanvaring- en aandrijffrequentie (met een windturbine) 0,56 per jaar is. Dit staat gelijk aan eens in de 1,8 jaar. Wanneer er versneld wind op zee wordt gerealiseerd dan loopt deze frequentie op naar 0,987. Dit staat gelijk aan eens in de 1,0 jaar. Doordat de cumulatie onderzoeken integraal zijn meegenomen in de berekeningen van kavel I-B (zie Bijlage 6), zijn cumulatieve effecten niet apart beschouwd. Daarnaast geldt dat door de ligging van windenergiegebied Nederwiek ten opzichte van de bestaande vaarbanen de aanleg van winparken in windenergiegebied Nederwiek niet tot nauwelijks invloed heeft op de route structuur op de Noordzee.
Landschap	Een windpark in kavel I-B is niet zichtbaar vanaf de kust. Er is dan ook geen sprake van cumulatieve effecten.
Overige gebruiksfuncties	<u>Visserij</u> Bij de komst van meer windparken op zee neemt het totale ruimtebeslag toe. (Hierbij wordt ervan uitgegaan dat alle (toekomstige) windparken op zee worden uitgesloten voor de visserij.) Hierdoor wordt een groter gebied gesloten voor de visserij. Het toekomstig 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 vergroot 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. <u>Archeologie en OO</u> Met een groter aantal turbines op de Noordzee wordt ook de kans groter dat archeologisch resten worden aangetast, of OO worden aangetroffen. Met de realisatie van de windturbines in kavel I-B wordt deze kans dus vergroot, al zijn er goede mitigerende maatregelen beschikbaar.
Elektriciteitsopbrengst	Door de toename van windparken op de Noordzee nemen de mogelijke zog-effecten toe. Voor kavel I-B zijn de zogverliezen met 5,0 %-punt toegenomen van 15,0 tot 20,0 % (voor de opstelling met 67 turbines) bij verdere invulling van windenergiegebieden op de Nederlandse en Britse Noordzee, en de netto elektriciteitsopbrengst neemt af met 5,56% van 4.162 GWh/j tot 3.930 GWh/j. De hoeveelheid vermeden emissie neemt hierdoor ook af met 5,56 %.

8 Grensoverschrijdende effecten

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

8.1 Vogels

8.1.1 Broedvogels

Kavel I-B 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-B. Het blijkt dat bijvoorbeeld individuen uit kolonies van jan-van-genten in theorie windenergiebied Nederwiek wel kunnen bereiken, maar verwacht mag worden dat vliegbewegingen door kavel I-B incidenteel zullen zijn en er derhalve geen significant negatieve effecten worden verwacht voor beschermde kolonies.

8.1.2 Niet-broedvogels

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

8.1.3 Trekvogels

Voor de acht meest kritieke trekvogelsoorten zijn in het kader van de KEC 5.0 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

De westzijde van kavel I-B 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 en heeft een oppervlakte van 36.951 km^2. De overlap van de verstoringscontour met de SAC bedraagt maximaal circa 800 km^2 als van de geluidnorm van SELss = 164 dB re 1 μPa^{2}s (750 m) wordt uitgegaan. Dit is de overlap wanneer er in windenergiegebied Nederwiek (zuid) 2 GW aan windparken wordt gerealiseerd. In dat geval is dit 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[10]. Grensoverschrijdende 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-B 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 12-12 zijn de mogelijke mitigerende maatregelen samengevat. In het kabelbesluit wordt besloten welke maatregelen voorgeschreven worden. Daarbij wordt integraal naar de maatregelen gekeken en wordt de effectiviteit van de maatregelen ook afgezet tegen de eventuele nadelen, zoals bijvoorbeeld meerkosten voor de bouw (bij bijvoorbeeld tiplaagteverhoging). Maatregelen kunnen ook voordeel voor het ene aspect hebben en weer nadelen voor het andere aspect. Zo is er vanuit ecologie

[10] *https://data.jncc.gov.uk/data/206f2222-5c2b-4312-99ba-d59dfd1dec1d/SouthernNorthSea-conservation-advice.pdf*

een voorkeur om grotere windturbines (tot 20 MW) te plaatsen in plaats van meer ‘kleinere’ (tot 15 MW), maar levert dat wel meer bodemberoering op. Een ander voorbeeld is het toestaan van overplanting (tot 15% meer vermogen), waardoor er meer duurzame elektriciteit wordt opgewekt, maar er ook meer vogelslachtoffers zijn te verwachten.

Tabel S13 Mogelijke mitigerende maatregelen

Aspect	Effect	Mogelijke mitigerende maatregelen
Vogels en vleermuizen	Verstoring (aanlegfase)	Bouwen in periodes wanneer er weinig verstoringsgevoelige soorten aanwezig zijn. Minimale verlichting op schepen toepassen, met een ‘vogelvriendelijke’ kleur.
	Verstoring en slachtoffers (gebruiksfase)	Minimale verlichting op schepen toepassen, met een ‘vogelvriendelijke’ kleur Aanbrengen van reflectors, lasers en akoestische waarschuwingssignalen om vogels te ‘verjagen’ om aanvaringsslachtoffers te verminderen. Stilzetten windturbines bij bepaalde weersomstandigheden in combinatie met gesignaleerde trekpieken. Voor vleermuizen geldt verlaag de draaisnelheid van de rotorbladen gedurende de momenten waarop veel vleermuizen te verwachten zijn in het windpark. Dit kan in combinatie met de ontwikkeling van vleermuisdetectietechnologie. Installeer een zo klein mogelijk aantal grote windturbines in plaats van groter aantal kleinere windturbines. Door slim plannen van onderhoudswerkzaamheden, wanneer windturbines stil worden gezet, kunnen slachtoffers worden voorkomen (denk aan periodes met verhoogde vogelactiviteit) Verhogen van de tiplaagte: het verhogen van de tiplaagte tot 35 meter resulteerde in modelberekeningen (uitgevoerd voor Nederwiek I-A) in een relatieve vermindering van het aantal zeevogelslachtoffers variërend van circa 20% (bij grote mantelmeeuwen) tot circa 60% (bij drieteenmeeuwen), al gaat het in het geval van Nederwiek I-B om een absolute reductie van enkele slachtoffers. Dit patroon gold zowel voor turbines met een lager (15 MW) als met een hoger (20 MW) vermogen. Er bestaan echter nog geen onderzoeksdata die dit effect in de praktijk hebben aangetoond. De eerste projecten om dit te testen lopen wel. Ook heeft het effect op de kosten van de benodigde (zwaardere) fundering.
	Verstoring (verwijderingsfase)	Slopen in een periode dat er weinig verstoringsgevoelige soorten aanwezig zijn en een verwijderingsmethode toe te passen met relatief minder geluidsproductie.

		Minimale verlichting op schepen toepassen, met een ‘vogelvriendelijke’ kleur.
Onderwaterleven	Verstoring en habitatdestructie (aanlegfase)	<u>Benthos en vissen</u> Gebruik een zo klein mogelijke fundering om verstoring en habitatdestructie tijdens de aanlegfase te verminderen. Tegelijk biedt een grotere fundering meer hardsubstraat, wat juist in de gebruiksfase tot positieve effecten leidt. Ontzien van locaties met biogene riffen. Gebruik alternatieve funderingstechnieken anders dan heien. <u>Zeezoogdieren</u> Gebruik geluiddempende maatregelen (heimantels, bellenschermen e.d.). Gebruik afschrikmiddelen (slow/soft start of Acoustic Deterrent Devices). Kies voor de meest ondiepe locaties in het plangebied. Kies voor een klein aantal, relatief grote windturbines in plaats van meerdere kleinere. Voer de heiwerkzaamheden uit in een periode met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren. Gebruik alternatieve funderingstechnieken anders dan heien.
	Verstoring en habitatdestructie (verwijderingsfase)	<u>Benthos en vissen</u> Er kunnen alternatieve, biologisch afbreekbare materialen worden gebruikt voor erosiebescherming die tijdens de gebruiksfase van het windpark voldoende bescherming bieden en daarna kunnen blijven liggen. Deze materialen breken geleidelijk af en kunnen op lange termijn een gunstige functie hebben voor benthos en vis.
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.
	Ontplofbare oorlogsresten	Er is nader onderzoek benodigd om ontplofbare oorlogsresten op te sporen en deze vervolgens (eventueel) 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

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.

Er zijn geen aspecten in dit MER die de beschouwde bandbreedte inperken. Wel is het vanuit milieuperspectief gunstig om grotere windturbines (tot 20 MW) toe te passen, omdat je met minder windturbines de opgave van 1 GW voor kavel I-B kan invullen met minder effecten op ecologie en scheepvaart.

Een aantal maatregelen is nodig om cumulatieve effecten op vogels, vleermuizen en bruinvissen te beperken of om de gunstige staat van instandhouding te kunnen garanderen of te voldoen aan de zorgplicht. Het gaat om bijvoorbeeld een stilstandvoorziening bij vogeltrek (zorgplicht) en vleermuistrek (gunstige staat van instandhouding) en het voldoen aan een geluidsnorm voor onderwatergeluid bij het heien (gunstige staat van instandhouding). 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.

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 vogels, vleermuizen en bruinvissen geborgd te worden.

11 Leemte 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-B 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-B. 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.

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[11].

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

[11] *Voor meer informatie zie de website: https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch.*

12.1.1 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 km^2.

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[12].

Tabel S14 MOSWOZ thema's

Thema	Uitleg thema
Hydro/Meteo	Analyseren of er hydrodynamische of meteorologische effecten zijn die voor scheepvaartveiligheid relevant zijn in de omgeving van windparken.
Aanvaringen	Analyseren 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.

[12] *Voor meer informatie zie de website: https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/scheepvaart-moswoz/.*

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[13] 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, Lagelander 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 farms[14].

The Minister of Climate and Green Growth can issue a Wind Farm Site Decision. This is done in agreement with the Minister of Infrastructure and Water Management 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-B in Wind Farm Zone Nederwiek (zuid) (see Figure S1). The Environmental Impact Assessment describes the environmental effects that occur during the construction, operation and removal of windturbines 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.

[13] *R.A.A. Jetten, Minister for Climate and Energy, Parliamentary Paper Additional Offshore Wind Energy Roadmap 2030, 21 June 2022*
[14] *Paragraph 7.2.3 articles 7.33 up to and including 7.45.*

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:

- 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 the roadmap, approximately 21 GW of offshore wind capacity should be operational by 2030. The offshore wind roadmap is shown in Figure S1. This EIA has been prepared for Site I-B.

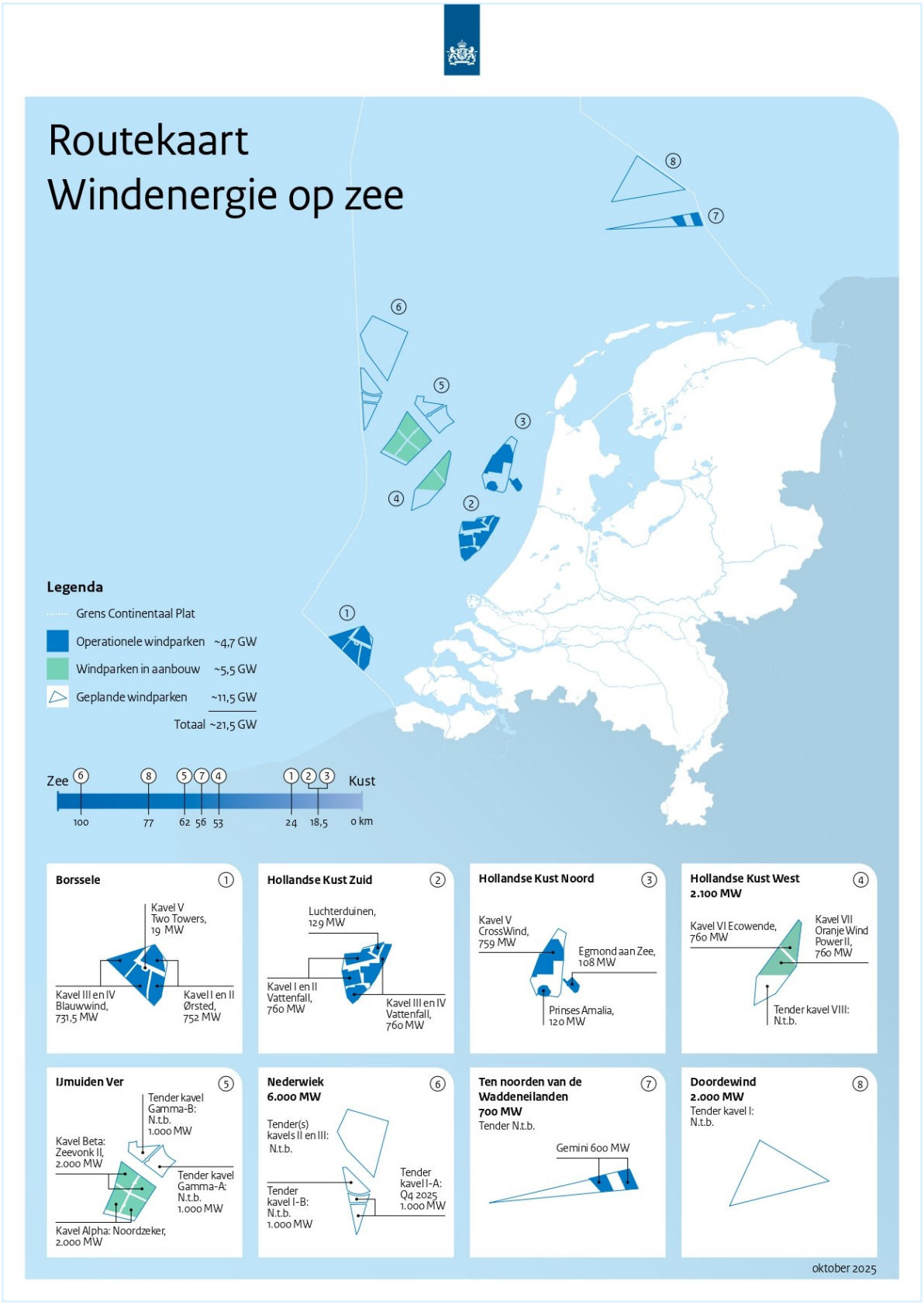


Figure S1 Offshore wind energy roadmap (October 2025)

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 been established yet.

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 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 zones[15]. In addition, new wind energy zones have been designated in PNZ 2022-2027, including Nederwiek.

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 (21 GW), space for 17 GW is still needed for the period after 2030. This space has been designated in the partially revised North Sea Programme 2022-2027. In this Partial Revision, existing Wind Farm Zones have been reconfirmed or new zones have been designated in order to achive de 17 GW target after 2030.

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 Fram Zone Nederwiek (south and north) has an approximate area of 600 km². The area of the Nederwiek (south) Zone is approximately 273 km^2. 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 LAT[16].

Within the Nederwiek (south) Wind Farm Zone, there is space for two sites, each with a capacity of approximately 1GW. Site I-B is on of these sites. The (maximum) boundary of site I-B is set out in the preparatory decision of 24 April 2025 in the National Gazette, pursuant to section 9 of the Offshore Wind Energy Act. Site I-B has a (net) area of approximately 69 km^2.

The site subdivision process has been drawn up taking into account the following existing and planned spatial constraints:

- Existing and planned cables and pipelines;
- A 2.5NM obstacle-free zone around the K13-A platform, which is located within the clearway;

[15] *Some Wind Farm Zones have been dropped or the boundaries of (designated) Wind Farm Zones have been defined more specifically.*
[16] *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-e38fcf3adf22/general-information-nederwiek*

- The helicopter approach route to the Net op Zee Nederwiek I platform.

De verkaveling is tot stand gekomen door rekening te houden met de volgende bestaande en beoogde ruimtelijke belemmeringen:

- bestaande en toekomstige kabels en leidingen
- een 2,5 NM obstakelvrije zone rondom het platform K13-A dat is gelegen in de clearway
- de helikopteraanvliegroute naar het platform van Net op zee Nederwiek 1

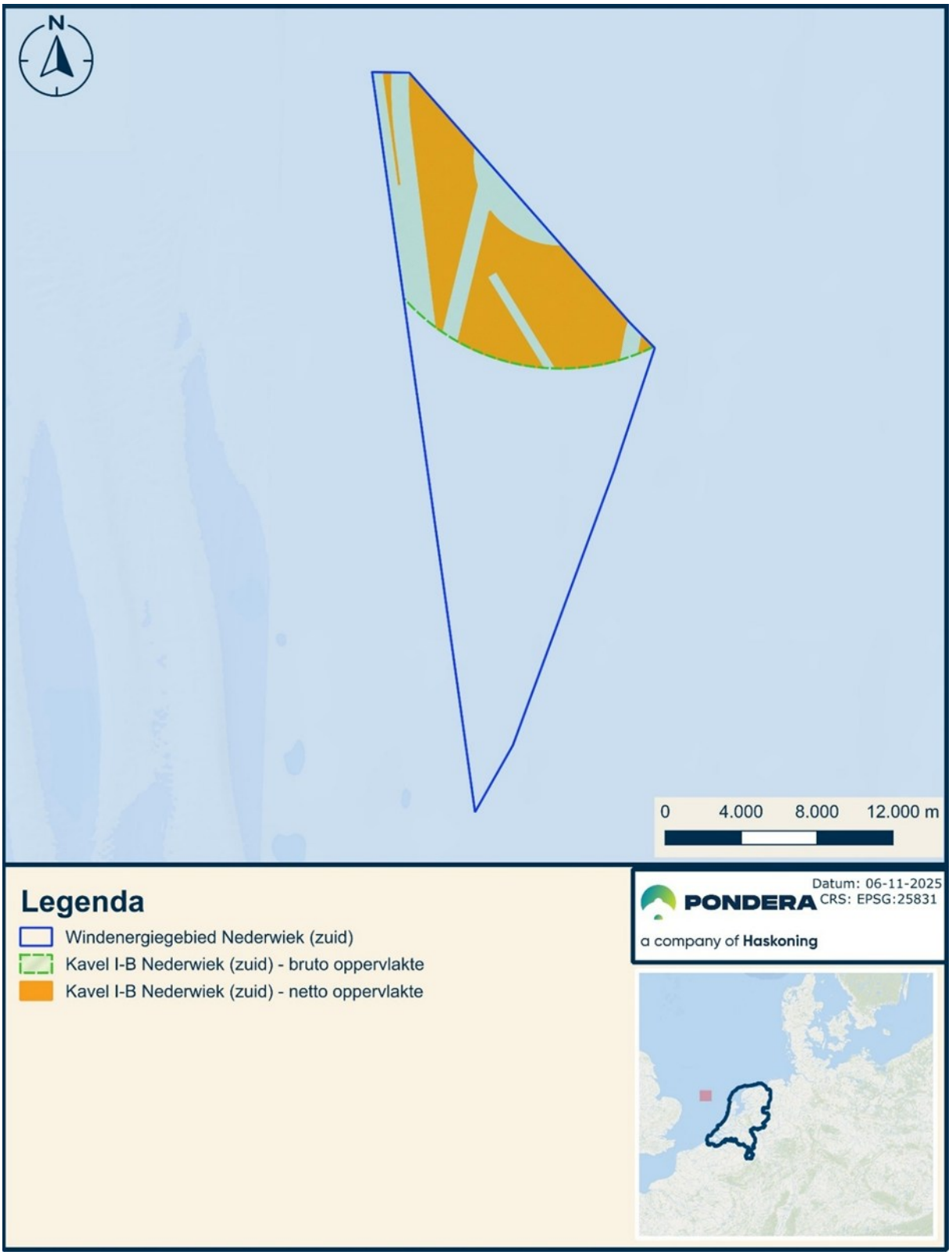


Figure S2 Location of Wind Farm Zone Nederwiek and site subdivision of Nederwiek (south)

5 Method of impact Assessment

5.1 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-B is issued with the possibility fort he 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 indicationof 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 S1). 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 S1 Bandwidth EIA

Subject	Bandwidth
Installed capacity site	1,0 – 1,15 GW
Maximum number of turbines	76

Power of individual wind turbines	Minimum 20 MW, maximum 20 MW
Tip height (top) individual wind turbines	Maximum 305 meter
Tip height (bottom) individual wind turbines	Minimum 25 meter
Rotor diameter individual wind turbines	236 – 280 meter
Maximum rotor area[17]	3.509.787 m^2 across sites of approximately 1,15 GW (57 windturbines)
Number of blades per wind turbine	3
Type of foundations	Monopile, multipile, gravity based structure, suction bucket
Maximum noise level (in case of pile driving)	Premise: 160 to a maximum of 164 dB re 1 μPa^2s SELss (at 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 μPa^2s SELss (at 750 metres 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 – 3 metres

Table S2 shows the alternatives to be assessed. The alternatives consist out of two baseline alternatives, and for both baseline alternatives an overplanting scenario of approximately 15 percent (1,15 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.

[17] *The maximum rotor area is based on 57 wind turbines with a rotor diameter of 280 m.*

Table S2 Alternatives

Alternative	Capacity wind turbine (MW)	Number of wind turbines	Approximate total capacity (MW)	Maximum rotor diameter (m)	Maximum tip height (m)
Alternative 1a	15	67	1.005	236	261
Alternative 1b (15%-overplanting)	15	76	1.140	236	261
Alternative 2a	20	50	1.000	280	305
Alternative 2b (15%-overplanting)	20	57	1.140	280	305

5.2 Assessment

To compare the effects of the alternatives for each environmental aspect, they are assessed on a +/- scale compared to the baseline alternative (which is the current situation and autonomous developments). The following rating scale is used for this purpose, as shown in Table S3.

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-B Nederwiek (south), cumulative effects of other wind farms and activities have also been considered, as well as mitigating measures.

Table S3 Assessment methodology

Assessment relative to the baseline alternative (the reference situation)	Score
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 Results 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 measures[18]. 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 S4.

- 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, two overplanting scenarios 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, during the lifespan of the wind farms, brings 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 50 to 67 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 S4).

[18] *For marine life, however, the noise standards from the Ecology and Cumulation Framework 4.0 have been used as a starting point and therefore 164 dB re 1 µPa2s SELss at 750 metres have been assessed. These noise standards can only be met if measures are taken during pile driving.*

Table S4 Impact assessment morphology and hydrology

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

6.2 Birds and bats

Concering birds and bats, the four alternatieves as described in Table S2 have been assessed. Alternatives 1a/b (67 to 76 turbines x 15 MW) result in several tens to hundreds more bird casualties than alternatives 2a/b (50 to 57 turbines x 20 MW). Based on current knowledge, alternatives 1a/b with more and smaller turbines are expected to result in a larger number of bat casualties (estimated max 76) than alternatives 2a/b (estimated max 57). 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 S5.

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-B outside the breeding season, cannot be entirely ruled out. Significant effects concerning the conservation objectives on these non-breeding birds, can be ruled out.
- Significant negative effects of Site I-B 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 in Site I-B is at most 0.03%, and this falls below the 1% natural mortality standard. It can be concluded with certainty that the additional mortality does not affect the attainment of the conservation objectives of the Natura 2000 sites.
- Effects as a result of collision on some species of migratory birds on seasonal migration from Natura 2000 areas cannot be ruled out. Significant effects concerning the conservation objectives on these migratory birds, can be ruled out.

Table S5 Impact assessment birds and bats

Effect/activity	Alternative 1a (67x15 MW)	Alternative 1b (76x15 MW)	Alternative 2a (50x20 MW)	Alternative 2b (57x20 MW)
Construction phase				
Birds				
Aanleg windturbines	0/-	0/-	0/-	0/-
Toename scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-
Bats				
Aanleg windturbines	0	0	0	0
Toename scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+
Operation phase				
Birds				
Local seabirds				
Collisions	--	--	-	-
Barrier effect	0	0	0	0
Habitat loss	-	-	-	-
Indirect effect	0/-	0/-	0/-	0/-
Breeding (colony) birds				
Collisions	-	-	-	-
Barrier effect	0	0	0	0
Habitat loss	-	-	-	-
Indirect effect	0/-	0/-	0/-	0/-
Non breeding birds from Natura 2000				
Collisions	-	-	-	-
Barrier effect	0	0	0	0
Habitat loss	0	0	0	0
Indirect effect	0/-	0/-	0/-	0/-
Migratory birds				
Collisions	--	--	-	-
Barrier effect	0/-	0/-	0/-	0/-
Habitat loss	0	0	0	0
Indirect effect	0	0	0	0

Bats				
Collisions	-	-	-	-
Barrier effect	0	0	0	0
Habitat loss	0	0	0	0
Indirect effect	-	-	-	-
Removal phase				
Birds				
Deconstruction of foundations	0/-	0/-	0/-	0/-
Increased shipping	0/-	0/-	0/-	0/-
Vleermuizen				
Deconstruction of foundations	0	0	0	0
Increased shipping	0/+	0/+	0/+	0/+

6.3 Marine life

Benthos and fish

Impacts on benthic animals and fish are small in magnitude and sometimes even slightly positive (see Table S6). For benthos and fish, the various alternatives (see Table S2) do not result in anay differences in the impact assessment. 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.
For fish with a strongly demersal lifestyle, individuals may be harmed where soft-bottom habitat is replaced by hard substrate at turbine foundations, scour protection and inter-array cables. However, the proportion of the population of relevant (OSPAR) species, such as rays, that may be affected in this way is very small compared to the total population in this part of the North Sea. Moreover, rays are mobile species that can relocate quickly. Therefore, the effects of habitat destruction caused by bottom disturbance are assessed as slightly negative for fish.

For benthos, 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 slightly negatively for all alternatives.

No long-term monitoring series are available, but existing studies indicate that pile-driving noise during wind farm construction generally has little effect on fish. Only at very short distances from the source is there a risk of mortality. Scientific field studies have so far not demonstrated direct or indirect fish mortality

caused by pile-driving, although research on species with a closed swim bladder and on the effects of particle motion remains limited. Therefore, the effects of underwater noise during the construction phase are assessed as slightly negative, while harmful effects from vibration itself are considered unlikely.

The effects of electromagnetic fields (EMF) on fish and benthos remain largely uncertain. Sharks, rays and certain migratory fish may be particularly sensitive due to their use of electroreception and the Earth's magnetic field. Any potential effects, such as behavioural changes, are expected to be limited to the immediate vicinity of inter-array cables. To date, there is no evidence of significant biologically harmful consequences (e.g., mortality). However, knowledge gaps remain regarding the precise effects of EMF. Therefore, the impact of EMF is assessed as slightly negative, primarily due to these uncertainties.

All other effects are neutral or even slightly positive (see Table S6).

Table S6 Impact assessment benthos and fish

Phase	Effects wind farm	Benthos	Fish
Construction	Noise vibrations from pile driving	0	0/-
	Turbidity due to bottom trawling	0	0
	Habitat loss due to bottom trawling	0/-	0/-
Operation	Continuous noise	N.a.	0
	Artificial hard substrate	0/+	0/+
	Exclusion of fishing	0/+	0
	EMF due to cables	0/-	0/-
Removal	Removal hard substrate[19]	0	0

Marine Mammals

For all alternatives, the number of days on which harbour porpoises and seals are disturbed (animal disturbance days) in this EIA for Site I-B is lower than the number of disturbance days calculated for Site I-B in KEC 5.0. As long as the calculated number of disturbance days in KEC 5.0 is not exceeded, the ecological standard is automatically met: namely, that the construction of offshore wind farms will, with high certainty (>95%), maintain the populations of harbour porpoises, harbour seals and grey seals in the Dutch Continental Shelf at a minimum of 95% of their current size.

Therefore, it can be concluded that when applying the noise standard of SELss = 164 dB re 1 µPa²s (750 m), the conservation objectives of harbour porpoises and seals is not at risk. With regard to the number of animal disturbance days caused by impulsive noise during construction, the effects of all alternatives are assessed as slightly negative. However, alternatives 2a and 2b result in fewer disturbance days compared to alternatives 1a and 1b, due to the lower number of wind turbines.
All other effects in Table S7, aside from animal disturbance days, are assessed as neutral for each alternative during both construction and operation.
The effects on marine mammals during decommissioning of the wind farm have not been studied separately. The effects during removal are considered to be equal to or smaller than those occurring

[19] *In the EIA, decommissioning is also assessed negatively (–) compared to the new situation, as the newly established benthic community on the hard substrate would be removed, which is considered a negative impact on the benthic community in the North Sea.*

during construction. Therefore, the impact scores (worst-case) for decommissioning are equal to those for construction.

Table S7 Impact assessment marine mammals

Phase/effect	Alternative 1a (67x15 MW)	Alternative 1b (76x15 MW)	Alternative 2a (50x20 MW)	Alternative 2b (57x20 MW)
Construction				
Disturbance days (impulsive noise): *Harbour Porpoises* *Common seal* *Grey seal*	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-
Number of animals affected	0	0	0	0
Operation				
Disturbance by ships and turbines (continuous noise)	0	0	0	0
Presence hard substrate	0	0	0	0
Ban on bottom trawling	0	0	0	0
Removal				
Disturbance days (impulsive noise): *Harbour Porpoises* *Common seal* *Grey seal*	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-
Number of animals affected	0	0	0	0

6.4 Shipping and safety

The total expected collision and drift frequency for Site I-B is 0.0187, which comes down to one collision or drift event every 53 years. Because of this probability of collision and/or drift involving a wind turbine, this aspect is assessed negatively, as in the current situation there is no risk of collision or drift with a turbine in the wind farm area of Site I-B.

For Site I-B, the expected number of fatalities per year from a collision with a wind turbine is 0.006583. This represents one form of consequential damage. Another form of consequential damage concerns damage to the vessel or to the wind turbine. In 47.6% of collision or drift events, damage to the ship's hull or a situation in which the nacelle or mast falls onto the vessel is expected. In 74% of collision or drift

events, damage to the wind turbine is expected due to collapse or tilting. The effect of consequential damage is assessed as slightly negative, because fatalities may occur and damage to the vessel or turbine is possible. However, these estimates are considered (very) conservative, particularly with regard to the probability of fatalities.
Given the various traffic routes and traffic flows around the wind farm, there are few if any situations where Site I-B affects sightlines. As a result, there are good possibilities for evasive manoeuvres, and this aspect is therefore assessed as neutral.

The impact assessment of the shipping safety theme is shown in Table S8. For shipping safety, the worst-case alternative (alternative 1b, 15% overplanting) consists of 76 wind turbines of 15 MW. With a lower number of turbines—the other alternatives—the effects will always be less negative.

Table S8 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-B, the wind turbines will 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 S9).

Table S9 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 S10). (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 S10 Impact assessment other marine functions

Functions	Assessment criteria	Effectscore
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 and	Interference aviation radar	0
	Interference shore and ship radar	0
	Interference measuring equipment on and around offshore platforms	-
Cables and pipes	Interference cables and pipes	0
Telecommunications	Wave interference	0
Military activities and UXO	Interference military activities	0
	Presence unexploded ordnance	-
Recreation en tourism	Restrictions recreational vessel traffic	0
Cultural history and archaeology	Damage to archaeological remains	0/-
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.

There is a slightly negative effect on the mining sector because, 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-B will then cause wake effects on surrounding wind farms.

With regard to Unexploded Ordnence (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 1 GW of installed capacity is achieved with a higher number of smaller turbines (67 x 15 MW = 1,005 MW), or with a smaller number of larger turbines (50 x 20 MW = 1,000 MW), is limited. The impact assessment is therefore the same for both alternatives. For the theme of electricity yield, the assessment therefore considers the difference between the scenarios with and without 15% overplanting when installing 15 MW wind turbines (alternatives 1a and 1b; see Table S11). The overplanting alternative with 76 × 15 MW wind turbines results in a slightly higher electricity yield and avoided emissions. However, this does not lead to a difference in the impact assessment. The effects on the sub-aspects electricity production and avoided emissions are assessed as highly positive (++) for both alternatives (see Table S11).

Table S11 Impact assessment electricity yield

Sub aspects	Assessment criteria	Impact assessment alternative 1a¨(67 x 15 MW)	Impact assessment alternative 1b (76 x 15 MW)
Electricity yield	Electricity yield	++	++
Avoided emissions	CO2-emission reduction	++	++
	SO2-emission reduction	++	++
	NOx-emission reduction	++	++

6.8 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 S12 Relevant cumulative effects and consequences

Aspects	Relevant cumulative effects
Morphology and hydrodynamics	Recent studies have shown that very large-scale developments of wind farm zones in the North Sea affects on (the mixing of) the stratification, water movement and morphology. Quantification of the effects needs to be further determined in further studies. However, it

	can be expected based on modelling studies outlining a scenario for 2050, a large part of southern and central North Sea (scale: hundreds of square kilometres) will be effected to some extent due to the increasing amount of (planned) offshore wind farms. The effects affect hydrodynamics, stratification and turbidity, among others. For instance, the stratification regime (seasonal, permanently or sporadically stratified) may change compared to the natural situation due to more vertical mixing. Moreover, currents and hence residual flow are affected which has effects to long-term sediment transport. The impact assessment for Site I-B (see Section 6.1) shows that no significant effects occur. All effects are therefore negligible and occur only on a very local scale. In addition, the effects during construction, maintenance and decommissioning are also very temporary.
Birds and bats	<u>Birds</u> Significant negative cumulative effects can be ruled out for all seabird and migratory bird species. However, in the cumulative impact assessment, exceedances of the ALI threshold values have been identified for northern gannet and common guillemot, resulting respectively from collisions and habitat loss. The current conservation objectives are favourable for both species, with a moderately increasing population trend for northern gannet and a positive trend for common guillemot. Therefore, based on current knowledge, significant negative effects on northern gannet and common guillemot can be excluded. It should be noted, however, that in light of the effects of avian influenza in 2022 on northern gannet, the population development of this species must be monitored particularly closely. The population is showing the first signs of recovery, and the current conservation objectives therefore remain favourable. <u>Bats</u> Much less information is available on bats than on birds. It is certain that bats fly over the North Sea, but their numbers, the population sizes from which these animals originate and their behaviour at sea are not well known. According to the calculation method used, the number of casualties among the Nathusius' pipistrelle exceeds the applied assessment threshold. Due to existing knowledge gaps, this outcome reflects a stacking of worst-case assumptions, meaning the effect is very likely overestimated.
Marine life	<u>Benthos and fish</u> The increase in the number of wind turbines and foundations could lead to changes in flow, stratification or primary production of benthic animals. It is also possible that it facilitates colonisation by exotic species. However, not enough information is available (at the moment) to estimate these effects. <u>Marine mammals</u> Applying an underwater noise level of 160 dB re 1 mPa^2s or 164 dB re 1 mPa^2s on 750 meters of the noise source for site I-B and and other planned wind farms in the Dutch North Sea, the disturbance will not lead to significant cumulative effects for either seals or harbour porpoises.
Navigation and safety	In recent years, various studies have been carried out on the cumulative effects of constructing offshore wind farms in the North Sea (see Chapter 8 and Annex 6). These studies show—based on the assumption that no vessel transit through wind farms will take place—that the total expected collision and drift frequency (with a wind turbine) is 0.56 per year, which corresponds to once every 1.8 years. If offshore wind development is accelerated, this frequency increases to 0.987, equivalent to once every 1.0 years. Because the cumulative studies have been fully incorporated into the calculations for Site I-B (see Annex 6), cumulative effects have not been assessed separately. In addition, due to the location of the Nederwiek wind energy area in relation to existing shipping lanes, the construction of wind farms in this area has little to no influence on the overall route structure in the North Sea.

Landscape	A wind farm in Site I-B is not visible from the coast. Therefore, there are no cumulative effects.
Other uses	Fisheries The arrival of more offshore wind farms increases the total land used. (Assuming that all (future) offshore wind farms will be closed to fisheries.) As a result, a larger area will be closed to fishing. The future cumulative effect of this area closure for fisheries is partly determined by future developments in the ecology of the North Sea and the policy and socio-economic context. The possibility of more nature areas being closed to fishing in the future increases this effect. The relative importance of the fishing grounds within the planned wind energy areas on the Dutch Continental Shelf will therefore increase for the Dutch demersal fisheries as other areas become closed and alternative fishing grounds become increasingly limited. Archaeology With a greater number of turbines in the North Sea, the likelihood of archaeological remains being affected, or UXO being struck, also increases. The realisation of site I-B increases this chance, although good mitigation measures are available for this.
Electricity yield	The increase of wind farms in the North Sea increases the potential wake effects. For site I-B, the wake losses increase by 5.0%-points from 15.0 to 20.0% (for the 67-turbine arrangement), with further filling of wind energy areas in the Dutch and UK North Sea, and the net electricity yield decreases by 5.56% from 4,162 GWh/y to 3,930 GWh/y. The amount of avoided emissions decreases by 5.56% as a result.

7 Transboundary effects

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

7.1 Birds and bats

7.1.1 Breeding birds

Site I-B 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-B. It appears that, for example, individuals from northern gannet colonies could theoretically reach the Nederwiek Wind Farm Zone, but flight movements through site I-B are expected to be incidental, and therefore no significant negative effects are anticipated for protected colonies.

7.1.2 Non-breeding birds

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

7.1.3 Migratory birds

Population models were established for the eight most critical migratory bird species as part of the KEC 5.0 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 effects on (foreign) Natura 2000-areas can be ruled out.

7.2 Marine life

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 and has a surface area of 36,951 km^2. The maximum overlap of the disturbance contour with the SAC is about 800 km^2 if a noise standard of SELss = 164 dB re 1 μPa^{2}s (750 m) is assumed. This is 2.14% of the total area of the SAC. This represents the overlap in the situation where 2 GW of wind farms are developed in de Nederwiek (zuid) Wind Farm Zone. 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 season[20]. Significant effects through external effects can therefore be ruled out.

8 Mitigation

Mitigating measures can ensure that adverse environmental effects are avoided, prevented or limited. In the EIA of site I-B, 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 S13 below summarises the possible mitigating measures. In the Wind Farm Site Decision, a decision is made on which mitigation measures will be prescribed. These measures are considered in an integrated manner, and their effectiveness is weighed against potential drawbacks, such as additional construction costs (for example, in the case of increasing tip height). Measures may also have benefits for one aspect while creating disadvantages for another. For instance, from an ecological perspective there is a preference for installing larger wind turbines (up to 20 MW) instead of a greater number of smaller ones (up to 15 MW), although this results in increased seabed disturbance. Another example is allowing overplanting (up to 15% additional capacity), which increases the production of renewable electricity but is also expected to lead to a higher number of bird fatalities.

[20] *https://data.jncc.gov.uk/data/206f2222-5c2b-4312-99ba-d59dfd1dec1d/SouthernNorthSea-conservation-advice.pdf*

Table S13 Possible mitigating measures

Aspect	Effect	Possible mitigating measures
Birds and bats	Disturbance (construction)	Build in periods when few disturbance-sensitive species are present. Apply minimal lighting on vessels, with a 'bird-friendly' colour.
	Disturbance and casualties (operation)	Apply minimal lighting on vessels, with a ‘bird-friendly’ colour Applying reflectors, lasers and acoustic warning signals to ‘scare off’ birds and reduce collision fatalities. Shut down wind turbines during certain weather conditions in combination with detected migration peaks. For bats, reduce the rotating speed of the rotor blades during times when many bats can be expected in the wind farm. This can be done in combination with the development of bat-detection technologies. Install the smallest possible number of large wind turbines instead of a larger number of smaller wind turbines. Smart planning of maintenance work, when turbines are shut down, can prevent casualties (consider periods of increased bird activity) Increasing the minimum tip height: Raising the tip height to 35 metres resulted, in model calculations carried out for Nederwiek I-A, in a relative reduction in the number of seabird fatalities ranging from approximately 20% (for great black-backed gulls) to around 60% (for kittiwakes), although for Nederwiek I-B this concerns an absolute reduction of only a few individuals. This pattern was observed for both lower-capacity turbines (15 MW) and higher-capacity turbines (20 MW). However, no empirical data are yet available to confirm this effect in practice. The first projects to test this are currently underway. Increasing tip height also affects the costs of the required (heavier) foundations.
	Disturbance (removal)	Dismantle at a time when few disturbance-sensitive species are present and apply a removal method with less noise production than during the construction phase Apply minimal lighting on vessels, with a ‘bird-friendly’ colour.
Aquatic life	Disturbance and habitat destruction (construction)	<u>Benthos and fish</u> Use the smallest possible foundation to reduce disturbance and habitat loss during the construction phase. At the same time, a larger foundation provides more hard substrate, which can lead to positive effects during the operational phase. Sparing locations of biogenic reefs.

		Use alternative foundation techniques than piling such as vibrating, screwing or blue piling. <u>Marine mammals</u> Use acoustic measures (piling walls, bubble screens etc.). Use deterrent measures (slow/soft start or Acoustic Deterrent Devices). Choose the shallowest locations in the planned area. Conduct piling work when the density of marine mammals is low (August till December). Choose a small number of relatively large turbines rather than several smaller ones. Use alternative foundation techniques
	Disturbance and habitat destruction (removal)	<u>Benthos and fish</u> Alternative, biodegradable materials can be used for erosion protection that provide sufficient protection during the operational phase of the wind farm and can remain in place afterwards. These materials gradually degrade and may, in the long term, provide beneficial functions for benthos and fish.
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.
	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

9 Considerations on preferred alternative

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.

There are no aspects in this Environmental Impact Assessment that constrain the considered range. From an environmental perspective, it is favourable to install larger wind turbines (up to 20 MW), as the 1 GW requirement for site I-B can be met with fewer turbines, resulting in fewer effects on ecology and shipping.

10 Considerations on mitigating measures

A number of measures are needed to limit cumulative effects on birds, bats and harbour porpoises, and to guarantee the conservation objectives. These include, for example, a shutdown provision during bird and bat migration and compliance with an underwater noise standard during pile driving. Table S13 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.

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-B. 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 site I-B. 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.

11.1 Monitoring and evaluation

11.1.1 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.

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 year[21].

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.

11.1.2 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 km^2.

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 goals 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.

[21] *For more information see website: https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch.*

The programme is designed to make use of progressive understanding. Choices and priorities are geared to current events[22].

Table S14 MOSWOZ themes

Theme	Explanation theme
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.

[22] *For more information, see website: https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/scheepvaart-moswoz/*

Inhoud

1	**Inleiding**	**1**
1.1	Aanleiding	1
1.2	Mer.-procedure voor het kavelbesluit	5
1.3	Inhoud milieueffectrapportage	6
1.4	Initiatiefnemer en betrokken partijen	6
1.5	Inspraak	6
1.6	Leeswijzer	7
2	**Wet- en regelgeving en beleidskader**	**8**
2.1	Internationale wet- en regelgeving en beleid	8
2.2	Nationale wet- en regelgeving en beleid	11
3	**Locatiekeuze**	**18**
3.1	Locatiekeuze Nederwiek	18
3.2	Ligging en beschrijving van windenergiegebied Nederwiek (zuid)	19
3.3	Net op zee Nederwiek 1	21
3.4	Verkaveling windenergiegebied Nederwiek (zuid)	22
3.5	Kavelgrenzen kavel I-B Nederwiek (zuid)	24
3.6	Natuur-inclusief bouwen	27
4	**Aanpak effectbeoordeling**	**28**
4.1	Inleiding bandbreedte benadering	28
4.2	Uitwerking van de bandbreedte en alternatieven	29
4.3	Grensoverschrijdende effecten	35
4.4	Effectbeoordeling	36
4.5	Mitigerende maatregelen	43
4.6	Leemte in kennis	44
5	**Morfologie en hydrodynamica**	**45**
5.1	Beoordelingskader en locatie	45
5.2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	59
5.3	Effectbeschrijving	70
5.4	Effectbeoordeling	87
5.5	Cumulatie	88
5.6	Mitigerende maatregelen	88
5.7	Leemten in kennis	89

6	**Vogels en vleermuizen**	**90**
6.1	Inleiding	90
6.2	Te beschouwen alternatieven/bandbreedte	90
6.3	Beoordelingskader	91
6.4	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	94
6.5	Effectbeschrijving	103
6.6	Conclusie	124
6.7	Cumulatie	126
6.8	Mitigerende maatregelen	134
6.9	Leemten in kennis en informatie	138
6.10	Grensoverschrijdende effecten	139
7	**Onderwaterleven**	**140**
7.1	Inleiding	140
7.2	Onderzochte alternatieven binnen de bandbreedte	141
7.3	Beoordelingskader	143
7.4	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	148
7.5	Effectbeoordeling	153
7.6	Cumulatie	166
7.7	Mitigerende maatregelen	171
7.8	Leemten in kennis	175
8	**Scheepvaartveiligheid**	**176**
8.1	Inleiding	176
8.2	Aanpak MARIN	178
8.3	Effectbeschrijving	190
8.4	Effectbeoordeling	196
8.5	Cumulatie	198
8.6	Mitigerende maatregelen	199
8.7	Leemten in kennis	203
9	**Landschap**	**204**
9.1	Inleiding	204
9.2	Beoordelingskader	206
9.3	Effectbeoordeling	207
9.4	Cumulatie	213
9.5	Leemten in kennis	213

10	**Overige gebruiksfuncties**	**214**
10.1	Inleiding	214
10.2	Onderzochte alternatieven binnen de bandbreedte	215
10.3	Beoordelingskader	216
10.4	Visserij	217
10.5	Mijnbouw	236
10.6	Luchtvaart	242
10.7	Zand-, grind- en schelpenwinning	249
10.8	Baggerstort	251
10.9	Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	253
10.10	Kabels en leidingen	259
10.11	Telecommunicatie	264
10.12	Militaire activiteiten en ontplofbare oorlogsresten	267
10.13	Recreatie en toerisme	273
10.14	Cultuurhistorie en archeologie	274
10.15	Bestaande windparken	282
10.16	Effectbeoordeling	285
10.17	Cumulatie	286
10.18	Mitigerende maatregelen	287
10.19	Leemten in kennis	289
11	**Elektriciteitsopbrengst en (vermeden) emissies**	**290**
11.1	Inleiding	290
11.2	Te beschouwen bandbreedte en alternatieven	291
11.3	Beoordelingskader	292
11.4	Berekende scenario’s	293
11.5	Effectbeschrijving	297
11.6	Effectbeoordeling	302
11.7	Cumulatie	302
11.8	Mitigerende maatregelen	304
11.9	Leemten in kennis	304
12	**Conclusie**	**305**
12.1	Inleiding	305
12.2	Toetsing aan wettelijke kaders	305
12.3	Effecten binnen de bandbreedte	305
12.4	Cumulatie	315
12.5	Bandbreedtebenadering en milieuaspect-overschrijdende conclusies	317

12.6 Grensoverschrijdende effecten 320
12.7 Mitigerende maatregelen 321
12.8 Overwegingen voorkeursalternatief 323
12.9 Leemte in kennis 324
12.10 Monitoring en evaluatie 324

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Nederland heeft ambitieuze doelstellingen geformuleerd voor het terugdringen van CO_2-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[23] 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, Lagelander en Doordewind, welke zijn aangewezen in het Programma Noordzee 2022 - 2027.

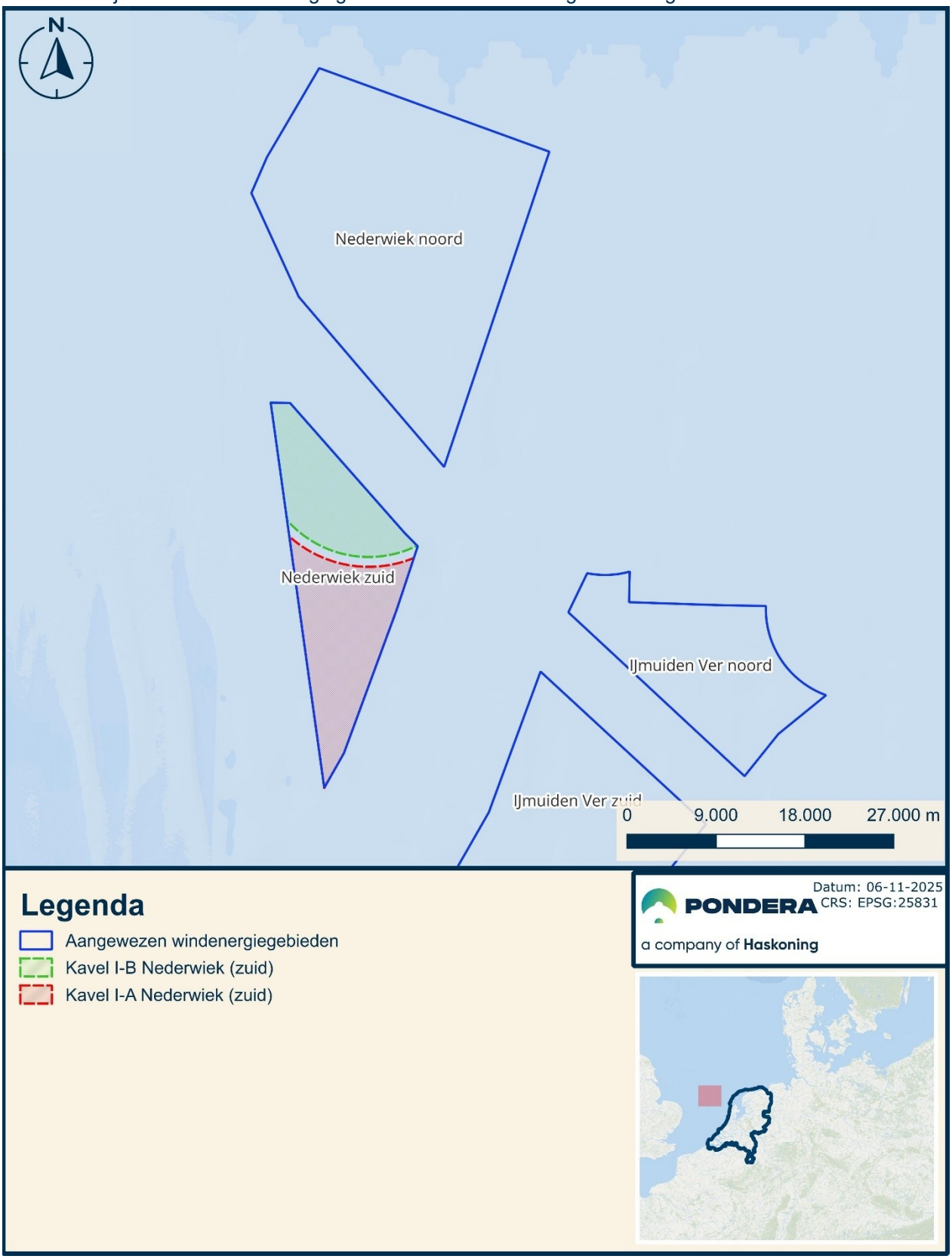
De Wet windenergie op zee (Wwoz) geeft het Rijk de mogelijkheid kavels uit te geven voor de ontwikkeling van windparken op zee. De kavels worden vastgesteld binnen de grenzen van de gebieden die als windenergiegebied zijn aangewezen in het Programma Noordzee 2022 - 2027. In het kavelbesluit wordt bepaald 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. Dit gebeurt in overeenstemming met =de Minister van Infrastructuur en Waterstaat en de Minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (artikel 3, lid 1 Wwoz).

Voor het kavelbesluit wordt een milieueffectrapport (MER) opgesteld. Dit MER betreft kavel I-B in het windenergiegebied Nederwiek (zuid).
Het MER beschrijft de milieueffecten die optreden bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbines in de kavel. Nederwiek kavel I-B is een gevolg van de beslissing van het kabinet, beschreven in een kamerbrief[24], om de oorspronkelijke 2 GW kavel in windenergiegebied Nederwiek (zuid) te splitsten in twee kavels van elk 1 GW. Dit wordt nader toegelicht in Kader 1-2. De ligging van kavel I-A en kavel I-B

[23] *R.A.A. Jetten, Minister voor Klimaat en Energie, Kamerbrief Aanvullende routekaart windenergie op zee 2030, 10 juni 2022*
[24] *https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-33561-66.html*

in het zuidelijke deel van windenergiegebied Nederwiek is weergeven in Figuur 1-1.



Figuur 1-1

Kader 1-1 Besluiten windenergie op zee

Besluiten windenergie op zee

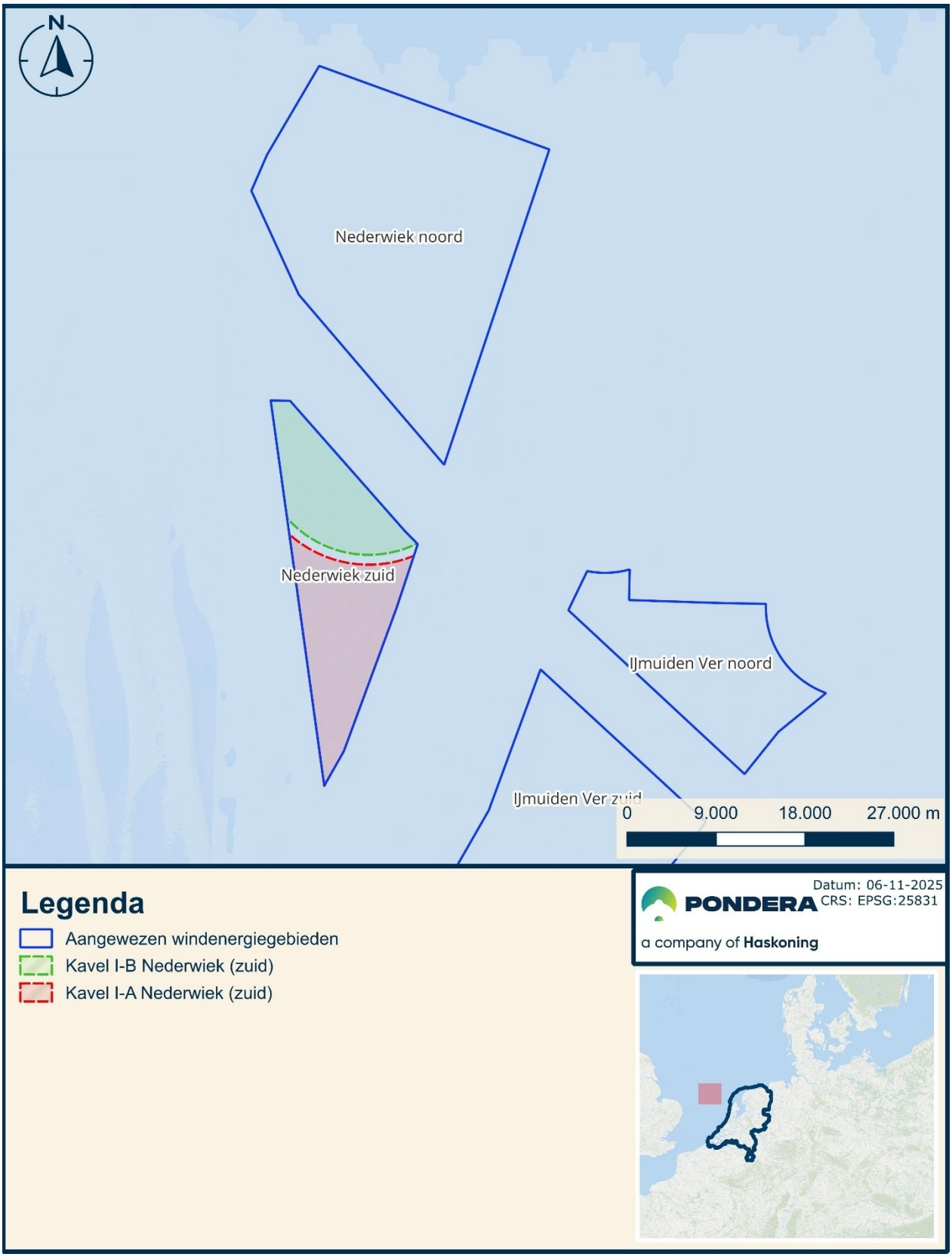
Voordat een windpark op zee gebouwd kan worden, is een aantal besluiten nodig.

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 3.3).
4. Wie uiteindelijk een windpark mag bouwen, wordt bepaald in een procedure 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 mer. 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 2.2.5).



Figuur 1-1 Nederwiek kavel I-B in windenergiegebied Nederwiek

Kader 1-2 Splitsing kavel

Splitsing 2 GW kavel in 2x 1 GW kavels

In een kamerbrief van 21 november 2024 informeerde het kabinet de kamer over een aantal ontwikkelingen rondom de vergunningverlening van windparken op zee. Hoewel de vergunningverlening pas na het kavelbesluit plaatsvindt, werd in deze kamerbrief ingegaan op onderwerpen die direct raken aan de inhoud van toekomstige kavelbesluiten, waaronder de kavelgrootte. Het (toenmalige) kabinet had ervoor gekozen om de kavelgrootte te verkleinen van 2 GW naar 1 GW zodat de benodigde investering per project lager is en de (financiële) risico's voor windparkontwikkelaars verminderd en beter gespreid worden. Onder de huidige marktomstandigheden dragen kleinere kavels minder financiële risico's met zich mee voor windparkontwikkelaars dit vanwege een lagere benodigde investering.

Voorheen was er sprake van één kavel (kavel I) van 2 GW in windenergiebied Nederwiek (zuid). Hiervoor is toentertijd ook een NRD en MER opgesteld ten behoeve van het nemen van een kavelbesluit voor kavel I Nederwiek (zuid) in windenergiegebied Nederwiek. Op basis van de kabinetskeuze is deze kavel gesplitst in twee kavels elk van 1 GW. Deze kavels hebben de benaming 'Nederwiek kavel I-A' en 'Nederwiek kavel I-B' gekregen. Deze splitsing is ook doorgevoerd in het Ontwikkelkader windenergie op zee. Het kavelbesluit van Nederwiek kavel I-A is op 1 juli 2025 gepubliceerd.

In de kamerbrief werd aangehaald dat de planning van het kavelbesluit van Nederwiek kavel I-B meer tijd vraagt en daarmee niet gelijktijdig met Nederwiek kavel I-A wordt besloten. Dit kwam doordat het kabinet nog op beslisinformatie, onderzoeksresultaten, wou wachten die de helikopterveiligheid van het nabijgelegen mijnbouwplatform K13-A in kaart bracht en welke innovatieve, ruimtebesparende en veilige manieren van vliegen er mogelijk zijn. Deze beslisinformatie is reeds beschikbaar en kan de vergunningverleningsprocedure van Nederwiek kavel I-B worden gestart.

De minister voor Klimaat en Groene Groei heeft in overeenstemming met de minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening op 24 april 2025 voor het beoogde kavel I-B Nederwiek (hierna ook wel 'project', 'initiatief', of 'voornemen' genoemd) een voorbereidingsbesluit gepubliceerd in de Staatscourant[25]. Met een voorbereidingsbesluit wordt voorkomen dat, tot het moment van publiceren van het ontwerpkavelbesluit (of totdat het voorbereidingsbesluit van rechtswege vervalt na een jaar), 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 gelegen[26]. 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. Beide NRD's zijn opgesteld/gepubliceerd vóór de keuze van de splitsing van kavel I Nederwiek (zuid).

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 windturbines in Nederwiek kavel I-B worden aangesloten op het Net op zee Nederwiek 1 (zie paragraaf 3.3).

1.2 Mer.-procedure voor het kavelbesluit

De mer-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

[25] https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2025-14485.html
[26] Zie voor de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD); https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/woz-nederwiek-zuid-kavel-i

(wanneer mer-plichtig of mer-beoordelingsplichtig) zijn opgenomen in het Omgevingsbesluit (bijlage V). De mer-procedure resulteert in een rapport namelijk 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-mer doorlopen, 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 lid 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)[27]. Het detailniveau van dit MER is zodanig dat voor de realisatie van het windpark op basis van het kavelbesluit, geen verdere mer-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 (PB) opgesteld voor het kavelbesluit. Deze maakt onderdeel uit van dit MER en bevat een beoordeling van de effecten op de instandhoudingsdoelstellingen[28] 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 het aantal windturbines en diens eigenschappen zoals fundatie, ashoogte en rotordiameter.

1.4 Initiatiefnemer en betrokken partijen

Dit MER is opgesteld in opdracht van het ministerie 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/.

1.5 Inspraak

Deze mer-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

[27] *Artikelen 5 en 7, lid 1 van de Wwoz*
[28] *De doelen die in Natura 2000-gebieden moeten worden bereikt, worden instandhoudingsdoelstellingen genoemd. Het uiteindelijke doel van Natura 2000 is het bereiken van de landelijk gunstige staat van instandhouding voor alle door de richtlijnen beschermde soorten en habitats.*

Aan de hand van de verwerking van de zienswijzen en advies van de wettelijke adviseurs wordt het definitieve kavelbesluit vastgesteld. De inspraakperiodes zijn of 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.

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 kavelbegrenzing van kavel I-B. 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 de conclusie gegeven.

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 aan de regels van de soortbescherming, in het kader van de Omgevingswet (flora- en fauna-activiteit) en de KRM-toets. In onderstaande opsomming zijn de bijlagen van het MER met bijlagennummer weergegeven waarnaar wordt verwezen:

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

2 Wet- en regelgeving en beleidskader

2.1 Internationale wet- en regelgeving en beleid

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

2.1.1 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 (2024-2030), 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.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-B 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.”

2.1.2 OSPAR-verdrag (1992)

Het OSPAR-verdrag[29] 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 veertien 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.

2.1.3 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-,

[29] *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.*"

2.1.4 Bats-agreement (1994)

De bats-agreement[30] heeft als doel om de in Europa voorkomende vleermuizen te beschermen. De bats-agreement vloeit voort uit de Bonn-conventie[31] dat als doel heeft (met name bedreigde) migrerende diersoorten te beschermen en te behouden. Uit het verdrag volgt dat lidstaten worden 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.

2.1.5 Wadden Sea Seals (1990)

Wadden Sea Seals[32] 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-conventie[31]. 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.

[30] *Agreement on the Conservation of Populations of European Bats*
[31] *Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals*
[32] *Agreement for the Conservation of Seals in the Wadden Sea*

2.2 Nationale wet- en regelgeving en beleid

2.2.1 Wet windenergie op zee (Wwoz)

Op grond van artikel 3, eerste lid, van de Wet windenergie (Wwoz) op zee kan de Minister van Klimaat en Groene groei een kavelbesluit nemen, in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Waterstaat 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 Wwoz 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 Wwoz. 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.

2.2.2 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 CO_2-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 30 tot 40 GW in 2040 en circa 70 GW in 2050[33].

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 zijn niet alleen nieuwe windenergiegebieden aangewezen, zoals Nederwiek, maar zijn 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. Het doel van het Programma Noordzee 2022-2027 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 een 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.

Het Programma Noordzee 2022-2027 is partieel herzien om ruimte te bieden voor de verdere uitrol van windenergie. Aanvullend op de 21 GW uit de aanvullende routekaart is voor de periode na 2030 nog 17 GW nodig. Deze ruimte is in de partiële herziening aangewezen, waarin bestaande windenergiegebieden zijn herbevestigd en nieuwe gebieden zijn toegevoegd. De in het programma aangekondigde tussentijdse wijziging voor de periode na 2031 is op 20 maart 2026 vastgesteld en legt de benodigde gebieden vast om de extra 17 GW te realiseren.[34]

https://open.overheid.nl/documenten/c8ece805-8016-435a-bcb6-ba72fdf83ab8/file *[34] De partieel herziene PNZ 2022-2027 is te vinden via: https://noordzeeloket.nl/beleid/programma-noordzee/programma-noordzee-2022-2027/*

[34] De partieel herziene PNZ 2022-2027 is te vinden via: https://noordzeeloket.nl/beleid/programma-noordzee/programma-noordzee-2022-2027/

2.2.3 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 zeeomvatte 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 hebben[35]. Bij de aanvulling op de routekaart is ervoor gekozen om de kavels in het windenergiegebied Lagelander 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 2024[36]. Deze planning van de routekaart windenergie op zee staat in Tabel 2-1.

[35] *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*
[36] *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 (oktober 2025)

Omvang (ca. GW)	Windenergiegebieden, kavel(s)	Vergunningverleningsprocedure Kavels	(Verwachte) ingebruikname windpark
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VI	2022*	2026 - 2027
0,7	Hollandse Kust (west), kavel VII		2027
2,0	IJmuiden Ver, kavel Alpha	Q1 2024*	Q3 2029
2,0	IJmuiden Ver, kavel Beta		Q4 2029
2,0	IJmuiden Ver, kavel Gamma-A	Nog te bepalen	Nog te bepalen
1,0	IJmuiden Ver, kavel Gamma-B	Nog te bepalen	Nog te bepalen
1,0	Nederwiek (zuid), kavel I-A	Q4 2025	Q4 2030
1,0	Nederwiek (zuid), kavel I-B	Q2-Q4 2026	Q4 2031
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	Nog te bepalen	Nog te bepalen
0,7	Ten noorden van de Waddeneilanden, kavel I	Nog te bepalen	Nog te bepalen
2,0	Doordewind, kavel I	Q1 – Q2 2027	Q4 2032

* Vergunningsverleningsprocedure is afgerond.

Figuur 2-1 Ligging aangewezen windenergiegebieden op zee (Routekaart Windenergie op zee)

2.2.4 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.

2.2.5 Kader Ecologie en Cumulatie (KEC)

Ecologie is een belangrijk onderwerp in de belangenafweging bij het realiseren van windparken op zee. Het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) is een aanpak om de verwachte cumulatieve ecologische effecten op beschermde soorten van een toekomstscenario voor windenergie op zee, vroegtijdig en kwantitatief (waar mogelijk) in beeld te brengen met behulp van modellen. Door in een vroeg stadium de ecologische effecten in beeld te hebben, kunnen risico's rond de uitrol van die routekaart tijdig aangepakt worden (bijvoorbeeld door extra kennisontwikkeling of door inzet van mitigerende maatregelen). Het doorrekenen van toekomstige ecologische effecten op beschermde soorten gebeurt met up-to-date modellen en de meest recente wetenschappelijke kennis. De uitkomsten worden getoetst aan de ecologische drempelwaarden (zo die er zijn). Is dit zo dan zullen, in het algemeen en met de huidige kennis, ook de verwachte ecologische effecten van de individuele kavelbesluiten per windpark geen obstakel vormen. Zijn de ecologische effecten als gevolg van de bouw of aanwezigheid van die windparken te groot, dan is dit een '*early warning*' voor de uitrol van de nog niet vergunde parken van de routekaart. Hiermee kan het KEC gebruikt worden als een eerste stap in het toetsingsproces van de kavelbesluiten. De toetsing van de kavelbesluiten zelf vindt plaats volgens de bepalingen van de Omgevingswet, die voorschrijven te toetsen aan de staat van instandhouding van een soort. De beleidsmatige verankering van het KEC is opgenomen in het Programma Noordzee en in het Noordzee Akkoord. Het KEC is in 2025 (versie 5.0) op basis van de laatste inzichten herzien.[37]

De conclusie in het KEC 5.0 is dat voor de meeste beschermde zeezoogdiersoorten waarschijnlijk geen onacceptabele schade aan populaties optreden. Voor vogels zijn er risico's op significante effecten door aanvaringen en habitatverlies, want bij enkele soorten (de jan-van-gent, de grote jager en de zeekoet) is een ALI-drempelwaardeoverschrijding (*Acceptable Level of Impact* (ALI)) vastgesteld, waardoor de kans op een populatie-afname, of een verminderde toename van de populatie, groter wordt. De definitieve toetsing van de te realiseren windparken in relatie tot de ecologische ruimte vindt plaats in onderhavig milieueffectrapportage en Passende Beoordeling.

2.2.6 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

[37] *Zie: https://noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/ecologie/wind-zee-ecologisch-programma-wozep/kader-ecologie-cumulatie/*

windenergie op zee, de Omgevingswet en de Mijnbouwwet. Voor kavel I-B Nederwiek (zuid) geldt dat deze geheel buiten de Nederlandse territoriale zee is gelegen, maar binnen de EEZ.

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 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.

Er is een tussentijdse wijziging van het Programma Noordzee 2022-2027 geweest, de Partiële Herziening welke op 20 maart 2026 is vastgesteld. Het doel van de Partiële Herziening is het aanwijzen van extra windenergiegebieden voor na 2031. De nieuwe windenergiegebieden die zijn aangewezen in deze Partiële Herziening zijn windenergiegebied 6/7 en Doordewind.

Bij het invullen van de doelstelling en de benodigde versnellingsopgave voor 2030 speelt windenergie op zee een belangrijke rol. Volgens de Stuurgroep Extra Opgave[38] is 10 GW aan windenergie op zee nodig om 55% CO_2-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 (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-mer. doorlopen (in het kader van het Programma Noordzee 2022-2027). Daarmee is een locatieafweging van Nederwiek (zuid) inzichtelijk gemaakt en niet opnieuw benodigd. Daarnaast zijn alle aangewezen windenergiegebieden nodig voor het behalen van de doelstellingen, zo ook Nederwiek (zuid).

[38] *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 ligt in de Nederlandse exclusieve economische zone (EEZ). Het gebied ligt op ongeveer 95-100 kilometer van de kust (circa 51-54 nautische mijl). Windenergiegebied Nederwiek bestaat uit een noordelijk en zuidelijk deel (zie Figuur 1-1), van elkaar gescheiden door een (beoogde) clearway voor de scheepvaart. Het volledige windenergiegebied Nederwiek (zuid en noord) heeft een oppervlakte van in totaal circa 600 km². Het windenergiegebied Nederwiek (zuid) heeft een oppervlakte van circa 273 km^2.

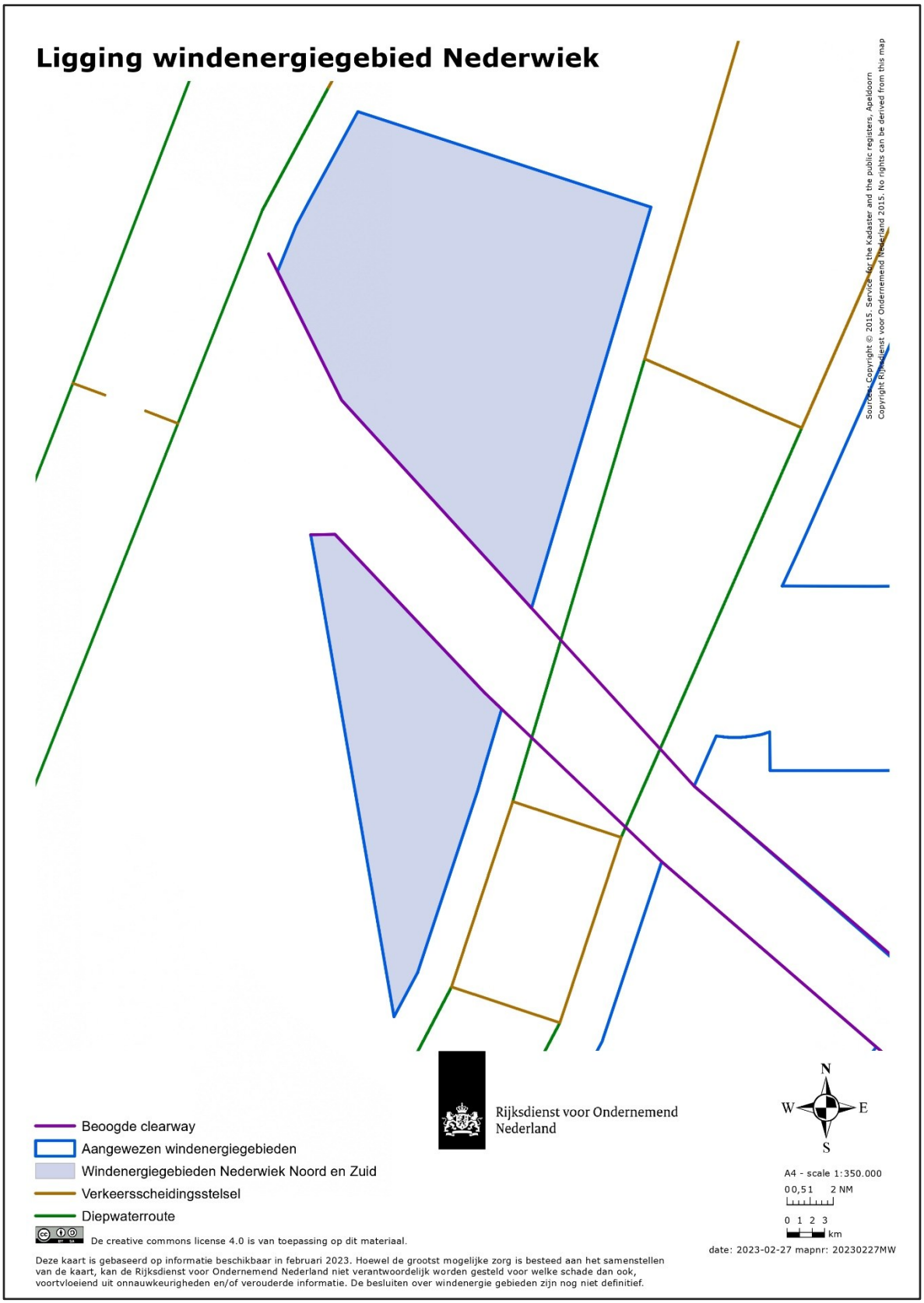
De waterdiepte in Nederwiek (zuid) varieert tussen –34,0 en –24,8 meter ten opzichte van het Laagste Astronomische Getij (LAT) en is gemiddeld –28,5 meter LAT. In het gebied komen meerdere noord-zuid georiënteerde zandbanken voor die in het grootste deel van Nederwiek (zuid) bedekt zijn door zandgolven. 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).[39]

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. 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), binnen kavel I-A, 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 passeren[40].

[39] *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*
[40] *Programma Noordzee 2022-2027*

Figuur 3-1 Ligging windenergiegebied Nederwiek (noord en zuid)



3.3 Net op zee Nederwiek 1

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.

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).

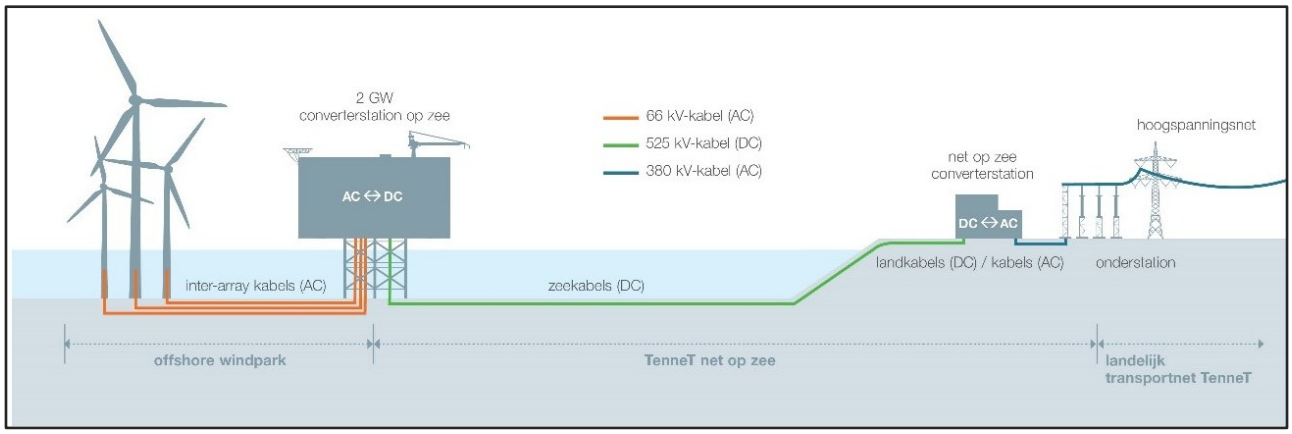
Zowel kavel I-A en kavel I-B Nederwiek (zuid) worden aangesloten op het platform van Net op zee Nederwiek 1. Beide kavels samen kunnen een maximaal opgesteld vermogen van 2.300 MW hebben, dit betekent een overplanting 15%. Deze 15% overplanting is een consensus dat bereikt is tijdens een consultatie 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. Specifiek betekent een overplanting van 15% voor kavel I-B 1.150 MW.

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 Borssele. 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 is de rijkscoördinatieregeling doorlopen[41].

Het MER voor het Net op zee Nederwiek 1 heeft ter inzage gelegen van 24 november 2023 tot en met donderdag 4 januari 2023. Op 10 mei 2024 zijn de definitieve besluiten ter inzage gelegd. 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. Het ingediende beroep op de definitieve besluiten van dit project is ingetrokken. Hierdoor zijn de besluiten nu onherroepelijk.

[41] *Zie voor informatie Net op zee Nederwiek 1: https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/noz-nederwiek-1. Het vergunningenproces van Net op zee Nederwiek 1 is vóór de Omgevingswet doorlopen.*

Figuur 3-2 Schematische weergave Net op zee Nederwiek 1

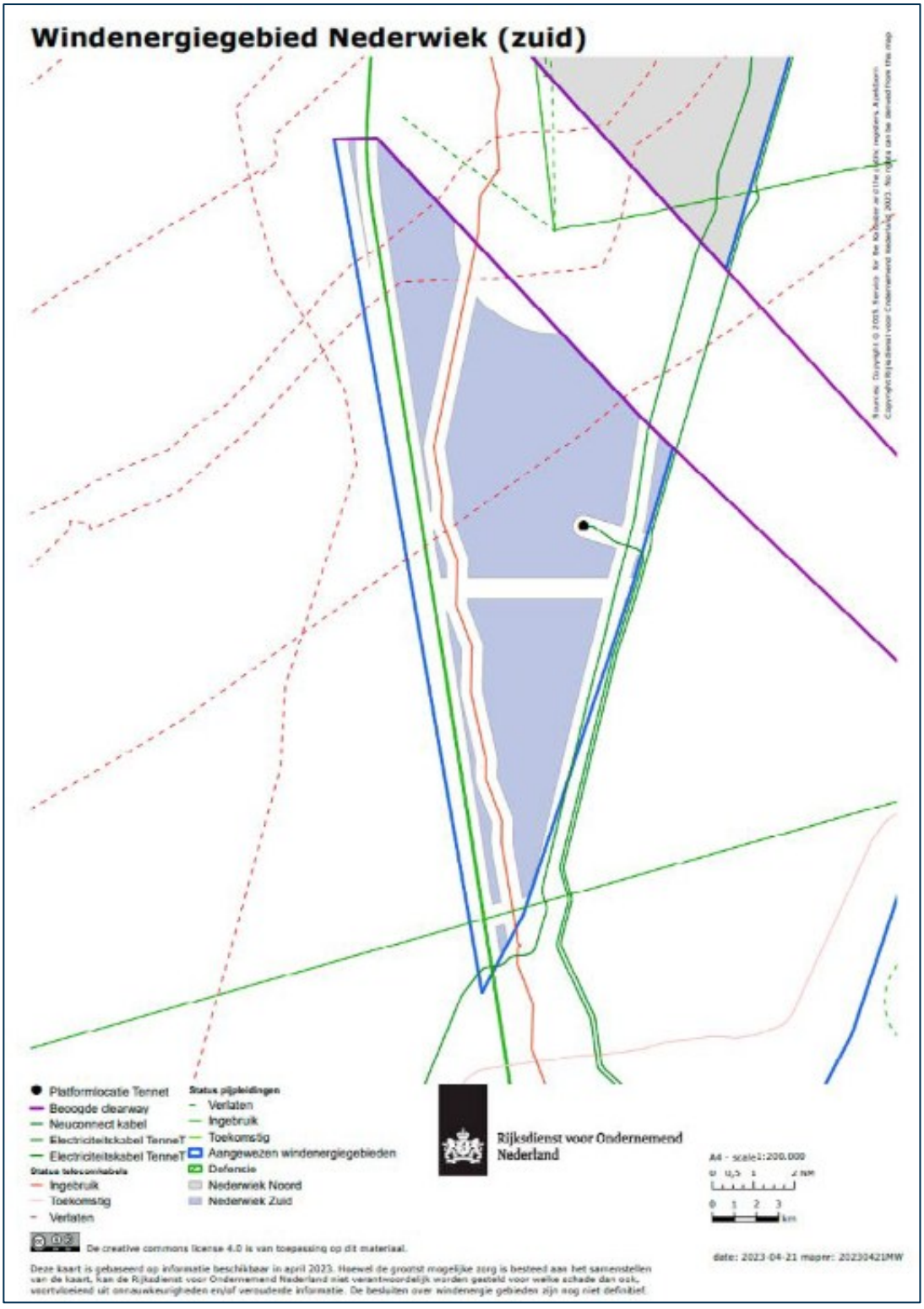


3.4 Verkaveling windenergiegebied Nederwiek (zuid)

Binnen het windenergiegebied Nederwiek (zuid) is ruimte voor twee kavels van elk circa 1 GW. 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/km^2. In de vastgestelde NRD (12 februari 2024) is nog uitgegaan van één kavel van circa 2 GW en deze is later gesplitst in twee kavels (zie Kader 1-2). De indeling van kavel I, de verkaveling, in de vastgestelde NRD is ontworpen in samenhang met Net op zee Nederwiek 1 (zie Figuur 3-3). Daarbij worden in eerste instantie belemmeringen voor de plaatsing van windturbines in kaart gebracht. Dit zijn belemmeringen zoals scheepvaartroutes, mijnbouwactiviteiten, kabels, leidingen, helikopterinfrastructuur, etc. 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. Zoals hierboven is vermeld is echter na vaststelling van de NRD besloten om kavel I Nederwiek (zuid) te splitsen in twee kavels. Voorliggend MER betreft het MER voor de beoogde kavel I-B Nederwiek (zuid). De (maximale) contourbegrenzing van kavel I-B is vastgelegd in het voorbereidingsbesluit van 24 april 2025 in de Staatscourant[42] op grond van artikel 9 Wwoz. In het kavelbesluit wordt de begrenzing van een kavel definitief vastgesteld, rekening houdend met de resultaten van het MER en andere ruimtelijke onderzoeken.

[42] https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2025-14485.html

Figuur 3-3 Voorgenomen kavel I in windenergiegebied Nederwiek (zuid) uit de vastgestelde NRD (12 februari 2024)



3.5 Kavelgrenzen kavel I-B Nederwiek (zuid)

Kavel I-B ligt in het windenergiegebied Nederwiek (zuid) en grenst in het zuiden aan kavel I-A en in het noorden aan een beoogde clearway. Kavel I-B heeft een bruto oppervlakte van circa 110 km^2. Op basis van bestaande en beoogde ruimtelijke belemmeringen bedraagt de netto oppervlakte van kavel I-B circa 69 km^2. In Figuur 3-4 zijn de bruto en netto kavelgrenzen van kavel I-B binnen windenergiegebied Nederwiek (zuid) weergegeven. De verkaveling is tot stand gekomen door rekening te houden met de volgende bestaande en beoogde ruimtelijke belemmeringen:

- bestaande en toekomstige kabels en leidingen
- een 2,5 NM obstakelvrije zone rondom het platform K13-A dat is gelegen in de clearway
- de helikopteraanvliegroute naar het platform van Net op zee Nederwiek 1

Diverse actieve en verlaten kabels en leidingen kruisen kavel I-B. 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. Hierbij wordt een onderhoudszone van 500 meter aangehouden aan weerszijde van de kabel of leiding. In Figuur 3-1 zijn de kabels en leidingen weergegeven die kavel I-B kruisen.

Kavel I-B overlapt met Helicopter Traffic Zone (HTZ) van platform K13-A. Platform K13-A ligt in de clearway die het windenergiegebied Nederwiek (zuid) scheidt van Nederwiek (noord). Een HTZ is een zone van 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.

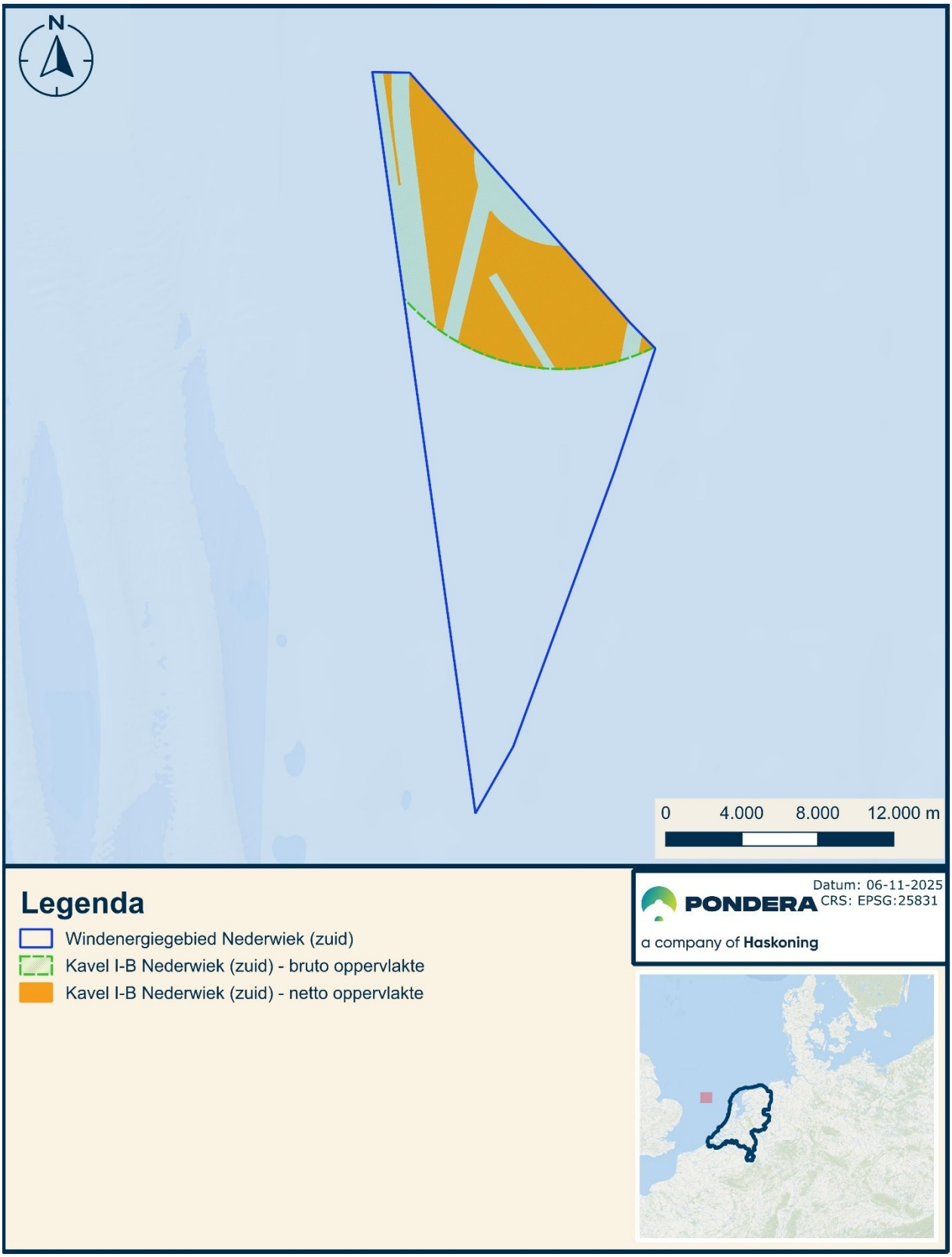
Ten behoeve van de bereikbaarheid van platform K13-A en de veiligheid van het vliegverkeer zal naar verwachting een obstakelvrije zone rond het platform nodig zijn. Naar de omvang van de benodigde obstakelvrije zone worden aeronautische bereikbaarheidsonderzoeken uitgevoerd. In de beoogde verkaveling is voorlopig op basis van een aanname uitgegaan van een omvang van de obstakelvrije zone van 2,5 NM rond het platform.

Het TenneT-platform van Net op zee Nederwiek 1 wordt geplaatst binnen de contour van kavel I-A. Met vliegverkeer van en naar het TenneT-platform is rekening gehouden met in de verkaveling, onder meer door het opnemen van obstakelvrije aan- en uitvliegroutes. Dit is in overleg met TenneT gedaan om de helikopterveiligheid en -bereikbaarheid van het platform te waarborgen.

Tabel 3-1 Telecom- en elektrakabels & buis- en pijpleidingen die kavel I-B doorkruisen

Naam	Soort	Status
Statoil ASA/Franpipe	Gas	Actief
Satoil ASA/Zeepipe	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



Figuur 3-4 Kavelgrenzen (bruto en netto) kavel I-B Nederwiek (zuid)

3.6 Natuur-inclusief bouwen

Natuur-inclusief bouwen is een manier van bouwen waarbij enerzijds gebruik wordt gemaakt van natuurlijke structuurvorming, en anderzijds kunstwerken zodanig ontworpen worden, dat leefgebied voor inheemse soorten waar mogelijk wordt vergroot/verrijkt. Natuur-inclusief bouwen kan hierdoor bijdragen aan de natuurherstelopgave van de Noordzee. Voor het versterken van soorten-populaties en habitats die van nature in de Noordzee voorkomen, wordt sinds 2015 ingezet op het natuur-inclusief ontwerpen en realiseren van nieuwe windparken op zee, en het uitvoeren van natuurherstelprojecten in windparken. Daarbij worden soorten en habitattypen van de EU-Habitatrichtlijn beoogd die landelijk niet in een gunstige staat van instandhouding verkeren, soorten van nationale rode lijsten, en soorten of habitats van de OSPAR-lijst waarvoor aanbevelingen zijn geadopteerd. Zo is er in het kavelbesluit van Hollandse Kust (zuid) een voorschrift opgenomen dat de vergunninghouder verplicht om zich in te spannen het windpark natuur-inclusief te ontwerpen en te realiseren, zodat het windpark actief bijdraagt aan versterking van een gezonde Noordzee en versterking van behoud en duurzaam gebruik van soorten en habitats die van nature in Nederland voorkomen. Dit voorschrift was opgenomen om invulling te geven aan het beleidsdoel om de trend van verslechtering van het mariene ecosysteem om te buigen naar een ontwikkeling in de richting van herstel.

Een onderzoek uit 2020[43] geeft een overzicht van opties van natuur-inclusief bouwen. In het rapport worden bewezen technieken of ecologisch veelbelovende opties onderverdeeld in drie categorieën en worden er verschillende voorbeelden gegeven:

1. Natuur-inclusieve maatregelen geïntegreerd in de windturbine(fundering):

   Deze categorie omvat maatregelen die direct worden geïntegreerd in of toegevoegd aan monopiles, jackets of overgangsstukken van windturbines. Het doel is het creëren van hard substraat habitat op locaties waar dit historisch schaars is geworden. Door structuur, ruwheid en holtes toe te voegen ontstaan leefgebieden voor rifgebonden soorten. De constructies fungeren als kunstmatige riffen en verhogen lokale biodiversiteit en biomassa. Ze kunnen bijdragen aan zowel habitatontwikkeling als voedselbeschikbaarheid voor hogere trofische niveaus.

2. Natuur-inclusieve maatregelen in steenbestorting (scour protection) en kabelbescherming:

   Deze categorie richt zich op het ecologisch optimaliseren van steenbestortingen rond funderingen en kabels. Door variatie in steengrootte, porositeit en micro reliëf ontstaan niches voor verschillende bodem- en rifsoorten. De focus ligt op het combineren van erosiebescherming en ecologische functieversterking. Deze structuren vormen een overgang tussen hard en zacht substraat en vergroten habitatdiversiteit. Ze zijn technisch relatief eenvoudig toe te passen binnen bestaande ontwerpeisen. Ecologische voordelen ontstaan vooral op de zeebodem en onderste delen van de waterkolom.

3. Losstaande (*stand alone*) natuur-inclusieve structuren binnen het windpark:

   Deze categorie bestaat uit aparte natuurstructuren die niet constructief noodzakelijk zijn voor de windturbine zelf. Voorbeelden zijn kunstmatige riffen, oesterstructuren of modulaire habitats op de zeebodem. Ze maken grootschaliger actief natuurherstel mogelijk dan alleen integratie in infrastructuur. Deze structuren kunnen strategisch worden geplaatst binnen windparken waar visserij is uitgesloten.

[43] *Nature-Inclusive Design: a catalogue for offshore wind infrastructure, 2020*

De drie categorieën onderscheiden zich door waar natuur wordt toegevoegd (fundering, bodembescherming of losstaand), maar hebben gemeenschappelijk dat ze vooral zijn gericht op het herstel van hard substraat en rifgebonden soorten die in de Noordzee zijn verdwenen of sterk achteruitgegaan. Natuur-inclusief bouwen verkeert wel nog in een ontwikkelfase. Het is nog niet voldoende duidelijk of en hoe natuur-inclusief bouwen daadwerkelijk kan bijdragen aan het versterken van soorten en habitats. Het concept moet verder worden uitgewerkt door kennis te verzamelen uit praktijkervaringen en monitoring. Die kennis is mogelijk ook aanwezig bij vergunninghouders van windparken. Daarom is het belangrijk om in de tenderfase te bekijken hoe deze kennis kan worden benut en gedeeld. Dit kan worden gestimuleerd door middel van kavelbesluitvoorschriften op te nemen van een natuur-inclusieve aanpak van de bouw van nieuwe windparken op zee. Dit helpt bovendien bij het uitvoeren van de afspraak uit het Noordzeeakkoord om via tenderinstrumenten een meer integrale ontwikkeling van windparken mogelijk te maken.

Binnen het MONS-programma wordt momenteel een evaluatie uitgevoerd van lopende en voorgenomen initiatieven in het kader van natuur-inclusief bouwen. Dit als onderdeel van de afspraken binnen het Noordzeeakkoord om het natuur-inclusief bouwen van windparken te stimuleren. In 2025 heeft LVVN bekeken welke initiatieven er al lopen en de huidige richtlijnen uit de kavelbesluiten laten evalueren. MONS zal in aanvulling daarop een review laten uitvoeren van de effectiviteit van (voorgenomen) natuur-inclusieve maatregelen in bestaande en nog te bouwen windparken. Ook wordt door MONS een review uitgevoerd van wat er bekend is over de ecologische waarde van hardsubstraat gemeenschappen op en nabij offshore olie- en gasplatforms. Daarnaast zal MONS aansluiten bij een EU-project waar onder andere onderzocht wordt wat de bredere bijdrage is van natuur-inclusieve maatregelen aan de bredere ecologie van de Noordzee.

Natuur-inclusief bouwen wordt in dit MER verder niet beschreven of beoordeeld.

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-B, - zijndeeenn windpark met een opgesteld vermogen van 1 tot 1,15 GW, onderzocht. De alternatieven zijn opgebouwd uit een bandbreedte aan verschillende windturbineopstellingen en -types die mogelijk zijn binnen kavel I-B.

Kavel I-B binnen het windenergiegebied Nederwiek (zuid) wordtuitgegeven 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 milieuaspecten beoordeeld worden. Paragraaf 4.3 wordt ingegaan op de grensoverschrijdende effecten en in paragraaf 4.4 wordt ingegaan op de wijze waarop in het MER de beoordeling van de mogelijke milieueffecten plaatsvindt. Paragraaf 4.5 gaat in op mitigerende maatregelen. In paragraaf 4.6 worden tot slot de kennisleemten beschreven.

Kader 4-1 Bandbreedte en alternatieven

Bandbreedte
Door een kavel uit te geven waarbinnen verschillende turbineopstellingen, turbinetypes 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 mogelijkheden 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 windturbines te gaan bij de realisatie van windparken op zee. Echter, vanuit oogpunt van kosten en risico's is het de vraag of de allergrootste windturbines, die nu alleen nog op de tekentafel bestaan, daadwerkelijk in de kavel gebouwd zullen worden.

Bij het bepalen van de turbineafmetingen is uitgegaan van de trend die leidt naar turbines met grotere roteren 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 ECN[44] (nu onderdeel van TNO) en geeft de benodigde rotordiameter bij verschillende vermogensdichtheden van de windturbinerotoren (in Watt per m^2 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 donkeroranje weergegeven.

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 dan 4 maal de rotordiameter.

[44] ECN (2018). Optimal wind farm power density analysis for future offshore wind farms

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, multipile, gravity based structure en suction bucket*. 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 windturbine,kostenoverwegingen en wat past binnen de kaders van het kavelbesluit wordt uiteindelijk gekozen voor een bepaalde fundering door de windparkontwikkelaar. 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 (de genoemde funderingen). Uitgangspunt is dat elke wijze van funderen moet voldoen aan de geluidnorm in Tabel 4-2.

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. De te onderzoeken bandbreedte is gebaseerd op de huidige stand der techniek, verwachtingen omtrent ontwikkelingen in de komende jaren, en de uitkomst van de MER's en de passende beoordelingen van eerdere kavelbesluiten.

Uitgangspunt in het MER zijn opstellingen van windturbines die voor de lay-out van het windpark en de toegepaste windturbines realistisch zijn. Hiermee wordt bedoeld dat niet alle mogelijke combinaties uit Tabel 4-2 (bijvoorbeeld van vermogen en rotordiameter) onderzocht worden maar alleen combinaties die logisch zijn. Een opstelling met een windturbine 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:

- 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.

Tabel 4-2 Bandbreedte MER

Onderwerp	Bandbreedte
Totaal opgesteld vermogen kavel	1,0-1,15 GW
Maximaal aantal windturbines	76
Vermogen individuele windturbines	Minimaal 15 MW en maximaal 20 MW
Tiphoogte individuele windturbines	Maximaal 305 meter
Tiplaagte individuele windturbines	Minimaal 25 meter
Rotordiameter individuele windturbines	236 – 280 meter
Maximaal rotoroppervlak[45]	3.509.787 m^2 bij kavels van ca. 1,15 GW (57 windturbines)
Aantal bladen per windturbine	3
Type funderingen	Monopile, multipile, gravity-based structure, suction bucket
Maximaal geluidniveau in geval van heien van fundering (impuls geluid)	Uitgangspunt: 160 tot maximaal 164 dB re 1 μPa^2s 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 μPa^2s SELss (op 750 meter van de geluidsbron)
In geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per windturbine:	
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 tot 3 meter en op diepte gehouden

Wanneer turbines een groter vermogen dan 15 MW hebben, maar qua maatvoering (tiphoogte, tiplaagte en rotordiameter) passen binnen de bandbreedte uit de voorgaande tabel, zullen de effecten niet meer zijn dan wordt beschouwd als worst-case in het MER. Dat komt doordat voor het kavel wordt uitgegaan

[45] *Maximale rotoroppervlakte is gebaseerd op 57 windturbines met rotordiameter van 280 m*

van een vermogen van maximaal 1,15 GW en bij toepassing van windturbines met een individueel vermogen van meer dan 15 MW er dan in totaal minder dan 76 windturbines geïnstalleerd worden. Daarmee verminderen de milieueffecten en valt een dergelijke ontwikkeling binnen de beschouwde bandbreedte. In andere woorden, met meer MW per windturbine binnen dezelfde maatvoeringen wijzigt het *worst-case* scenario niet. De maatvoeringen zijn bepalend voor de effecten, niet het vermogen per windturbine.

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.

4.2.2 Alternatieven

Tabel 4-3 geeft de te onderzoeken alternatieven weer. De alternatieven bestaan uit twee basisalternatieven en voor beide basisalternatieven een overplantingscenario van 15 procent (1,15 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	Vermogen windturbine (MW)	Aantal windturbines	Indicatief totaal vermogen (MW)	Maximale rotordiameter (m)	Maximale tiphoogte (m)
Alternatief 1a	15	67	1.005	236	261
Alternatief 1b (15%-overplanting)	15	76	1.140	236	261
Alternatief 2a	20	50	1.000	280	305
Alternatief 2b (15%-overplanting)	20	57	1.140	280	305

4.2.3 Referentiesituatie: huidige situatie en autonome ontwikkeling

De referentiesituatie is de huidige situatie met de autonome ontwikkeling.[46] De referentiesituatie 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 de referentiesituatie zijn de bestaande windparken in gebruik. Ook worden als autonome ontwikkeling de reeds vergunde maar nog niet operationele windparken meegenomen.

[46] 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).

Voor sommige milieuaspecten is de ontwikkeling van windparken in het Verenigd Koninkrijk ook relevant. 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 windparkontwikkelingen in België en Duitsland liggen verder weg, maar worden waar relevant eveneens betrokken.

Ten slotte kunnen overige ontwikkelingen of autonome processen relevant zijn om te beschouwen in het kader van autonome ontwikkeling Dit wordt per effecthoofdstuk in het MER nader uitgewerkt. Autonome processen zijn ontwikkelingen in de fysieke omgeving die onafwendbaar zijn en een gegeven zijn voor de toekomstige staat van de kenmerken van de omgeving. In het algemeen leiden deze processen over een langere periode pas tot relevante veranderingen. Klimaatverandering is een dergelijk autonoom proces. Echter blijven de effecten van klimaatverandering op de onderzochte effecten onzeker. Daarom wordt klimaatverandering in de effecthoofdstukken niet verder uitgewerkt en beschouwd als kennisleemte.

4.2.4 Voorkeursalternatief (VKA)

Bepalen van de voorkeursbrandbreedte
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 beoordeeld. Nagegaan wordt of deze effecten zich binnen wet- en regelgeving begeven en welke mitigerende maatregelen getroffen kunnen worden om de effecten te verzachten of teniet te doen.

Vaststellen van de uit te geven bandbreedte
Op basis van de uitkomsten van het MER en andere overwegingen (bijvoorbeeld beleidsmatige of financiële) maakt de minister van Klimaat en Groene Groei uiteindelijk een beslissing 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 in kavel I-B 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.

4.3 Grensoverschrijdende effecten

Er wordt in het MER 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) is het Espoo-verdrag geïmplementeerd.

4.4 Effectbeoordeling

4.4.1 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 referentiesituatie is de huidige situatie inclusief autonome ontwikkelingen en fungeert als referentie 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 *Lokale verblijvende zeevogels (waaronder Natura 2000-gebieden)* • Aanvaringsrisico • Barrièrewerking • Verstoring door windturbines • Verstoring door onderhoud windpark • Habitatverandering door veranderd gebruik *Kust(broed) vogels (waaronder Natura 2000-gebieden)* • Aanvaringsrisico • Barrièrewerking • Habitatverlies en verandering foerageermogelijkheden • Verstoring door windturbines *Land- of zoetwatergebonden trekvogels (waaronder Natura 2000-gebieden)* • Aanvaringsrisico (#slachtoffers BAND-model) • Barrièrewerking	In aantal vogelslachtoffers Kwalitatief effect van omvliegen In aantal km^2 Habitatverlies in km^2 en vertaling naar populatiereductie Aantal vogelslachtoffers Kwalitatief effect van omvliegen In aantal km^2 In aantal vogelslachtoffers Kwalitatief effect van omvliegen
Vleermuizen	Aanvaringsslachtoffers	In aantal vleermuizen
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	Verandering in aantal soorten Aanwas 'hardsubstraatsoorten' Dichtheid per m^2

	activiteiten (visserij) en elektromagnetisch veld van de kabel, op: • Biodiversiteit • Recruitment • Dichtheden biomassa • Beschermde soorten en habitattypen die vanuit natuurregelgeving of geformuleerd natuurbeleid relevant zijn	Dichtheid en effect op beschermde soorten
Zeezoogdieren	Aanleg en verwijdering windpark Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen en geofysisch onderzoek en fysieke aantasting	Verstoord oppervlak (km2) Aantal verstoorde dieren/effect op populatie Tijdsduur van de verstoring (bruinvisverstoringsdagen) in aantal aangetaste dieren
	Gebruik windpark Verstoring door geluid en trillingen windturbines Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)	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	Aan de hand van de instandhoudingsdoelstellingen
	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 staat van instandhouding

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 luchtruimklasses, bebakening en verlichting, communicatie-, navigatie of 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 CO2-opslag moeten worden beoordeeld voor zover deze voorzienbaar zijn • Huidige sleepnetvisserij en de daarbij toegepaste vangsttechnieken, 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, verdronken 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, – de visus van het menselijk oog en de meteorologische omstandigheden	Kwantitatief, in percentage (theoretische) zichtbaarheid
Elektriciteits-opbrengst en klimaat	– Elektriciteitsproductie – Terugverdientijd energie bouw CO_2-, NO_x- en SO_2-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 referentiesituatie. Hiervoor wordt de volgende beoordelingsschaal gehanteerd, zoals weergegeven in Tabel 4-5. Omdat voor de effecten op vogels, vleermuizen en onderwaterleven specifieke wettelijke kaders waaraan getoetst dient te worden, wordt in de volgende paragraaf specifiek aandacht bestaan aan de toetsing van de ecologische effecten.

Tabel 4-5 Scoringsmethodiek.

Beoordeling ten opzichte van het 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 referentiesituatie	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	++

4.4.2 Toetsing ecologische effecten

In paragraaf 4.4.1 is aangegeven welke effecten beschreven worden in dit MER. Deze effecten worden gescoord door plussen en minnen, zoals in paragraaf 4.4.1 is aangegeven. Voor de optredende ecologische effecten dient expliciet getoetst te worden aan de geldende wettelijke kaders. In de onderstaande (sub)paragrafen worden de stappen/criteria beschreven die gebruikt worden om tot een toetsing te komen. Dit is een beknopte beschrijving en in de desbetreffende effecthoofdstukken, bijlagen en achtergrondrapporten wordt dit uitgebreider toegelicht.

4.4.2.1 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 voor cumulatieve effecten worden tegen de soort specifieke maatlat van de ALI gelegd.[47]
- Instandhoudingsdoelstellingen
    - Wanneer sterfte van een (vogel)soort met instandhoudingsdoelstelling 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, of indien het cumulatieve effect de ALI-drempelwaarde overschrijdt, 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.

4.4.2.2 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 PBR.

4.4.2.3 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 5.0 die overeenkomt met maximaal 5% reductie van de huidige populatie.[48]

4.4.2.4 (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);

[47] 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.
[48] 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.

- Soorten en habitats op de OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats.[49]

4.4.3 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 vogels, vleermuizen en zeezoogdieren zal voor het onderdeel cumulatie gebruik worden gemaakt van methodieken, informatie en inzichten uit het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC 5.0). In dit kader 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.

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 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. Het KEC helpt door in een vroeg stadium de mogelijke ecologische effecten van de routekaart te signaleren. Daarmee kan, waar nodig, tijdig begonnen worden met het uitwerken en inzetten van (mitigerende) maatregelen en nadere onderzoeken. Het KEC kan hiermee gebruikt worden als een eerste stap in het toetsingsproces van de kavelbesluiten. De toetsing van de kavelbesluiten zelf vindt plaats volgens de bepalingen van de Omgevingswet.

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

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, de soortentoets en de passende beoordeling zal het KEC 5.0 gebruikt worden in het toetsingsproces.

4.5 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.

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

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.

4.6 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

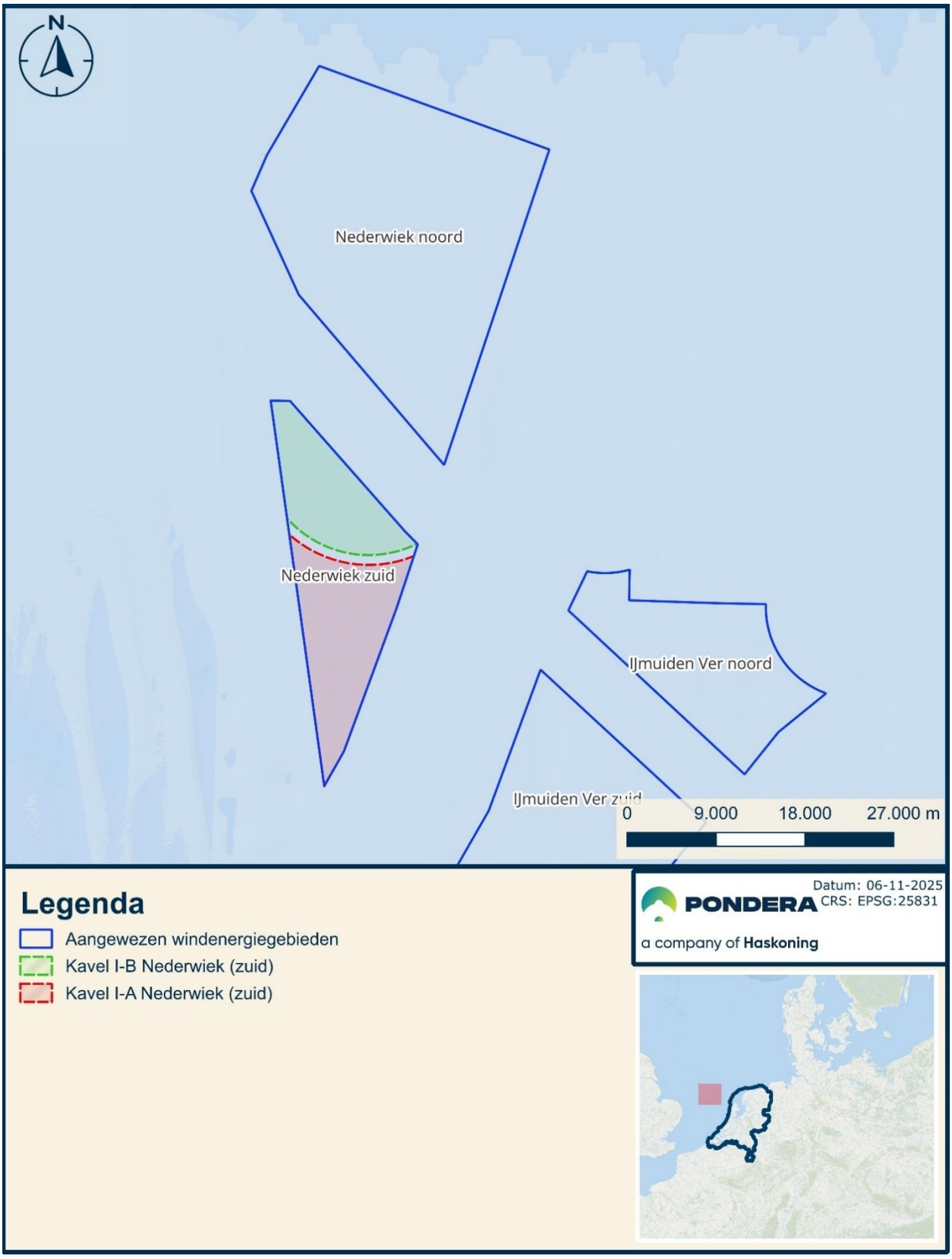
In het windenergiegebied Nederwiek worden windturbines gebouwd met een totale geplande energieopbrengst van 6 GW. Hierbinnen ligt kavel I-B, met een totale geplande energieopbrengst van 1 á 1,15 GW. Zie Figuur 5-1 voor de locatie en begrenzing van windenergiegebied Nederwiek in zijn geheel en de begrenzing van kavel I-B. 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. Dit hoofdstuk beschrijft onderstaande beoordelingscriteria voor kavel I-B. Wanneer uitsluitend over Nederwiek (zuid) wordt gesproken, kan worden aangenomen dat er voor kavel I-B geen afwijkingen zijn. Het beoordelingscriterium kustverdediging is wel opgenomen in Tabel 5-1 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.

De rest van deze paragraaf beschrijft de uitgangspunten voor de effectbeoordeling van de criteria zoals vermeld in Tabel 5-1. Eerst worden de verschillende typen windturbinefundering beschreven, waarna de ruimtelijke impact van de alternatieven wordt beschreven, gebaseerd op de type funderingen, erosiebescherming en parkbekabeling. Deze ruimtelijke impact vormt het uitgangspunt voor de effectbeoordeling.



Figuur 5-1 Locatie van kavel I-B in windenergiegebied Nederwiek (zuid).

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 meter).

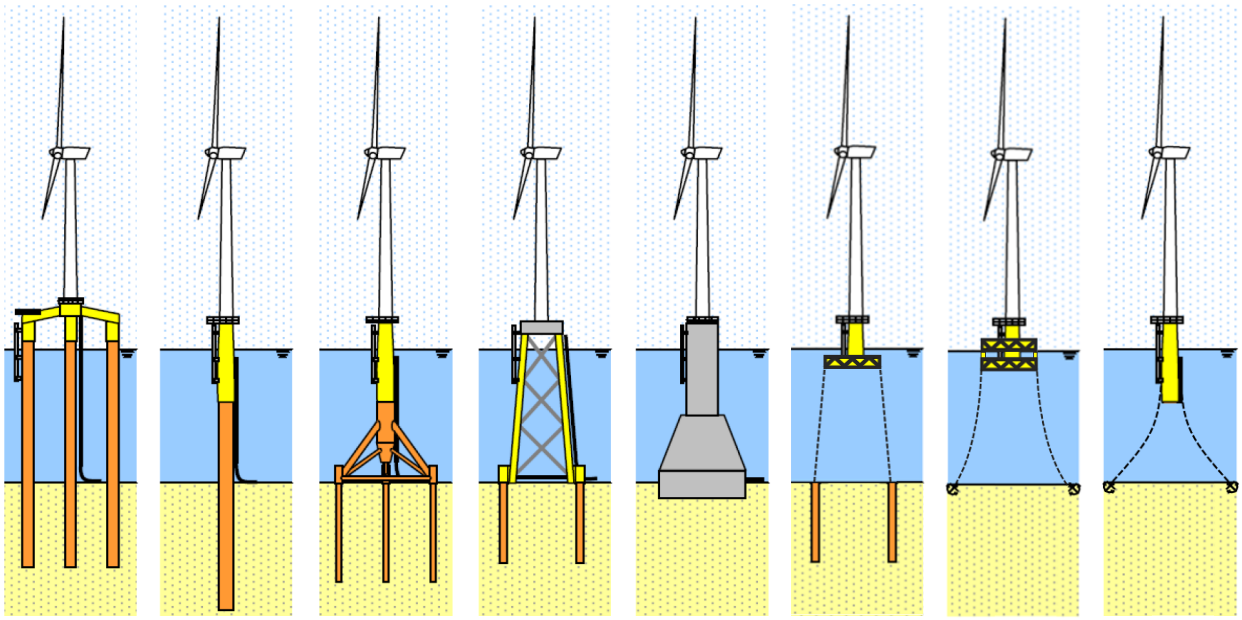
Monopile – Een enkele paal waarvan de fundering diep in het bodemsediment is geïnstalleerd om zo de laterale impact van golven, wind en getij op te kunnen vangen. Monopile funderingen zijn simpel en goedkoop om te produceren en worden daarom het vaakst toegepast in relatief ondiep water (< 30 meter).

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, gecompacteerde 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 meter).

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 meter) en op complexe zeebodems. De installatie van andere typen funderingen is in deze gebieden vaak niet mogelijk of rendabel. Drijvende funderingen lijken bovendien veel potentie te hebben voor de toekomst van windenergie op zee, vooral in grotere waterdieptes (> 50 meter). Uit bestaande, geplande projecten en van ontwerpstudies is bekend dat drijvende windturbines doorgaans voorkomen in waterdiepters van meer dan 50 meter. Op basis hiervan lijken drijvende funderingen geen voor de hand liggende optie voor kavel I-B.

Andere voordelen van drijvende funderingen 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 kavel I-B

De aanleg van het windpark gaat gepaard met het aantasten van de zeebodem. Zo zal de bodem tijdens de aanleg en operatie van kavel I-B hoofdzakelijk worden beïnvloed door de volgende werkzaamheden:

- Het verwijderen van onontplofte oorlogsresten en wrakken;
- Het inbrengen van de parkbekabeling 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.

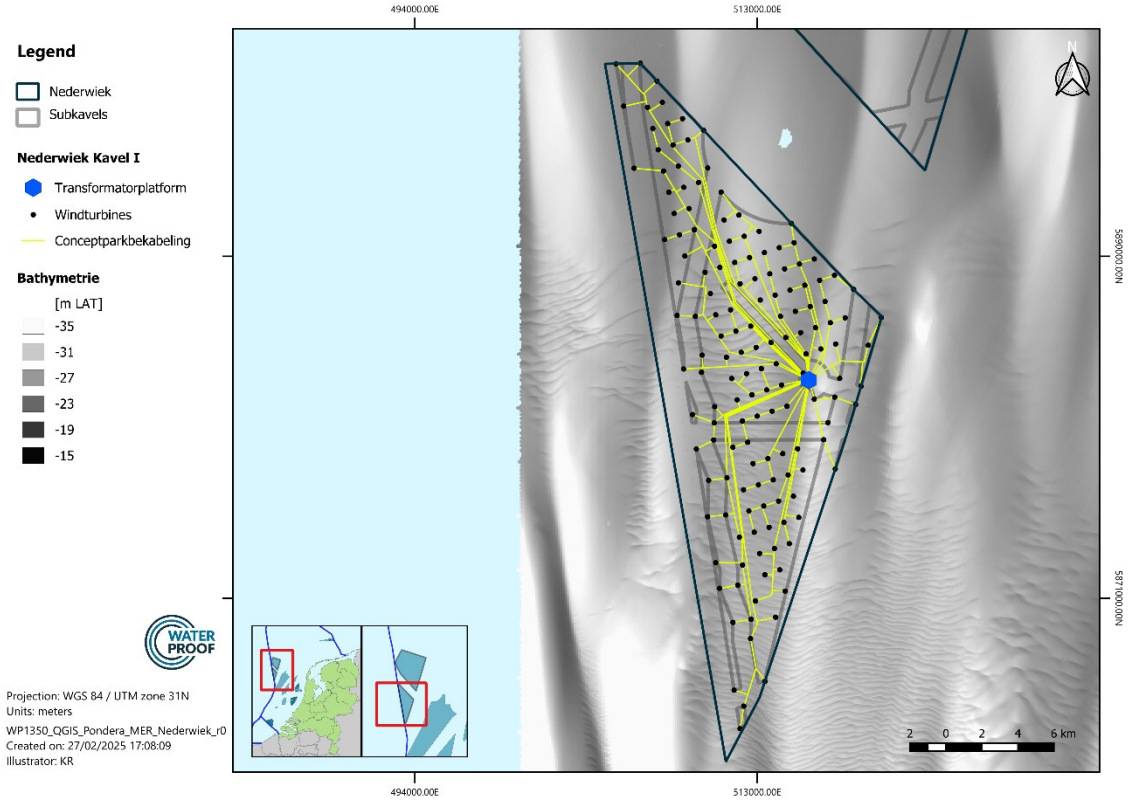
Het effect van de laatstgenoemde werkzaamheid is blijvend, gedurende de levensduur van het windpark, waar de anderen slechts tijdelijk zijn. In deze sectie wordt de directe ruimtelijke impact bepaald van het beroeren van oppervlakten van de zeebodemvoor de bovengenoemde werkzaamheden. Deze bepaling dient als afbakening van het beoordelingskader voor de effecten op de morfologie en hydrodynamica.

Verwijdering van ontplofbare oorlogsresten en (archeologische) wrakken
Het verwijderen van onontplofte oorlogsresten en wrakken zal als voorwerk plaatsvinden om de windturbinefunderingen, erosiebeschermingen en parkbekabeling aan te kunnen brengen[50]. Omdat het verwijderen van de onontplofte 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 onontplofte 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 17.000 m^2 en 32.500 m^2 voor kavel I-B.

Aanleg parkbekabeling
Wat betreft de invulling van kabelstructuur is nog weinig informatie beschikbaar. Wel is bekend dat de windparken in Nederwiek (zuid), kavel I-A en kavel I-B, zullen worden uitgerust met één 2-GW-transformatorstation. Zowel de parkbekabeling van kavel I-A als kavel I-B wordt hierop aangesloten. 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 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:

- Een totale kabellengte van een conceptuele indeling voor 76 windturbines van 15 MW verspreid over Nederwiek kavel I-B met 6 windturbines per streng. Dit is 76 windturbines over 14 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)[51].
- Een 20% afname (doordat de conceptuele kabelinfrastructuur nog geoptimaliseerd kan worden in de totale benodigde lengte).
- Een beroerde zone met een breedte van 15 meter dwars op de kabellengte, wat de maximale (worst-case aanname) breedte van een trencher is.

[50] De (mogelijke) ligging van ontplofbare oorlogsresten en (archeologische) wrakken wordt behandeld in hoofdstuk 10 in paragrafen 10.12 en 10.14.
[51] 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, begraafdiepte, 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.



Figuur 5-3 Conceptuele parkbekabelinginfrastructuur benodigd om de 76 15 MW-turbines van kavel I-B met het transformatorplatform te verbinden. Hoewel het figuur de gehele kavel toont, heeft de toelichting in de tekst uitsluitend betrekking op het bovenste deel van de kavel (kavel I-B).

De totale geschatte benodigde parkkabellengte van kavel I-B die volgt uit de berekening is afgerond 167 km en de ruimtelijke impact is 2.402.500 m^2 voor de conceptuele indeling. In het geval van 20MW windturbines hoeven er minder windturbines op een streng aangesloten te worden bij een vast aantal aansluitingen van 14. Dit zal naar verwachting leiden tot een kleinere ruimtelijke impact. Naar verwachting is een kabelinfrastructuur horend bij een windpark met 15-MW windturbines dus een worst-case scenario en met 20MW windturbines een best-case. Aan de hand van schaling met het aantal windturbines is voor de berekende maximale bodemberoering bij 76 windturbines (15% overplanting) geschaald naar de overige alternatieven (15 of 20MW windturbines en overplantingspercentages van 0 en 15%). De geschatte ruimtelijke impact van de verschillende alternatieven wordt gepresenteerd Tabel 5-2. De geschatte ruimtelijke impact varieert tussen de 1.570.000 en 2.402.500 m^2, wat overeenkomt met 1.42% en 2,18% van het oppervlak van kavel I-B.

Tabel 5-2 Geschatte kabellengte en ruimtelijke impact als gevolg van de aanleg van de parkbekabeling voor de alternatieven

Alternatief	Overplanting (%)	Aantal windturbines	Vermogen per windturbines (MW)	Geschatte lengte parkbekabeling (km)	Geschatte ruimtelijke impact parkbekabeling (m^2)
1a	0	67	15	146	2.104.000
2a	0	50	20	109	1.570.000
1b	15	76	15	167	2.402.500
2b	15	57	20	126	1.805.500

Drukken van steunpoten van jack-up schepen tijdens de aanleg van 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 meter (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 m^2, wat neerkomt op een diameter van 6.3 meter per steunpoot.
- Voltaire (Jan de Nul): nieuw gebouwd schip met 4 steunpoten van 250 m^2, wat neerkomt op een diameter van 8.9 meter. Het schip zal als eerste project 14MW windturbines gaan plaatsen in windpark Dogger Bank.
- Aeolus (Van Oord): 4 steunpoten van 4.5 meter diameter, wat neerkomt op een oppervlak van 15.9 m^2 per steunpoot.
- Boreas (Van Oord): nieuw gebouwd schip voor de aanleg van 20MW windturbines, 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 windturbines 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 een windpark in kavel I-B. Dit blijkt ook uit aangekondigde bestellingen van aannemers zoals Van Oord (Boreas). Die bestellen grotere jack-up schepen om 20 MW windturbines aan te kunnen leggen in de toekomst. Daarom wordt een diameter van 20 meter als conservatieve inschatting aangehouden. Als wordt uitgegaan van 4 ronde steunpoten met een diameter van 20 meter, dan is het oppervlak voor een jack-up schip circa 314 m^2 per steunende poot en 1250 m^2 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 schaalt de impact alleen met het aantal windturbines. De resultaten voor de alternatieven zijn weergegeven in Tabel 5-3. De impact varieert naar verwachting tussen de 63.000 en 96.000 m^2, wat overeenkomt met 0,057% en 0,087% van het oppervlak van kavel I-B. Een groter aantal windturbines van 15 MW heeft een grotere ruimtelijke impact dan een kleiner aantal 20 MW windturbines 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.

Alternatief	Overplanting (%)	Aantal windturbines	Vermogen per windturbine (MW)	Geschatte ruimtelijke impact jack-up poten (m^2)
1a	0	67	15	84.000
2a	0	50	20	63.000
1b	15	76	15	96.000
2b	15	57	20	72.500

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 windturbines 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 windturbine met ankerlijnen): bodemberoering door de ankerlijnen = 0.25 maal de kabellengte van 100 meter over een afstand van maximaal 10 meter.

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 meter zijn aangehouden. Deze zijn relatief groot, maar niet buitenproportioneel. Tevens wordt er in dit MER uitgegaan van 3 ankerlijnen zoals ook in het concept ontwerp is aangehouden voor een 15 MW windturbine (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, wordt er uitgegaan van een situatie waarin 1/4de van de 100 meter lange kabel op de bodem ligt en 10 meter 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 circa 6,0-9,5 MW windturbines is bekend dat ze alleen in grotere waterdieptes (> 60 meter) voorkomen (Diaz et al., 2022) waar de waterdieptes in het

beoogde windenergiegebied slechts variëren tussen de 25 en 33 meter 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 windturbines zorgen voor de kleinste permanente ruimtelijke impact (best-case op gebied van funderingen en erosiebescherming). Gravity-based-funderingen met 20 MW windturbines leiden tot de grootste permanente ruimtelijke impact (worst-case op gebied van funderingen en erosiebescherming).

Tabel 5-4 Totaal oppervlak fundering en erosiebescherming (kavel I-B). 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 windturbine (m^2)	Totaal oppervlak erosie-bescherming (m^2)*	Totaal oppervlak (m^2)*	Totaal oppervlak alternatief overplanting 15% (m^2)*
Jacket Ø 3 m (15 MW)	4	1.900	679	45.500	47.400	53.800
Jacket Ø 5 m (20 MW)	4	3.900	1.885	94.300	98.200	111.900
Monopile Ø 11,5 m (15 MW)	1	7.000	831	55.700	62.700	71.100
Monopile Ø 15,0 m (20 MW)	1	8.800	1.414	70.700	79.500	90.700
Tripod Ø 3,0 m (15 MW)	3	1.400	509	34.100	35.500	40.300
Tripod Ø 5,0 m (20 MW)	3	2.900	1.414	70.700	73.600	84.000
Suction bucket Ø 20,0 m (15 MW)	1	21.000	7.540	505.200	526.200	596.900
Suction bucket Ø 30,0 m (20 MW)	1	35.300	16.965	847.800	883.500	1.007.300
Gravity-based Fundatie Ø 40,0 m (15 MW)	1	84.200	10.053	673.600	757.800	859.500

Gravity-based Fundatie Ø 50,0 m (20 MW)	1	98.200	15.708	785.400	883.600	1.007.300
Drijvend (met ankers), Ø 7.0 (15 MW)	3**	7.700	750***	50.300***	58.000	65.800
Drijvend (met ankers), Ø 7.0 (20 MW)	3**	5.800	750***	37.500***	43.300	49.300

*Deze waarden zijn afgerond op honderdtallen.
**De drijvende funderingen zijn verankerd met drie 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 de 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 ontplofbare 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 windturbines worden geplaatst waardoor er meer kabels moeten worden aangelegd om alle windturbines 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 windturbines 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 ontplofbare 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 windturbines van 20 MW ook een grotere fundering nodig wat leidt tot een vergrote ruimtelijke impact ondanks dat het aantal windturbines 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 1.723.600 – 3.288.800 m^2 wat overeenkomt met 1,57 tot 2,99% van het gehele oppervlak van kavel I-B. Voor de effectenbeoordeling van de hieronder toegelichte beoordelingscriteria vormt de in de voogeaande alineas vastgestelde ruimtelijke impact het uitgangspunt 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	2.104.000	84.000	35.500	673.600	22.000	28.600	2.245.500	2.890.200
2a	1.570.000	63.000	73.600	883.600	17.000	25.100	1.723.600	2.541.700
1b	2.402.500	96.000	40.300	757.800	25.000	32.500	2.564.200	3.288.800
2b	1.805.500	72.500	84.000	1.007.300	19.000	28.800	1.981.600	2.914.100

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

5.1.3.1 Basisalternatieven

Er worden in dit hoofdstuk twee basisalternatieven beschouwd voor het vermogen van de windturbines: 15 MW en 20 MW per windturbine, waar respectievelijk 67 en 50 windturbines nodig zijn om tot de beoogde 1,0 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 kavel I-B. 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 67 15 MW windturbines en een gravity-based-fundering met 50 20 MW windturbines.

In de voorgaande secties is bepaald dat andere werkzaamheden zoals de plaatsing van de windturbines 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 windturbine 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 windturbine 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.*

5.1.3.2 Overplantingsalternatieven

In dit hoofdstuk wordt het overplantingsscenario van 15% (1,15 GW energieopbrengst beschouwd). Hierbij worden er in plaats van 67 (15 MW), 76 (15 MW) geplaatst en in plaats van 50 windturbines (20 MW), worden er 57 (20 MW) windturbines geplaatst.

Middels deze overplanting van 15% wordt de totale capaciteit van 1 GW overschreden (1,15 GW). Hierbij is de aanname gedaan dat de windturbines zo evenredig als mogelijk verdeeld worden over kavel I-B en dat daarmee de onderlinge afstand tussen de windturbines slechts beperkt afneemt. Net als voor de basisalternatieven is voor het overplantingsalternatief van 15% ook uitgegaan van een best- en worst-case-scenario. De beoordelingscriteria worden in de volgende paragrafen besproken.

- *Overplantingsalternatief 1b (minste permanente bodemberoering, best case): idem als alternatief 1 maar met 76 windturbines (15% meer).*
- *Overplantingsalternatief 2b (meeste permanente bodemberoering, worst case): idem als alternatief 2, maar met 57 windturbines (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 Verengd 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-B 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 meter, zandgolven aanwezig zijn. Zandgolven zijn overwegend haaks op de getijdestroming georiënteerd, hebben een golflengte van circa 200-1000 meter 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 meter, 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 meter 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 paragraaf 5.1.7). 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 µm). Het onderscheid tussen deze verschillende sedimentfracties is belangrijk omdat deze zich anders gedragen in het water en in de bodem (zie paragraaf 5.1.7). 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

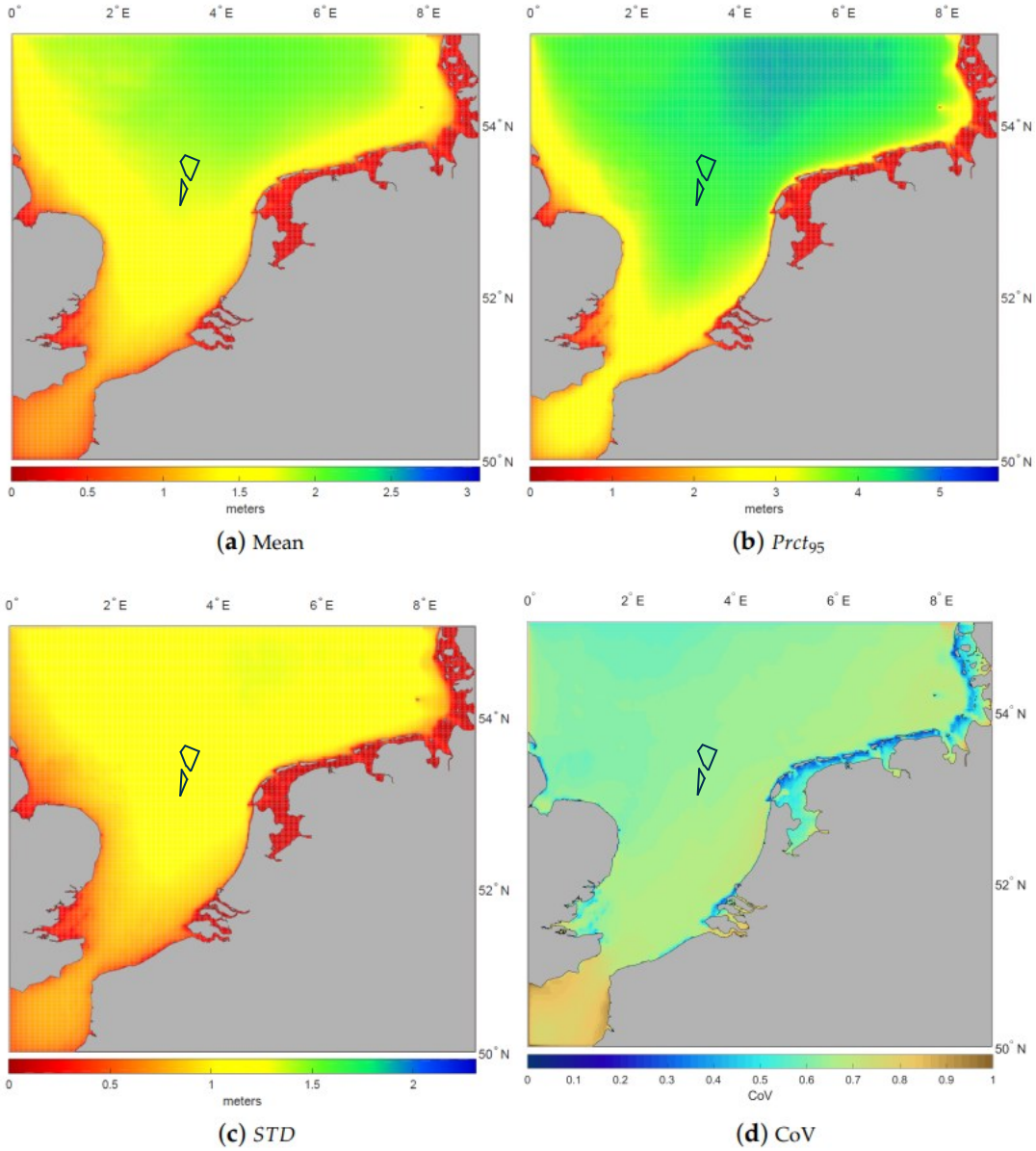
5.2.1 Huidige situatie

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.

5.2.1.1 Golven

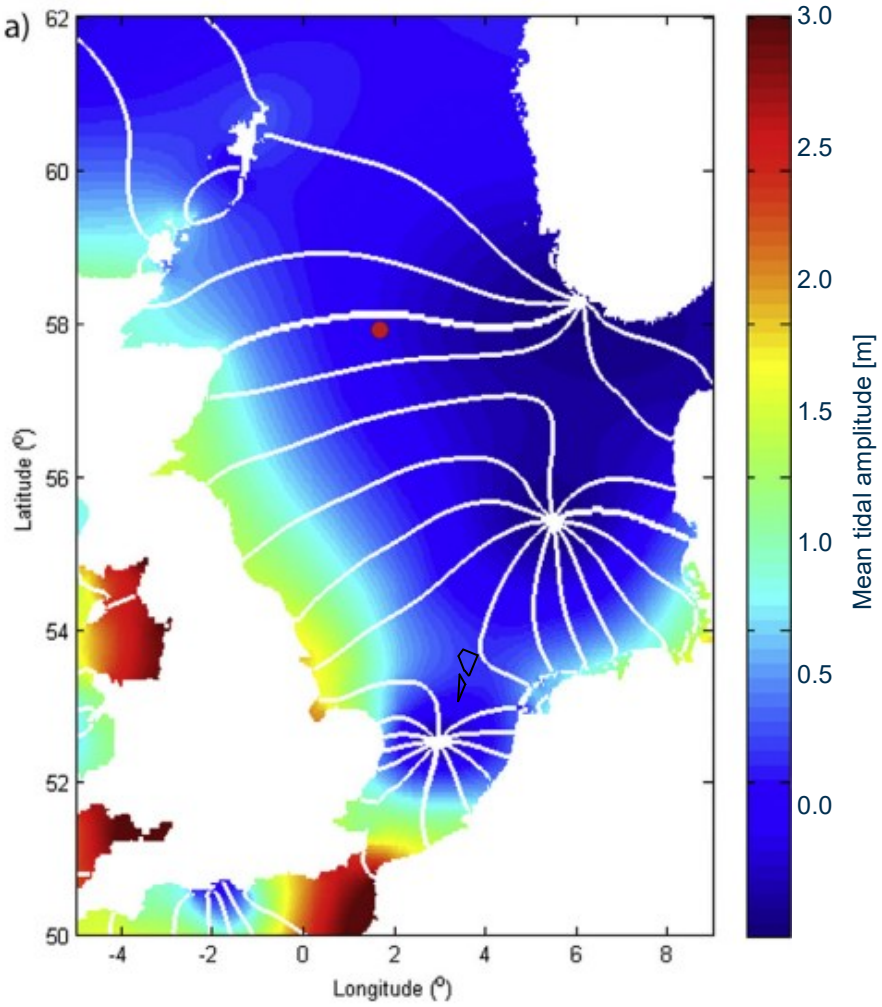
De meeste golven in het windenergiegebied Nederwiek komen uit noordelijke en zuidwestelijke richting. De onderliggende deining, die in de Atlantische Oceaan ontstaat en zich via de noordelijke Noordzee richting Nederland beweegt, komt met name uit het noorden tot noordwesten. Figuur 5-4 geeft de karakteristieken 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 kavel I-B volgend uit deze berekeningen is ca. 1,5 – 2,0 meter. Er wordt hier een range gegeven vanwege de modelonzekerheid. De gemiddelde golfperiode is tussen de 5,0 en 6,0 seconce en de standaarddeviatie hiervan is circa 1,0-1,5 seconde.



Figuur 5-4 Statistieken van de hindcast van golfhoogte Hm0 in de periode 1980-2017. Bron: Lavidas & Polinder (2019). Windenergiegebied Nederwiek is in het zwart weergegeven

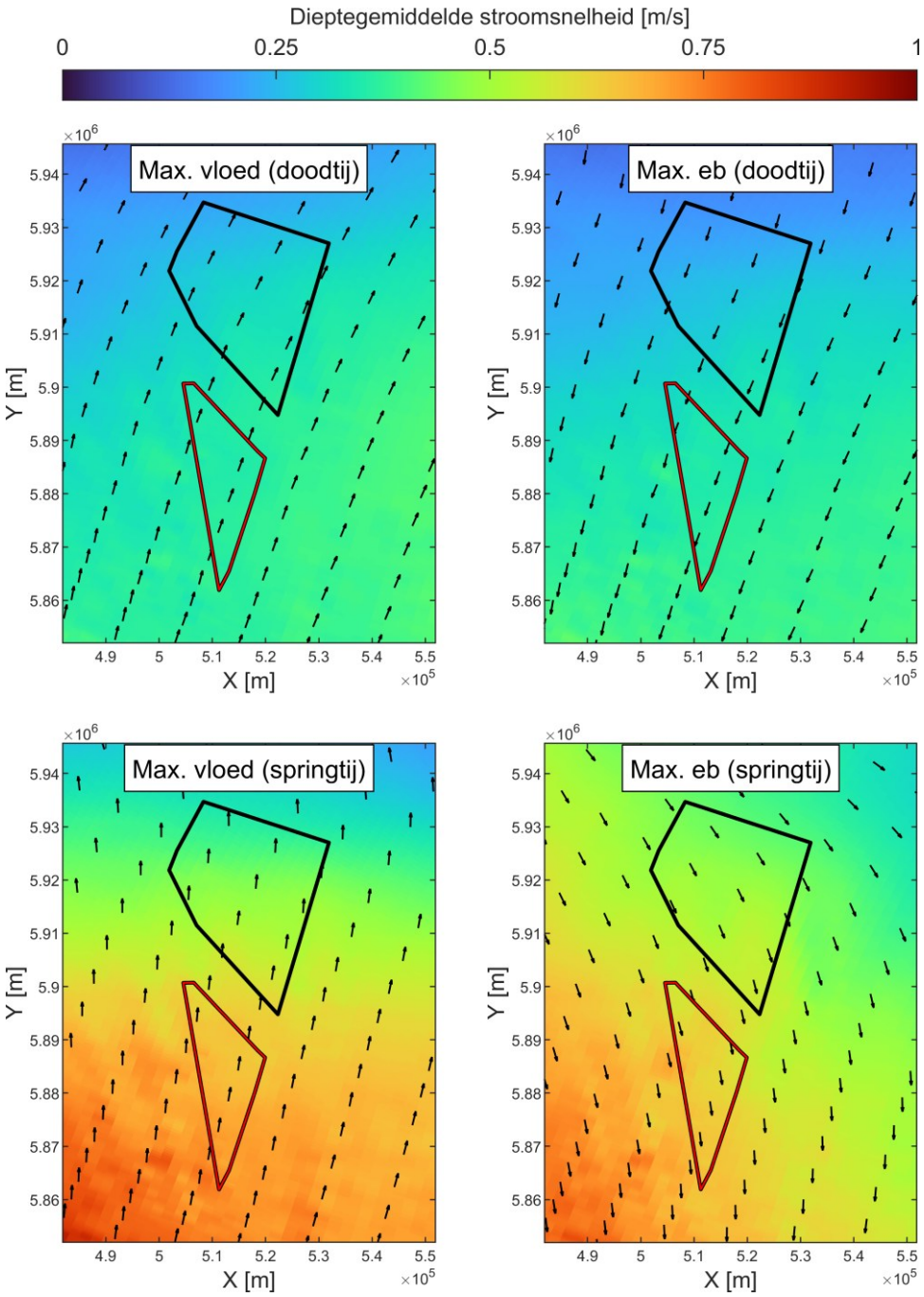
5.2.1.2 Waterbeweging

Het gemiddelde getijverschil langs de Hollandse kust neemt toe van noord (Den Helder: 1,4 meter) naar zuid (Scheveningen: 1,7 meter) 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 Nederwiek is het getijverschil gemiddeld circa 0,9 meter (Nauw et al., 2015) en varieert over een doodtij-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 doodtij, wanneer de zon en maan onder een hoek van 90 graden met elkaar staan iets lager. In Figuur 5-5 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 doodtij 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 kavel I-B (bovenste panelen) en tijdens doodtij (onderste panelen). De stroomsnelheden zijn verkregen met het DCSM-model. Kavel I-B is weergegeven in het rood en de overige kavels in het zwart.

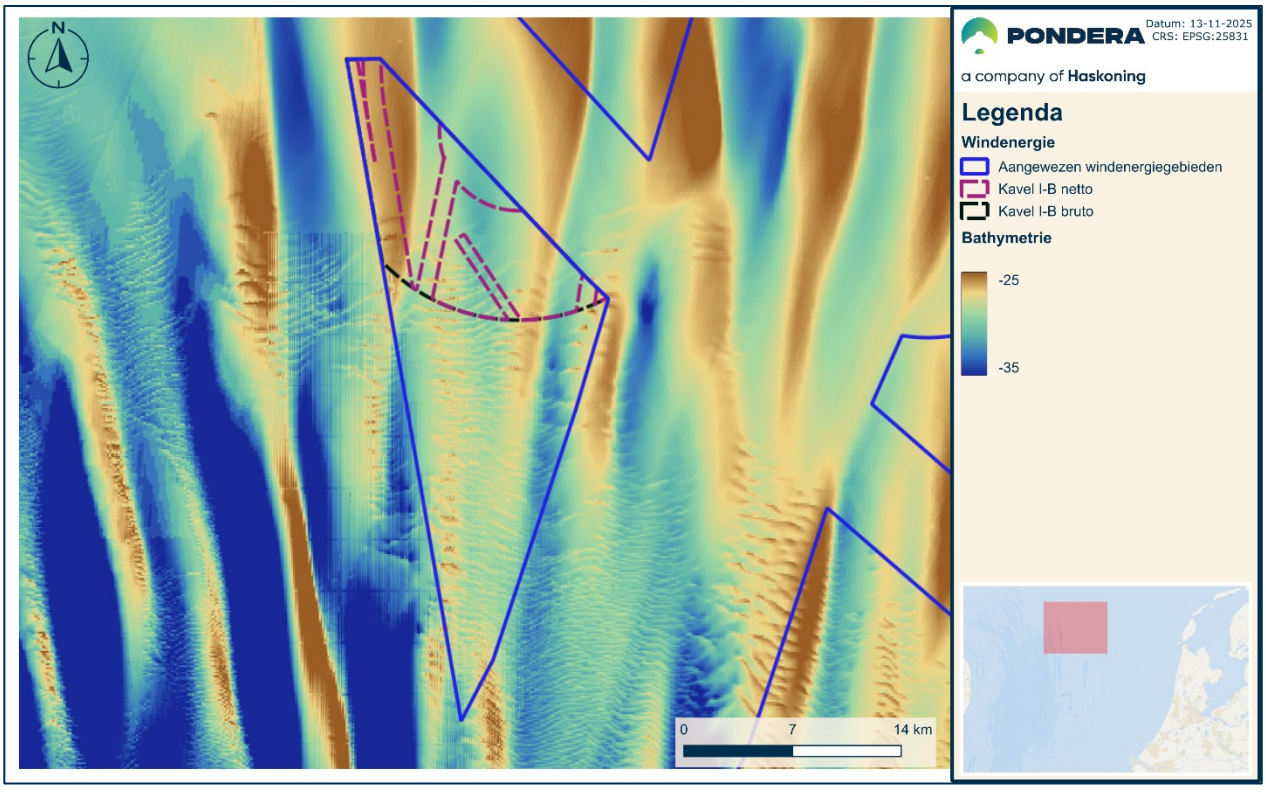
5.2.1.3 Waterdiepte en bodemvormen

De morfologie is gebaseerd op bodemsurveys van de Hydrografische Dienst met een resolutie van 20-25 meter. Uit de bodemsurveys blijkt dat de morfologie in kavel I-B 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 meter LAT op de aanwezige zandbanken tot circa -33 meter LAT tussen de banken in (Figuur 5-7). De zandbanken hebben daarmee een hoogte van circa 5 meter ten

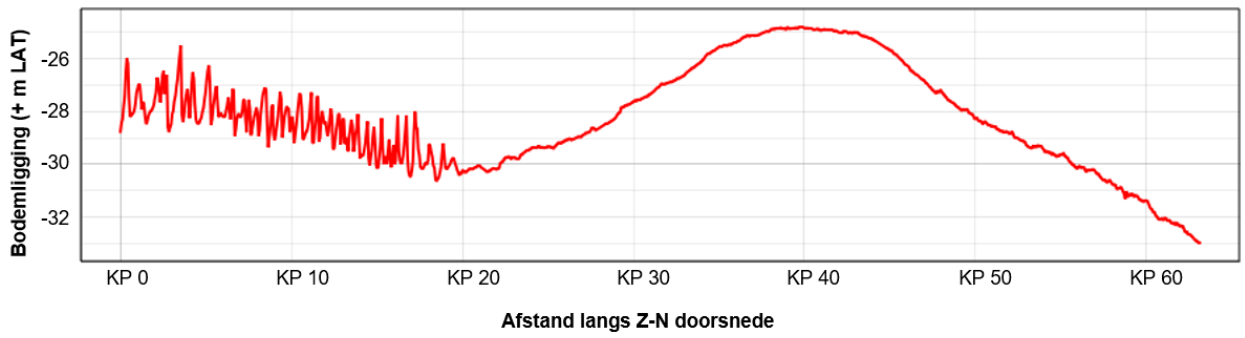
opzichte van de scheidende troggen en zijn zuid-noord georiënteerd. De zandbanken zijn over het algemeen zeer stabiel (WaterProof, 2022).

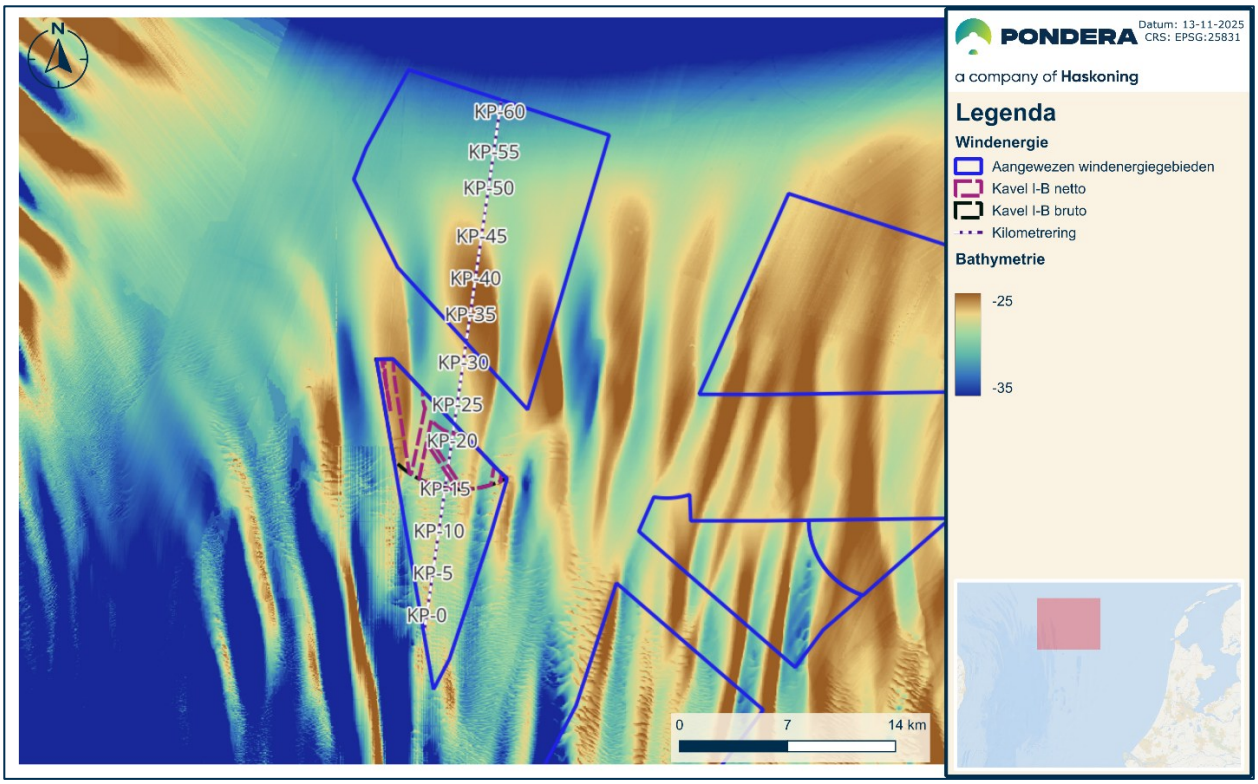
Gepositioneerd boven op de zandbanken en in de troggen liggen zandgolven. Zandgolven zijn migrerende bodemvormen in de dominante stroomrichting. De oriëntatie van de toppen en dalen van de zandgolven is dwars op deze stroomrichting. De oriëntatie van deze zandgolven boven op de zandbanken is te zien in Figuur 5-7. De zandgolven zijn niet aanwezig in het noordelijkste punt van kavel I-B. 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-B te illustreren. De figuur laat zien dat de zandgolven verdwijnen richting het noorden, grofweg bij de noordelijke grens van kavel I-B op KP (kilometerpunt) 20. De zandgolven hebben een hoogte variërend tussen de 1,5 en 3 meter.

In windenergiegebied Nederwiek kunnen megaribbels voorkomen; hiervoor ontbreekt de benodigde resolutie in de bathymetrische data, die 20-25 meter is. Deze bodemvormen hebben doorgaans een golflengte van circa 5-15 meter en kunnen daarom niet onderscheden 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 meter) bodemvormen (zoals ribbels); deze reageren het meest direct op de hydrodynamische processen.



Figuur 5-7 Bathymetrie in het windenergiegebied Nederwiek gebaseerd op recent uitgevoerde bodemsurveys.

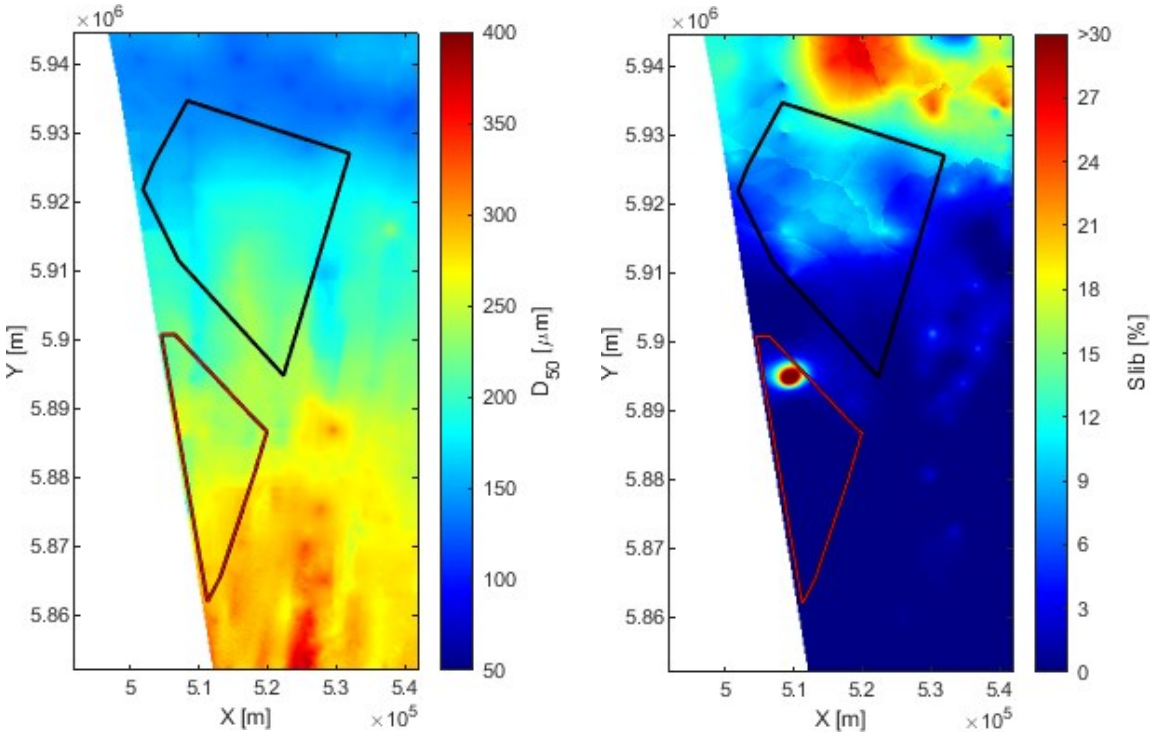




Figuur 5-8 Bovenste paneel: doorsnede van de bodemligging in het windenergiegebied Nederwiek van zuid naar noord. Onderste paneel: locatie van de doorsnede inclusief kilometrering (KP = kilometerpunt).

5.2.1.4 Bodemsamenstelling

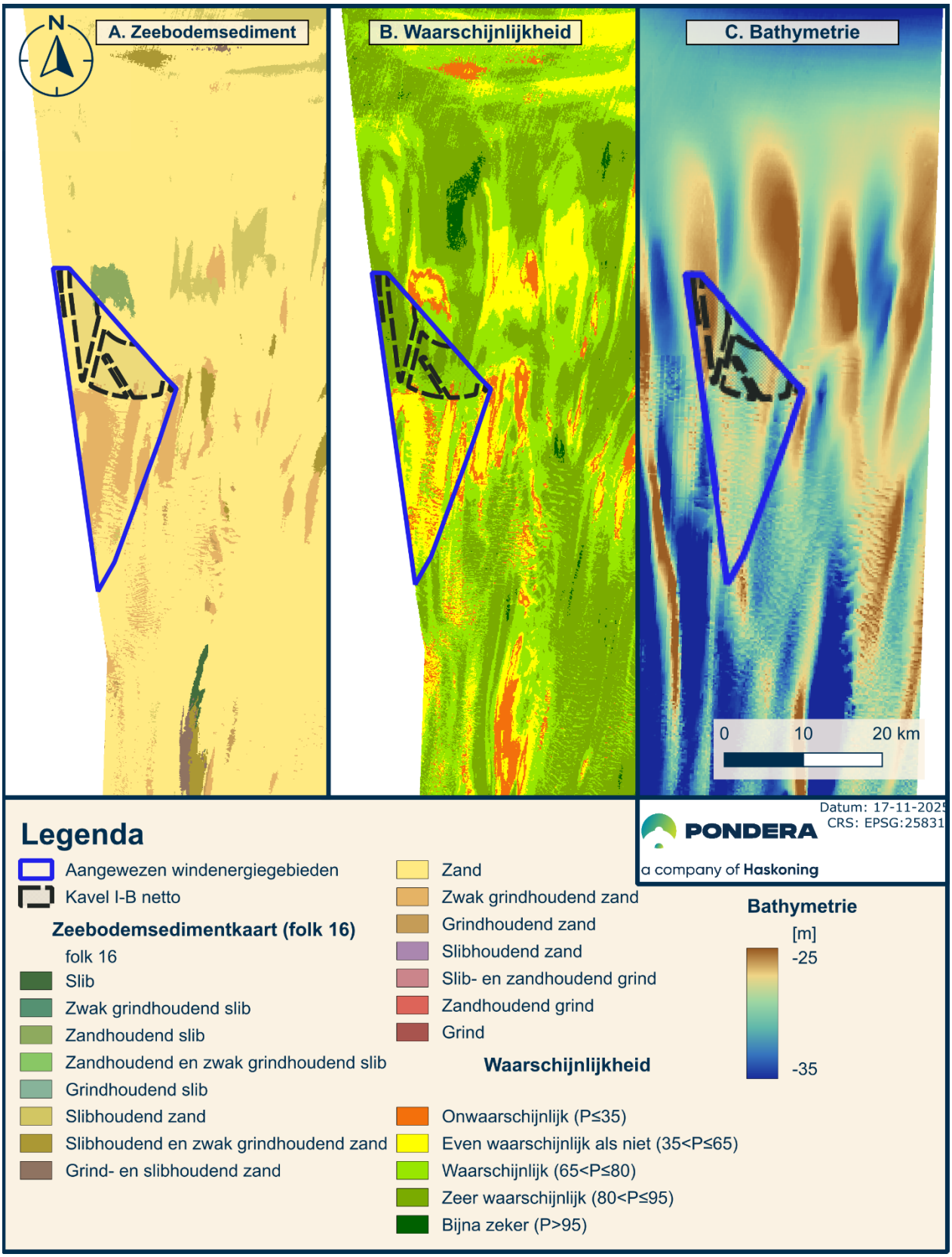
De gemiddelde korreldiameter van zeebodemsediment in de zuidelijke Noordzee vertoont een zekere samenhang met de waterdiepte en de stroomsnelheid. Diepere en verder noordwaarts gelegen gebieden zijn fijnkorreliger dan ondiepere gebieden voor de Hollandse kust (Niessen & Schüttenhelm, 1986). De zeebodem ter plaatse van kavel I-B bestaat voor het grootste gedeelte uit matig fijn tot matig grof zand (korrelgrootte (D_{50}) van 180-300 µm) met een zeer laag slibgehalte van 0% met uitzondering van het noordelijk deel van kavel I-B, waar een hoge lokale slibconcentratie van 50% aanwezig is (zie Figuur 5-9). Ten noorden van kavel I-B 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.



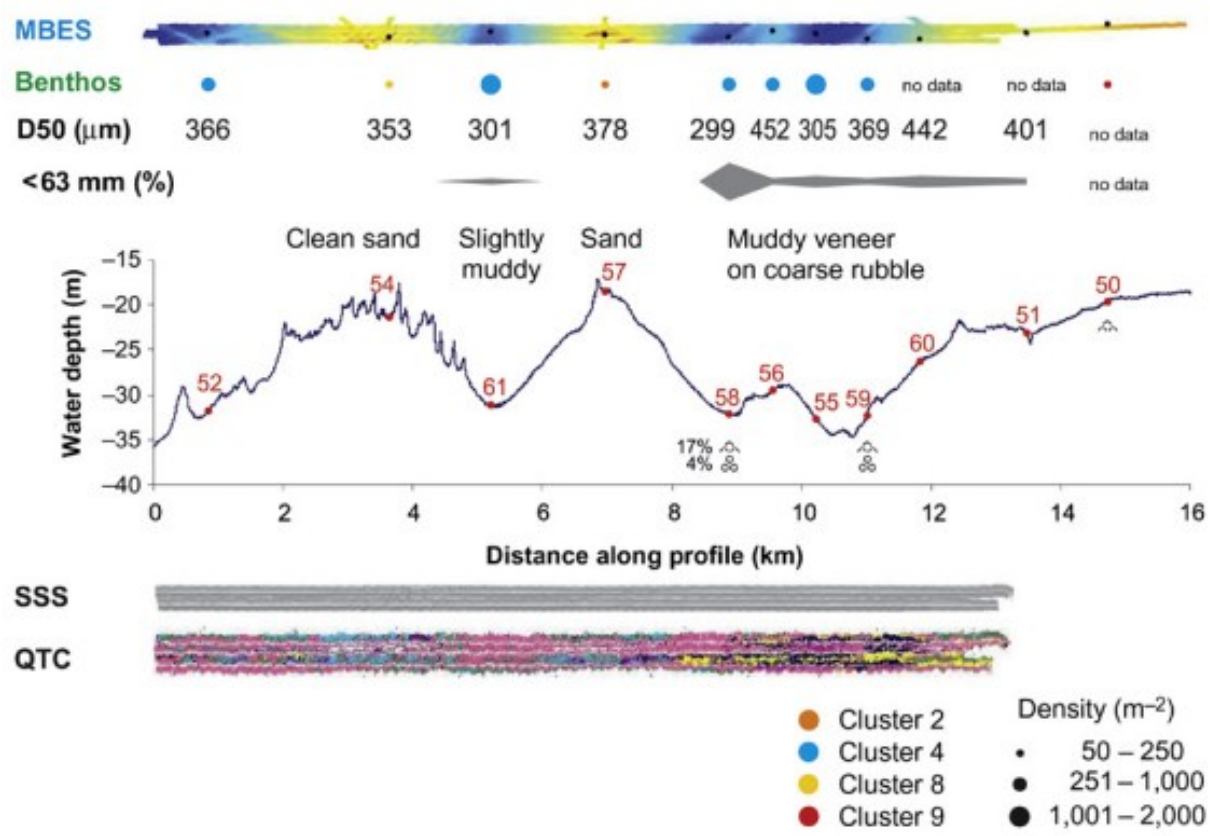
Figuur 5-9 Mediane korrelgrootte (D50) links en percentage slib van het sediment in de bovenste laag van de bodem op de Noordzee. Nederwiek (zuid) is weergegeven in het rood. Bron: TNO, SedimentAtlas.

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 windenergiegebied Nederwiek. Figuur 5-10 laat zien dat de troggen met zwak grindhoudend zand zich met name ten zuiden van kavel I-B bevinden. Volgens de zeebodemsedimentkaart is in kavel I-B met name zand te vinden. 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 korrelgrootte bepaald langs 2 doorsnedes van zandgolven bij de Thornton en Brown Banks (waterdieptes tussen 15-45 meter). 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 wordt 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).



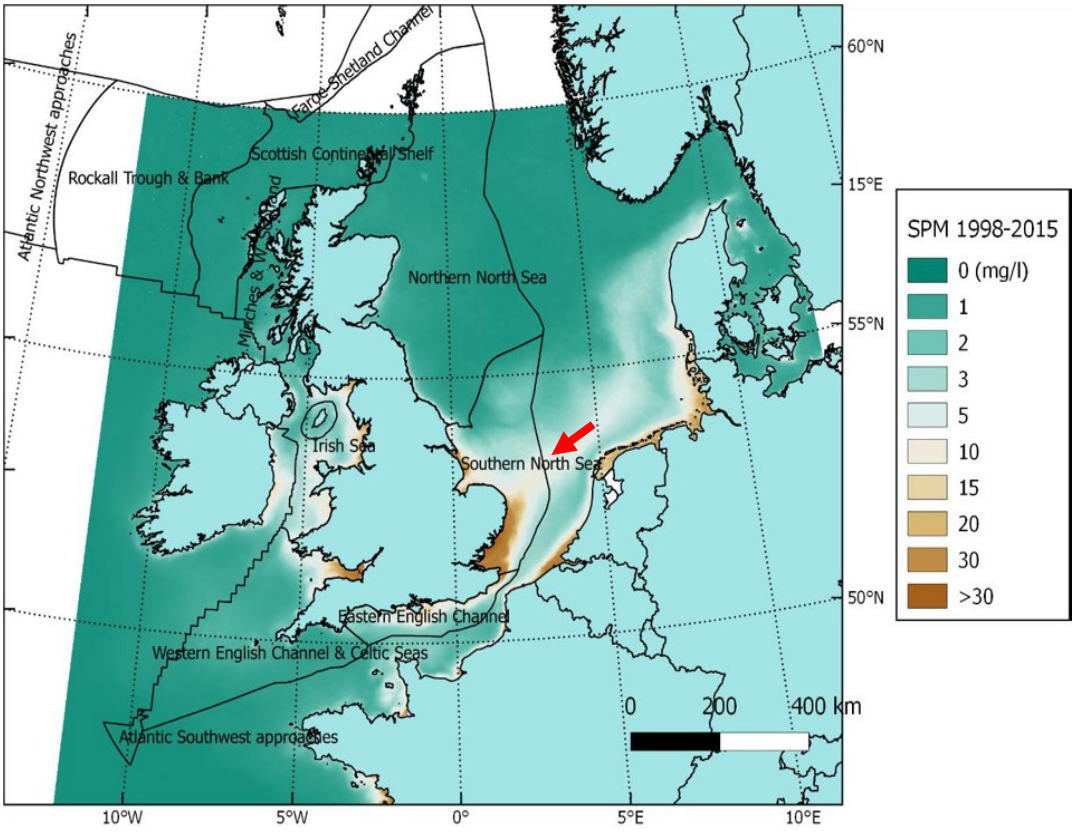
Figuur 5-11 Onder andere D50 (micrometer) en percentage slib (%) langs een doorsnede van een zandbank. Bron: van Dijk et al. (2012).

5.2.1.5 Troebelheid en waterkwaliteit

De troebelheid van het water wordt bepaald door het gehalte aan zwevend materiaal in de waterkolom. Wind, getijstromingen 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 windenergiegebied Nederwiek de slibwolk van de Thames steekt het Kanaal over naar Denemarken en verhoogt daarmee de concentratie zwevend stof in het gebied van windenergiegebied 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 windenergiegebied 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 in januari de concentratie zwevend stof ca. 15 – 20 mg/L is. 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.

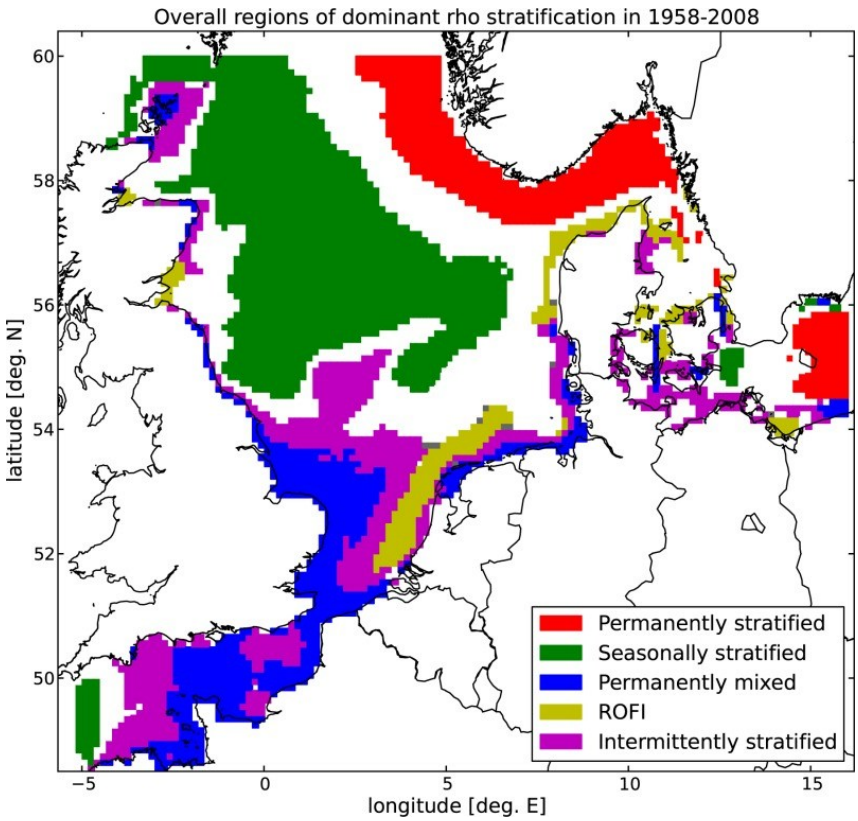


Figuur 5-12 Gemiddelde jaarlijkse concentratie zwevend stof op de Noordzee tussen 1998 en 2015. Bron: UK Marine Monitoring and Assessment Strategy (UKMMAS).

5.2.1.6 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).

5.2.1.7 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 kavel I-B 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 windenergiegebied Nederwiek verder af ligt van de kust waar rivieren sediment aanvoeren, is de slibflux in diep water op de locatie van windenergiegebied Nederwiek veel kleiner.

5.2.2 Autonome ontwikkeling

In de autonome ontwikkelingdoen op de locatie van windenergiegebied Nederwiek geen veranderingen voor die de morfologische en hydrodynamische processen wezenlijk zullen beïnvloeden. De referentiesituatie 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. Eén van deze autonome processen is de zeespiegelstijging.

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). Indien er al een besluit is genomen over deze windparken, zou ditgezien 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.

5.3 Effectbeschrijving

De effecten van een windpark in kavel I-B binnen windenergiegebied Nederwiek op het aspect ‘morfologie en hydrologie’ 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.

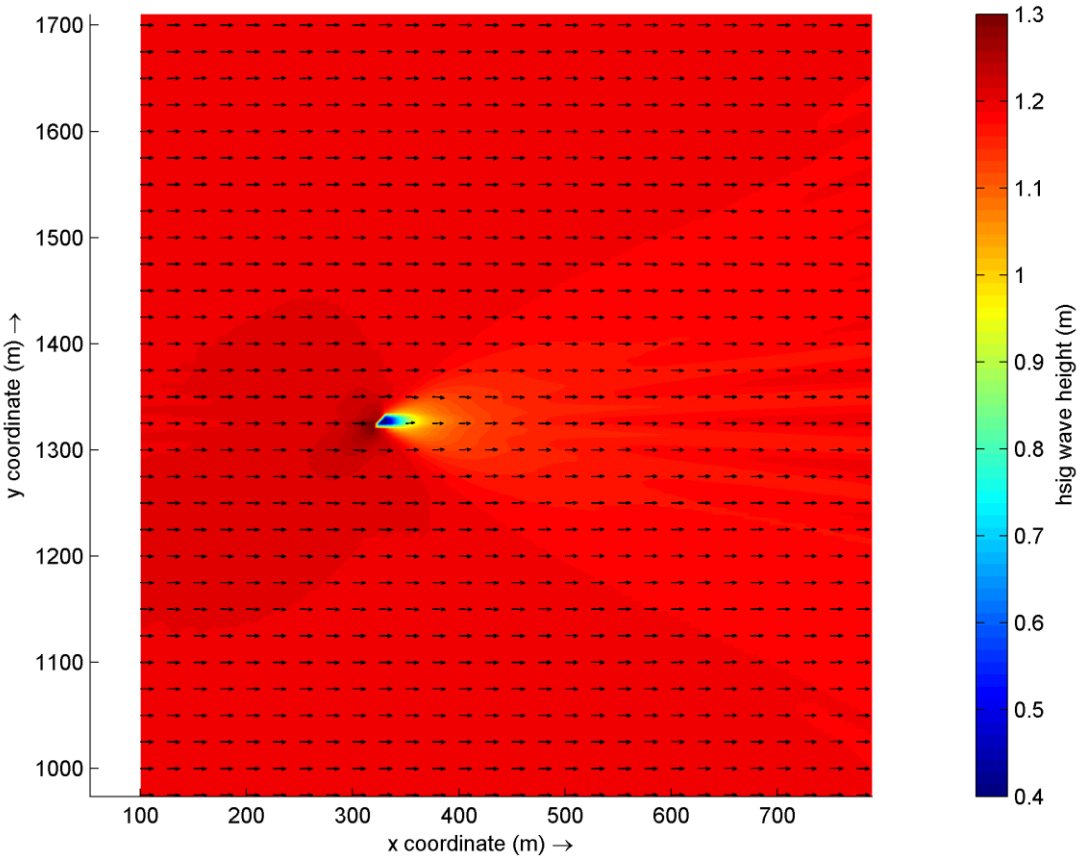
5.3.1 Effecten tijdens de exploitatie

5.3.1.1 Golven

In een windpark in kavel I-B 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 nameljik dat de golven lokaal enigszins worden 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[52] is het effect van een constructie met een diameter van 10 meter 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 meter) en dat achter de constructie de golfhoogte lokaal sterk afneemt (-0,5 meter). De grootste afname is zichtbaar over een afstand van circa 100 meter. 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 (Hs = 1,2 m, Tp = 6 s, dir = 270°).

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

[52] *Derde generatie ondiep water golf model: http://swanmodel.sourceforge.net, zie voor meer informatie Zijl et al. 2021*

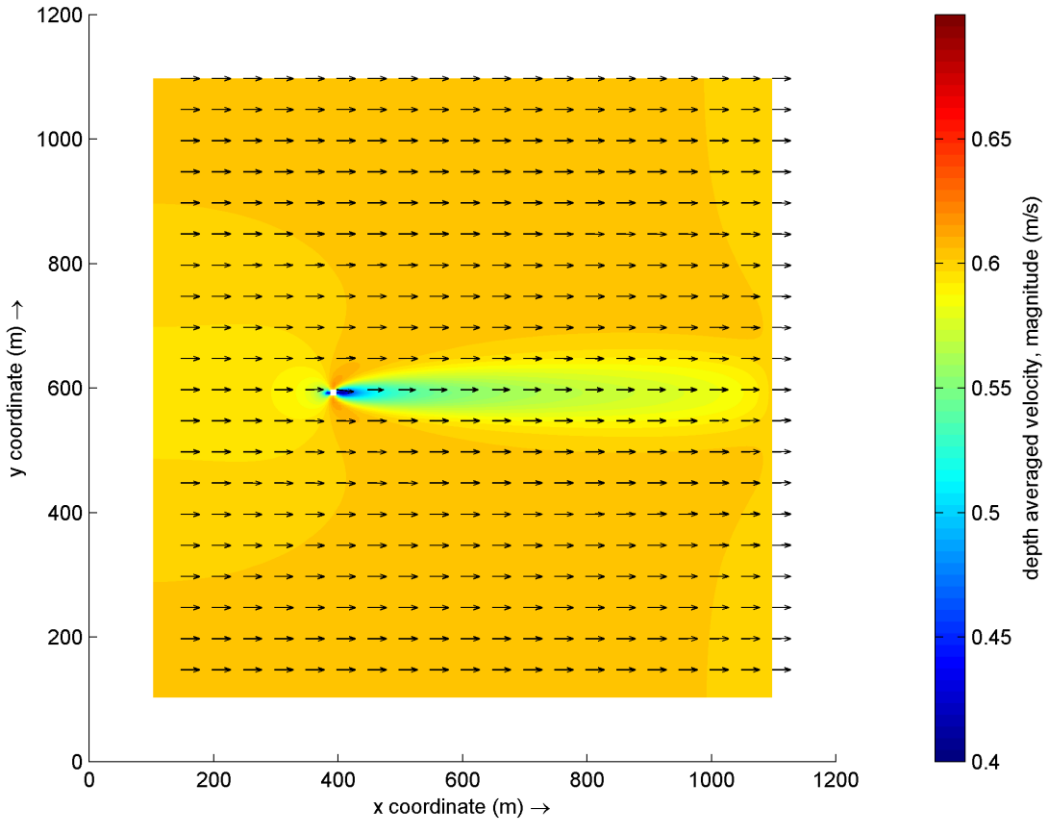
van de beschouwde alternatieven en de beschouwde overplantingsalternatieven. Alle alternatieven worden daarom licht negatief beoordeeld (0/-).

5.3.1.2 Waterbeweging (waterafstand en stroming)

Een windpark heeft ook invloed op de waterbeweging rondom de funderingen. Ook hier is de invloed van de fundering afhankelijk van de openheid van de constructieve 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 meter 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 een windpark in kavel I-B. 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

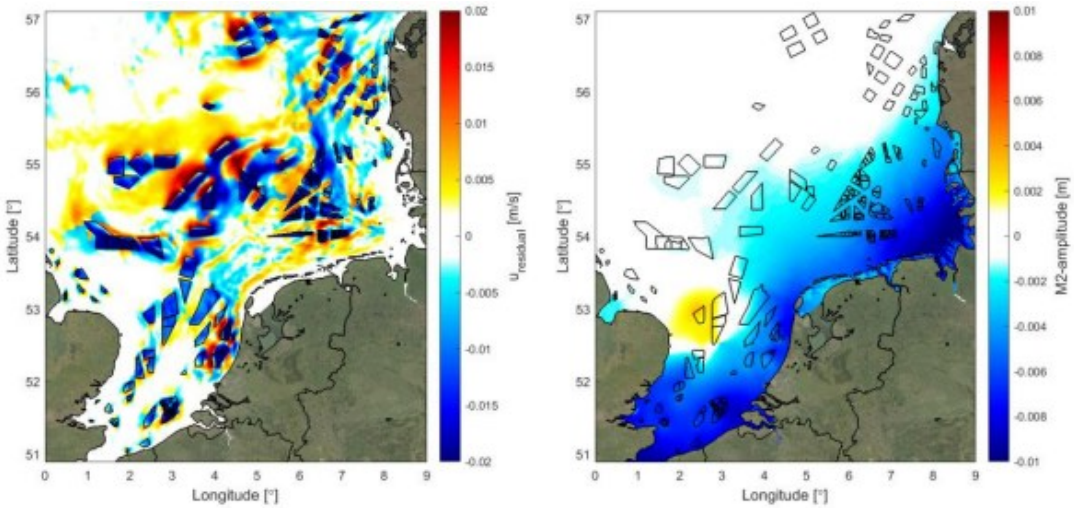
Een drijvende fundering in de vorm van een spar boei heeft een vergelijkbare vorm en vergelijkbare afmetingen als een monopile (Leimeister et al., 2020). De effecten van dit type fundering op de waterbeweging zullen daarom naar verwachting nagenoeg gelijk zijn aan die van een monopile. Echter, door de geringe waterdiepte in kavel I-B 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 meter). 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 windturbines/km^2 waar dit in Nederwiek kavel I-B circa 0,69 windturbines/km^2 is (76 windturbines over 110 km^2). De situatie in kavel I-B wijkt hiermee nauwelijks af van de gehanteerde modelaannames. Bovendien is een diameter van 12

meter 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 kavel I-B 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 50 of 67 windturbines waardoor de overplantingsalternatieven hetzelfde scoren als de basisalternatieven namelijk licht negatief (0/-) voor overplantingsalternatief 1 en negatief (-) voor overplantingsalternatief 2.

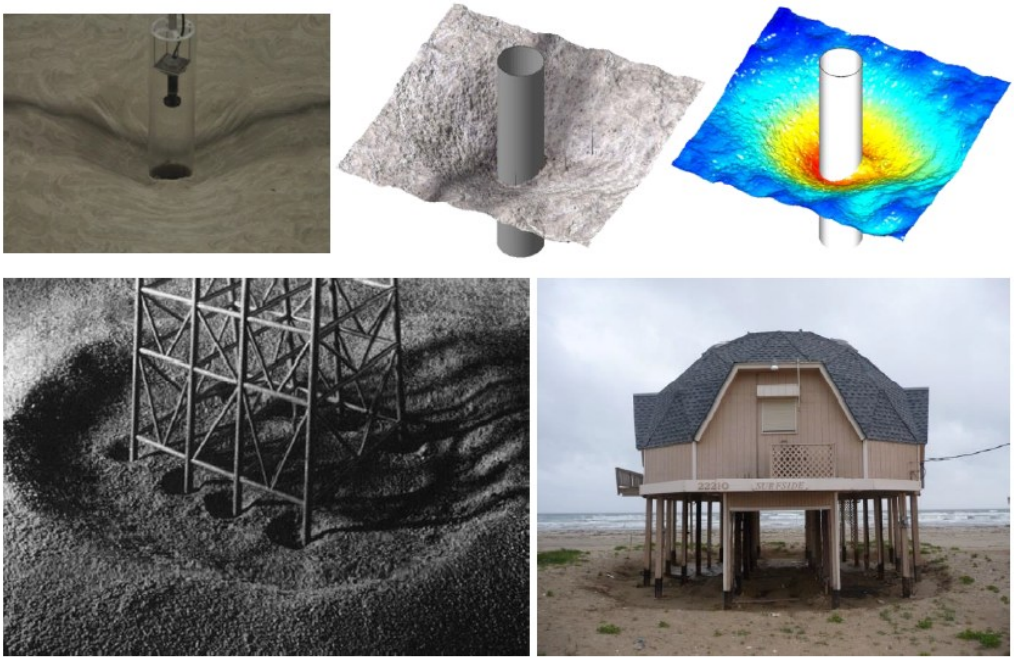
5.3.1.3 Waterdiepte en bodemvormen

Veranderingen in de bodemligging worden veroorzaakt door sedimenttransport. Het sedimenttransport wordt onder andere beïnvloed door golven, getijstroming 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.

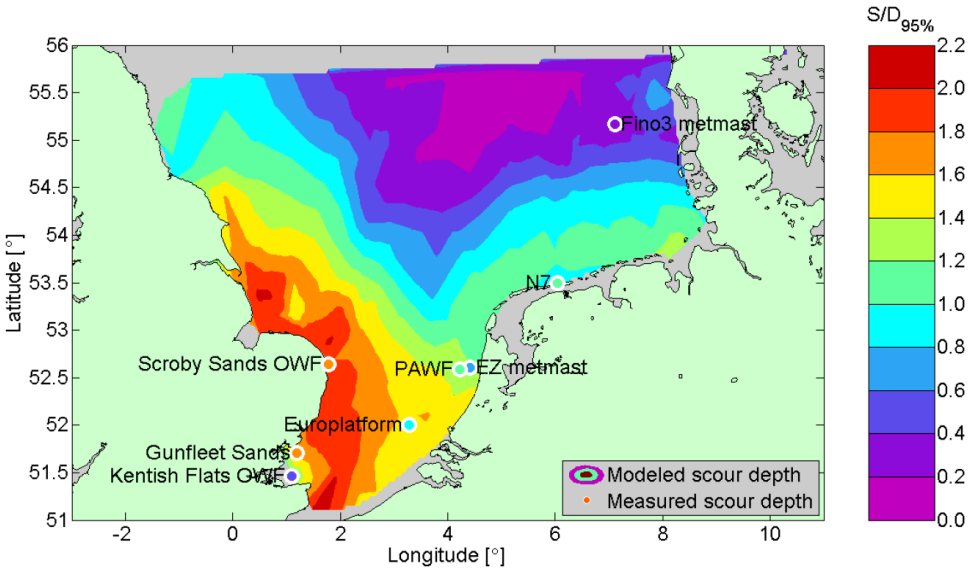
Lokale effecten

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-B 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 ontgronding 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.



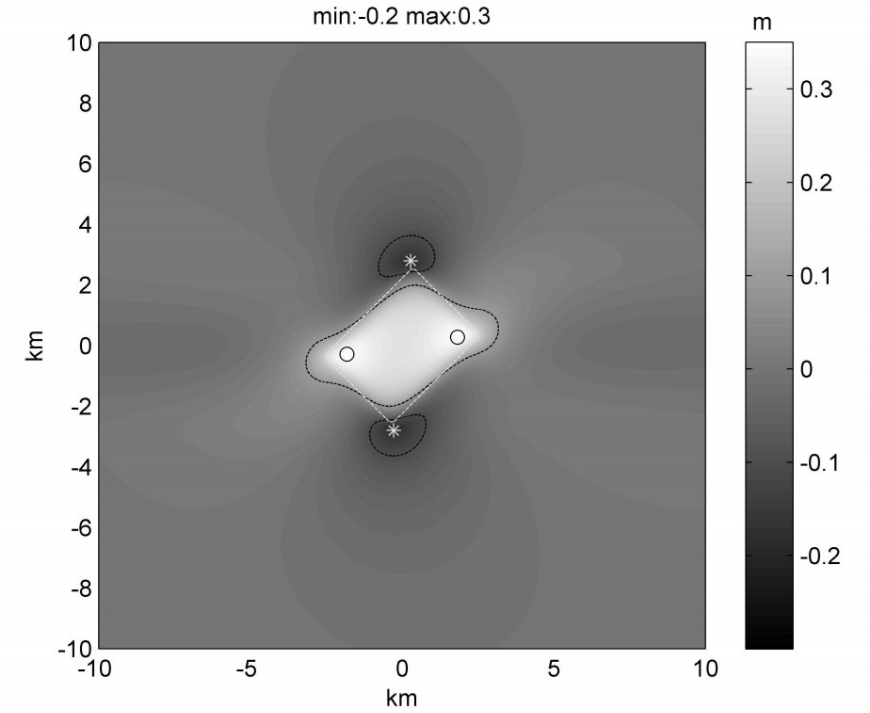
Figuur 5-17 Voorbeelden van ontgrondingskuilen die bij funderingen van windturbines kunnen ontstaan (Deltares, 2018).



Figuur 5-18 Kaart waarop de ontgrondingsdiepte versus de paaldiameter is weergegeven voor de Noordzee (Deltares, 2018).

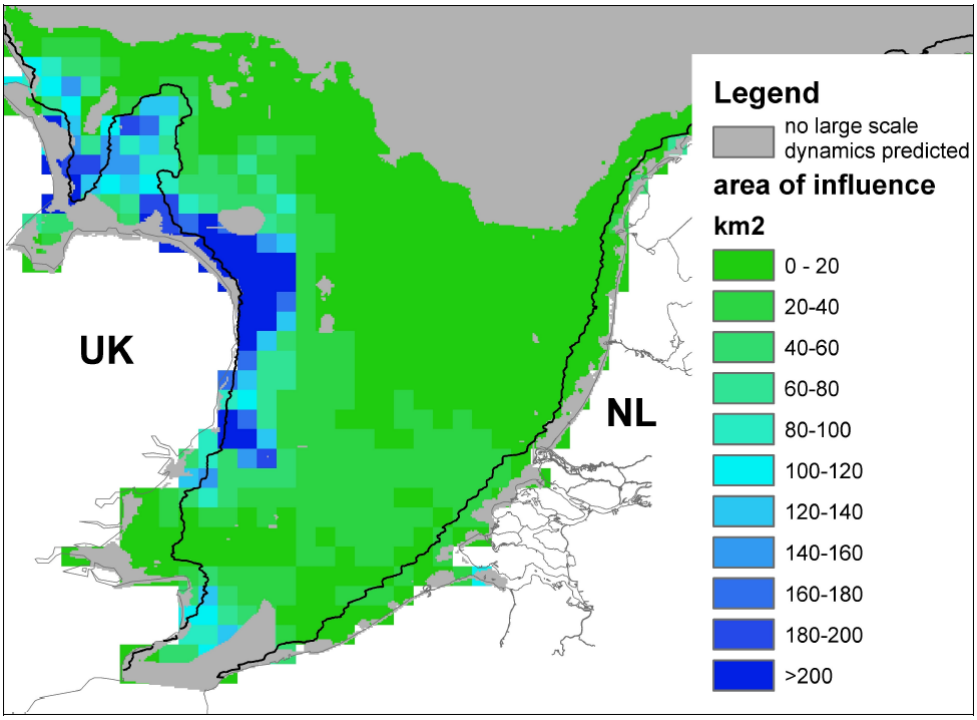
Grootschalige effecten

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 km^2, een onderlinge afstand tussen windturbines van 500 meter en elke windturbine 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 tijdspanne 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 circa 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 Nederwiek is vergelijkbaar met het voorbeeld dus de modeluitkomsten kunnen als indicatief beschouwd worden voor dit 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 µm).

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-B een vergelijkbaar aantal windturbines voorzien zijn (50 bij 20 MW en 67 bij 15 MW), maar het kavel een veel groter oppervlak heeft (circa 110 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-B op de morfologie vrijwel verwaarloosbaar zijn. De natuurlijk 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.

5.3.1.4 Bodemsamenstelling

De samenstelling van de bodem binnen windenergiegebied 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 kavel I-B, 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 Strategie[53]. Een van de doelen is om geen verder verlies te hebben van bodemhabitats volgens Descriptor 6. In het ergste geval is dit 0.884 km^2 (Alternatief 2a) wat neerkomt op 0,0015% van het Nederlands deel van de Noordzee (58.000 km^2). Dit is een verwaarloosbaar klein verlies. Voor alternatief 1a (best-case) is dit bijna 20x zo klein.

[53] https://www.noordzeeloket.nl/beleid/mariene-strategie-krm/

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 benedenstrooms 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 benedenstrooms van de funderingen is een belangrijker proces en kan leidden 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.

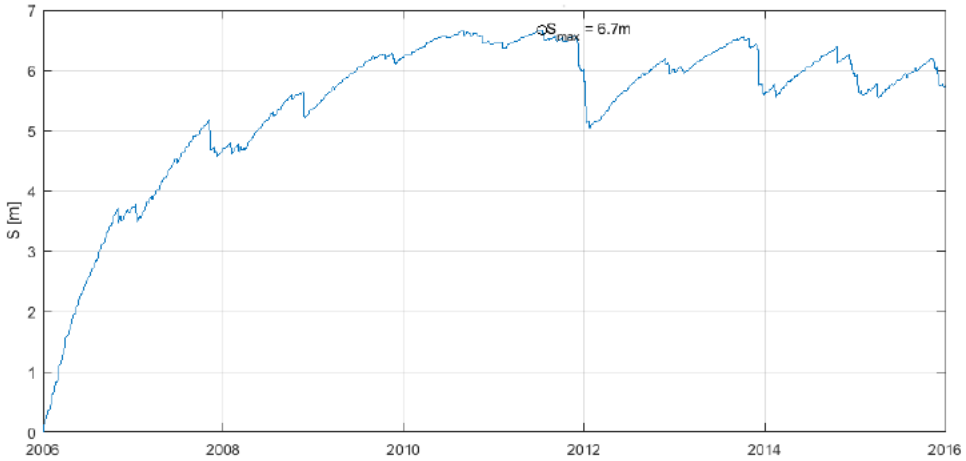
Grootschalige effecten
Grootschalige effecten op de bodemsamenstelling zijn er niet. Dit blijkt ook uit onderzoek dat is gedaan naar de morfologische effecten van het Prinses Amaliawindpark (ACRB, 2013) en onderzoek dat onlangs (2018-2021) door onder andere Deltares in het JIP (Joint Industry Project)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

5.3.1.5 Troebelheid

Tijdens de exploitatie van het windpark wordt geen aanzienlijk verhoging van de vertroebeling 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).

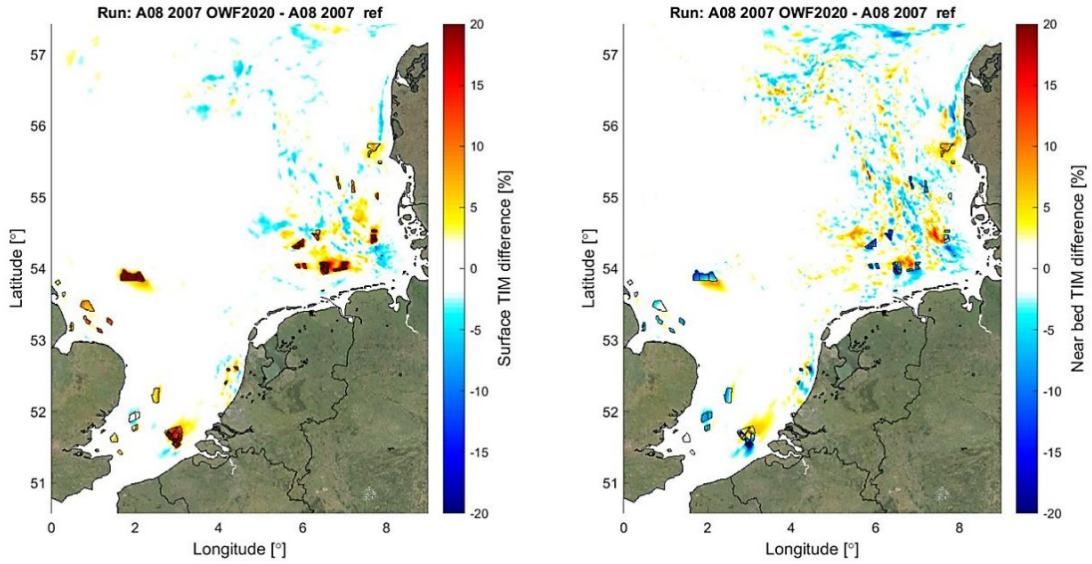


Figuur 5.21 Gemodelleerde ontwikkeling van de diepte van een ontgrondingskuil (S) in de tijd voor een fundering in het windpark Hollandse Kust (noord).

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 windturbines 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 meter boven de zeebodem in 16-17 meyter 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 (operationele 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 is dan windenergiegebied Nederwiek en de stromingen iets groter zijn, geeft het toch een indicatie van de effecten die verwacht kunnen worden en deze zijn beperkt.

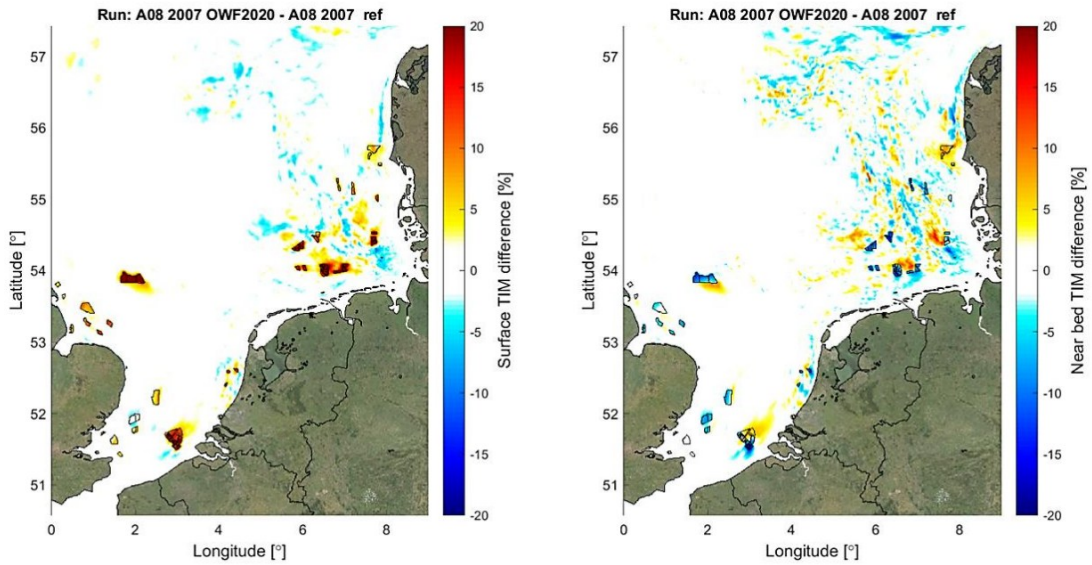
Recentelijk voorspelden van Duren et al. (2021) een toename in de troebelheid ten gevolge van aanleg van windturbineparken. De modelresultaten uit deze studie laten zien dat de concentraties van gesuspendeerd sediment aan het oppervlak en nabij de bodem met respectievelijk met 10-20% en 5-15% kunnen 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.
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-B ongeacht het overplantingspercentage. De beoordeling is daarom ook licht negatief (0/-).



Figuur 5-22 Gemodelleerde SPM concentraties aan de oppervlakte (links) en nabij de bodem (rechts) (van Duren et al., 2021).

5.3.1.6 Waterkwaliteit

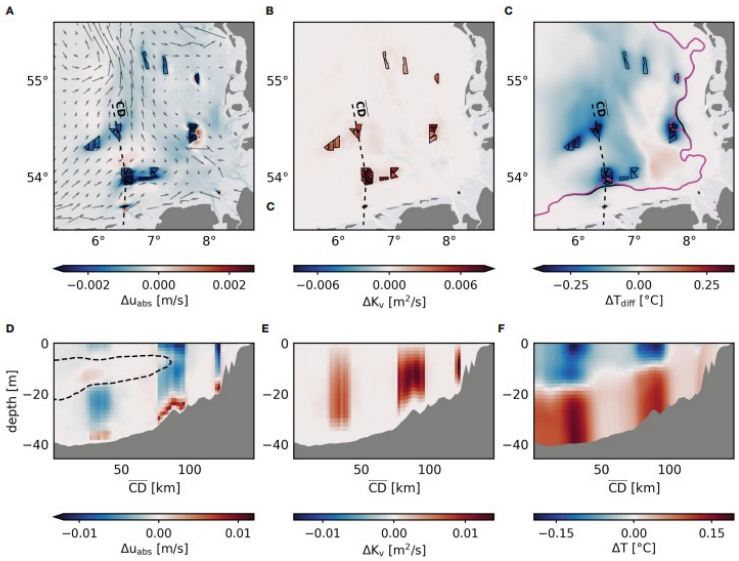
In de windturbines worden voorzieningen getroffen (o.a. vloeistofdichte voorzieningen en lekbakken) om te voorkomen dat milieuverontreinigende stoffen in het zeewater terecht kunnen komen. Een eventuele verontreiniging van het water wordt dan ook niet verwacht. Het gebruik van zware metalen in opofferingsanodes, 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's 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 ordegrootte 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 daarmee neutraal beoordeeld (0) voor de basisalternatieven. De overplantingsalternatieven hebben dezelfde beoordeling namelijk neutraal (0). De extra windturbines zorgen niet voor een significante verhoging doordat de effectwaardes van chemicaliën niet van achtergrondconcentraties onderscheiden kunnen worden.

5.3.1.7 Stratificatie

Het is meermaals aangetoond dat de plaatsing van een windturbine kan leiden tot een toename van de turbulente verticale menging aan de lijzijde 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 ordegrootte 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-B 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 (onder andere 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-B 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 treden op voor beide basisalternatieven, 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.

5.3.1.8 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 ordegrootte van centimeters per seconde. Volgens Grasmeijer et al. (2022) zijn het netto jaarlijkse transport en de residuele stroming sterk aan elkaar gelinkt in 20 meter waterdiepte. 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 overplantingsalternatieven met meer windturbines resulteren in een langere periode van werkzaamheden, waardoor de effecten een enigszins langere duur hebben, maar dat de toename hiervan in effecten beperkt is.

5.3.2.1 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.

5.3.2.2 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.

5.3.2.3 Waterdiepte en bodemvormen

Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het verwijderen van ontplofbare 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 schip[54]. 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 63.000 en 96.000 m^2 aan zeebodem tijdelijk aangetast wat overeenkomt met slechts 0,057% en 0,087% van het oppervlak van kavel I-B. 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.

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 overplantingsalternatieven). Naar verwachting zal er tussen de 1.570.000 en 2.402.500 m^2 aan bodem beroerd worden tijdens de aanleg met een trencher. Het effect van een 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 is in de bodemhoogte. Deze vult zich langzaam op met sediment. Omdat kavel I-B ver van de kust ligt en in diep water (tussen -25 en -33 meter 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 gehelde 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

[54] *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-B 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-B Nederwiek (zuid).*

waardoor niet over een breedte van 15 meter 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-B 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.

5.3.2.4 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 63.000 en 96.000 m^2 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 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.

5.3.2.5 Troebelheid en waterkwaliteit

Bij de aanleg van een windpark in kavel I-B 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 meter onder de zeebodem zal per meter kabel circa 5 m^3 sediment worden gefluïdiseerd. Bij een percentage slib van circa 2.5% (maximum) en een dichtheid van 1600 kg/m^3 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 meter zal deze gereduceerd zijn tot een diepte-gemiddelde concentratieverhoging van circa 7,5 mg/l (aangenomen pluimbreedte 100 meter, diepte 25 meter, 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 paragraaf 5.2.1.5), 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 meter (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.

5.3.2.6 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.

5.3.2.7 Sedimenttransport

Het sedimenttransport op de locatie van kavel I-B 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 voor alle criteria.

5.4 Effectbeoordeling

Alle behandelde criteria in paragrafen 5.3.2 en 5.3.3 zijn neutraal (0) beoordeeld voor effecten die zouden kunnen optreden tijdens de aanleg, onderhoud en verwijdering. Er is geen onderscheid in beoordeling tussen de verschillende alternatieven (basis- en overplantingsalternatieven). De effecten tijdens de aanleg en verwijdering zijn tijdelijk van aard en niet van natuurlijke evenementen zoals stormen te onderscheiden. Dit resulteert in neutrale beoordelingen.

In onderstaande paragrafen wordt de effectbeoordeling van het gebruik samengevat voor de basis- en overplantingsalternatieven.

5.4.1 Basisalternatieven

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van het gebruik van een windpark in kavel I- B Nederwiek (zuid) en de inter-array kabels zijn zeer beperkt van omvang. De exploitatie brengt wel langdurige veranderingen met zich mee die vooral licht negatief zijn beoordeeld. De veranderingen door kavel I-B, 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 de inter-array kabels, 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 beoordelingen van kavel I-B weergegeven.

5.4.2 Overplantingsalternatieven

Het plaatsen van extra windturbines in het overplantingsalternatief van 15% leidt tot marginaal grotere effecten. De toename in effecten is echter dusdanig klein, dat de effectbeoordeling voor de basis- en overplantingsalternatieven hetzelfde is (zie Tabel 5-6).

Tabel 5-6 Effectbeoordeling morfologie en hydrologie

Criterium (gedurende exploitatie)	Alternatief 1a (15 MW)	Alternatief 2a (20 MW)	Overplantingsalternatief 1b (15%) (15 MW)	Overplantingsalternatief 1b (15%) (20 MW)
Golven	0/-	0/-	0/-	0/-
Waterbeweging (waterstand en stroming)	0/-	-	0/-	-
Waterdiepte en bodemvormen	0/-	0/-	0/-	0/-
Bodemsamenstelling	0/-	0/-	0/-	0/-
Troebelheid	0/-	0/-	0/-	0/-
Waterkwaliteit	0	0	0	0
Stratificatie	0/-	0/-	0/-	0/-
Sedimenttransport	0/-	0/-	0/-	0/-

5.5 Cumulatie

Op het schaalniveau van kavel I-B binnen 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.

Uit de effectbeschrijving blijkt dat er geen wezenlijke effecten optreden voor kavel I-B. 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.

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. Hoewel recente WOZEP-studies (Zijl et al., 2024) belangrijke inzichten bieden in de mogelijke cumulatieve effecten van grootschalige offshore windontwikkeling op hydrodynamica, sedimentdynamiek en primaire productie, blijven er substantiële onzekerheden bestaan. De gemodelleerde effecten zijn beperkt empirisch gevalideerd, met name voor seizoensmatig gestratificeerde gebieden waar nog geen windparken aanwezig zijn. Daarnaast zijn vereenvoudigingen toegepast in de representatie van windvelden en turbine–stroming-interacties, terwijl mogelijke niet-lineaire en grensoverschrijdende cumulatieve effecten niet volledig kunnen worden uitgesloten. Deze onzekerheden worden in het MER expliciet meegewogen. Wind op zee ecologisch programma (Wozep) richt zich daarnaast ook op het verder onderzoeken en verkleinen van de leemten in kennis rond ecosysteemeffecten van offshore windenergie.

De drijvende funderingen lijken daarnaast veel potentie te hebben in de toekomst voor windenergie op zee en dan met name in grotere waterdieptes (> 50 meter). 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 meter. Op basis daarvan lijken drijvende funderingen geen voor de hand liggende optie te zijn voor kavel I-B.

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, 0en 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-B van windenergiegebied Nederwiek (zuid) worden windturbines met een totale maximale capaciteit van ca. 1 tot 1,15 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 windturbinetypes (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 50 bij alternatief 2a en maximaal 67 turbines bij alternatief 1a). Ook zijn nog een aantal overplantingsalternatieven beschouwd (de b- varianten in de volgende tabel), waarbij ca. 15% meer vermogen in kavel I-B wordt opgesteld. Dit zijn alternatieven met iets meer turbines en een groter totaal opgesteld vermogen. Uitgangspunt in de effectbeoordeling is dat de windturbines driebladig zijn, zoals de gangbare techniek momenteel is.

Tabel 6-1 Kenmerken van de te onderzoeken alternatieven voor vogels en vleermuizen

Alternatief	Turbinevermogen (MW)	Aantal turbines	Indicatief totaal opgesteld vermogen (MW)	Turbine tiplaagte (m)	Ashoogte (m)	Rotordiameter (m)
Alternatief 1a	15	67	1.005	25	143	236
Alternatief 1b (15%-overplanting)	15	76	1.140	25	143	236
Alternatief 2a	20	50	1.000	25	165	280
Alternatief 2b (15%-overplanting)	20	57	1.140	25	165	280

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 vier windparkalternatieven in kavel I-B 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)	
Lokaal verblijvende niet-broedvogels	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen
Habitatverlies	Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers[55]
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines, onderhoud en habitatverandering door veranderd gebruik	Aantal verstoorde vogels

[55] *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.*

Broedende (kolonie)vogels	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Kwalitatief effect van omvliegen
Habitatverlies	Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers[55]
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[55]
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

Score	Effect	Gevolgen
+ +	Sterk positief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een sterk merkbare positieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. In het kader van de Omgevingswet geen overtreding van verbodsbepalingen of negatieve effecten (mogelijk wel positieve) op doelen van beschermde gebieden.
+	Positief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een merkbare positieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. In het kader van de Omgevingswet geen overtreding van verbodsbepalingen of negatieve effecten (mogelijk wel positieve) op doelen van beschermde gebieden.
0	Neutraal effect	Voorgenomen ingreep onderscheidt zich niet wezenlijk van de referentiesituatie. In het kader van de Omgevingswet geen overtreding van verbodsbepalingen of effecten op doelen van beschermde gebieden.
-	Negatief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een merkbare negatieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. In het kader van de Omgevingswet overtreding van verbodsbepalingen en effecten op doelen van beschermde gebieden zijn mogelijk.
- -	Sterk negatief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. In het kader van de Omgevingswet overtreding van verbodsbepalingen en effecten op doelen van beschermde gebieden zijn waarschijnlijk.

6.4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Vogels

Om te beoordelen in welke mate een toekomstig windpark in kavel I-B 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. Afhankelijk van de beschikbaarheid is per soort gebruik gemaakt van dichtheden uit Waggitt et al. (2020), kaarten van KEC 4.0 (cf. Potiek et al. 2022, Soudijn et al. 2022a, Soudijn et al. 2022b) of kaarten van KEC 5.0 (van Donk et al. 2024).
Wanneer voor een vogelsoort dichtheidskaarten beschikbaar zijn vanuit de KEC 5.0 studie, zijn in de berekeningen deze dichtheidskaarten gebruikt als input voor de dichtheden. Voor de vogelsoorten waarvoor geen dichtheidskaarten ontwikkeld zijn in het kader van het KEC 5.0, zijn de kaarten gebruikt die zijn ontwikkeld door Waggit et al. (2020). Wanneer er voor een soort geen dichtheidskaarten vanuit het KEC 5.0 en ook niet vanuit Waggit et al. (2020) beschikbaar zijn, worden de dichtheidskaarten gebruikt uit het KEC 4.0.[56].

Tabel 6-4 Bronnen voor dichtheidskaarten gebruikt voor de verschillende zeevogelsoorten. Waggit kaarten zijn gebaseerd op Waggitt et al. (2020) en KEC 4.0 en KEC 5.0 kaarten op ESAS-scheepstellingen en MWTL-vliegtuigtellingen (van Donk et al. 2024, Rijkswaterstaat 2015, Potiek et al. 2022b.

KEC 5.0 kaarten	Dichtheidskaarten Waggit *et al.* (2020)	KEC 4.0 kaarten
jan-van-gent	noordse stormvogel	duiker spp.
drieteenmeeuw	grote jager	eider
kleine mantelmeeuw	papegaaiduiker	aalscholver
zilvermeeuw	noordse pijlstormvogel	zwarte zee-eend
grote mantelmeeuw		dwergmeeuw
grote stern		kleine jager
alk		visdief/noordse stern
zeekoet		

Naast deze genoemde tellingen die expliciete gegevens over Nederwiek I-B opleveren, zijn data beschikbaar van vogeltellingen uitgevoerd vanaf boorplatform K14 (Fijn et al. 2012). Het gaat hierbij om radarstudies naar vliegactiviteit inclusief informatie over vlieghoogtes van trekvogels in de Nederlandse Noordzee. Fluxmetingen en hoogteverdelingen in K14 zijn specifiek gebruikt voor trekkende ganzen/zwanen, eenden, reigers, steltlopers, roofvogels en zangvogels (Fijn et al. 2012, 2015). Uit deze data zijn direct fluxen bepaald op rotorhoogtes voor Nederwiek I-B.

[56] *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).*

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), maar de vermoedelijke herkomstgebieden zijn Scandinavië, de Baltische staten en Rusland (Rydell et al. 2014). 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, evenals latere Wozep studies. De populatiegroottes van vleermuizen zijn moeilijk te bepalen (Limpens et al. 2017). In voorliggende studie worden de populatiegroottes gebruikt, zoals gedefinieerd door Lagerveld et al. (2017). Ook over trends van vleermuispopulaties weinig bekend. Een genetische studie aan ruige dwergvleermuizen (van Schaik et al. 2025) leverde echter aanwijzingen op die suggereren dat de populatie ruige dwergvleermuizen afneemt.

6.4.1 Lokaal verblijvende niet-broedvogels

Tabel 6-5 geeft de dichtheden van vogels in kavel I-B van windenergiegebied Nederwiek (zuid) weer. De bron die per soort is gehanteerd is in Tabel 6-4 opgenomen.

*Tabel 6-5 Dichtheden van zeevogels in Nederwiek I-B gebruikt in de slachtofferberekeningen op basis van MWTL-/ESAS-tellingen (cf. KEC 4.0; Potiek et al. 2022b of KEC 5.0; van Donk et al. 2025) of dichtheidskaarten van Waggit et al. (2020). **Vetgedrukte** soorten worden verder behandeld in voorliggende rapportage. [1]Voor de soorten waar meerdere simulaties van dichtheidskaarten als input voor de slachtofferberekening dienen, is de mediane dichtheid weergegeven.*

Soort	aug/sep	okt/nov	dec/jan	feb/maa	apr/mei	jun/jul
ongedetermineerde duiker	0,00	0,00	0,04	0,14	0,03	0,00
noordse stormvogel	0,20	0.15	0,14	0,14	0,17	0,20
noordse pijlstormvogel	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02
jan-van-gent[1]	0,07	0,29	0,01	0,00	0,01	0,08
kleine jager	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
grote jager	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
dwergmeeuw	0,66	0,14	0,01	<0,01	0,47	<0,01
kleine mantelmeeuw[1]	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
zilvermeeuw[1]	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
grote mantelmeeuw[1]	0,00	0,04	0,04	0,01	0,00	0,00
drieteenmeeuw[1]	0,04	0,07	0,49	0,23	0,05	5,52
grote stern[1]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
visdief/noordse stern	0,36	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
zeekoet[1]	1,01	0,12	0,59	0,48	0,67	0,69
alk[1]	0,00	0,15	0,16	0,44	0,00	0,00
papegaaiduiker	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
eider	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
zwarte zee-eend	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
aalscholver	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

6.4.2 Broedende (kolonie) vogels

Binnen de begrenzing van Nederwiek I-B 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-B van windenergiegebied Nederwiek (zuid). Met 'beschermde kolonievogels' wordt bedoeld dat er een Natura 2000-gebied in de nabijheid ligt waarin doelen voor deze vogels gelden.

Soort	Kan de soort uit beschermde kolonies in aanraking komen met turbines in kavel I-B 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 Bempton Cliffs, Flamborough, Filey Coast en Helgoland kunnen kavel I-B in theorie bereiken. Echter, dit kan als zeer incidenteel worden beschouwd.	Nee
aalscholver	Nee, kavel I-B ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
noordse stormvogel	Nee, de fractie die op rotorhoogte vliegt is minimaal.	Nee
drieteenmeeuw	Nee, kavel I-B ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
kokmeeuw	Nee, kavel I-B ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
stormmeeuw	Nee, kavel I-B 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-B bereiken.	Ja
zilvermeeuw	Nee, kavel I-B ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
grote mantelmeeuw	Nee, kavel I-B ligt waarschijnlijk buiten foerageerafstand, maar de kolonies liggen niet in beschermd natuurgebied.	Nee
dwergstern	Nee, kavel I-B ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
noordse stern	Nee, kavel I-B ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
visdief	Nee, kavel I-B ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
grote stern	Nee, kavel I-B ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
zeekoet	Nee, kavel I-B ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee
alk	Nee, kavel I-B ligt buiten bereik van beschermde kolonies.	Nee

6.4.3 Vogels tijdens seizoenstrek

6.4.3.1 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 Nederwiek I-B trekken jaarlijks tientallen miljoenen vogels waarin grofweg drie hoofdgroepen trekvogels zijn te onderscheiden: zeevogels, kustvogels en landvogels (zang- en watervogels).

Zeevogels

Met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid trekken de volgende soorten door Nederwiek I-B, soms in substantiële aantallen: noordse stormvogel, jan-van-gentdwergmeeuw, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, drieteenmeeuw, grote stern, noordse stern, zeekoet en alk.

Kustvogels

Naast de zeevogels die voornamelijk boven open zee trekken en uitsluitend met harde aanlandige wind dichter langs de kust vliegen, is er ook een aantal soorten die uitsluitend in een zone van een tiental kilometers gerelateerd aan de kust vliegen. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om soorten als roodkeelduiker, parelduiker, zwarte zee-eend, grote zee-eend, aalscholver, kokmeeuw, zilvermeeuw, stormmeeuw, visdief en in mindere mate soorten als zwarte stern en diverse soorten steltlopers.

Zang- en watervogels van het land

De grootste aantallen landvogels zijn zangvogels die trekken tussen het vaste land van Europa en het Verenigd Koninkrijk. Het gaat hier met name om zangvogelsoorten als spreeuw, vink, merel, koperwiek, (gras)pieper en in mindere mate om soorten als roodborst en zwartkop. Daarnaast trekken ook diverse soorten watervogels over de Noordzee. Het gaat hierbij met name om ganzen (grauwe, kleine riet-, brand- en rotgans), zwanen (kleine en wilde zwaan), eenden (zoals smient, topper en kuifeend) en diverse soorten steltlopers (zoals rosse grutto, tureluur, bonte strandloper, zilverplevier uit het zoute milieu en kievit, watersnip en houtsnip uit het zoete/land milieu).

6.4.3.2 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 trek[57], met name vanuit het Kanaal de Noordzee op en vice versa. De totale ordegrootte van de vogeltrek boven de Noordzee ligt rond de 65 miljoen vogels, waarvan naar schatting slechts ongeveer 1 miljoen ‘echte zeevogels’ (Lensink & van der Winden 1997).

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 6-7 een schatting gegeven van de flux (aantal vogels dat passeert).

Tabel 6-7 Schatting van de flux van niet-zeevogels per strekkende km per jaar op rotorhoogte in Nederwiek I-B, 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 Woordward et al. (2024). Voor zangvogels zijn twee

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

alternatieven van Nederwiek I-B vermeld {alternatief 1 = 143 m ashoogte en 236 m rotordiameter; alternatief 2 = 165 m ashoogte en 280 m rotordiameter}.

		Aantalsschattingen op rotorhoogte per strekkende kilometer		
Soortgroep	**Fractie van totale flux op K14**	**K14**	**NederwiekI-B alternatief 1**	**NederwiekI-B alternatief 2**
ganzen en zwanen	0,006	~1.000	1.277	1.277
eenden	0,001	~60	213	213
reigers	0	0	0	0
roofvogels en uilen	0,0005	~100	213	213
steltlopers	0,003	~300	1.277	1.277
zangvogels overdag	0,20		18.845	20.311
zangvogels nacht	1		99.737	107.501
zangvogels totaal			118.582	127.812

Voor Nederwiek I-B geldt dat het waarschijnlijk dermate ver op zee ligt dat het voorkomen van kustvogels verwaarloosbaar is, en dat voornamelijk breed-front trek van zeevogels en landvogels relevant is.

6.4.4 Vleermuizen

In vergelijking met vogels is er weinig bekend over de populatiegroottes van vleermuizen. Waar de vleermuizen die over de Noordzee trekken precies vandaan komen is niet bekend (Rijkswaterstaat 2015), maar de vermoedelijke herkomstgebieden zijn Scandinavië, de Baltische staten en Rusland (Rydell et al. 2014). De populatiegroottes van vleermuizen zijn moeilijk te bepalen (Limpens et al. 2017).

6.4.4.1 Lokale vleermuizen

De zee is een ongastvrij habitat voor vleermuizen door de afwezigheid van verblijfplaatsen en in het algemeen schaarse voorkomen van insecten als voedsel. Omdat insecten tijdens hun trek in met name warme zomer- en vroege najaarsnachten met oostenwind massaal boven de Noordzee van de Nederlandse kustzone terechtkomen, zou tijdens rustige windomstandigheden zo'n accumulatie aan insecten boven zee een goede foerageergelegenheid kunnen bieden aan lokale vleermuizen, zoals de gewone dwergvleermuis, rosse vleermuis, watervleermuis en meervleermuis. De maximale foerageerafstand vanaf de kust van lokale vleermuizen ligt onder de 10 kilometer. Gezien de afstand van kavel I-B tot de kust is uitgesloten dat er in het windenergiegebied Nederwiek (zuid) foerageervluchten worden gemaakt. Aanvaringsslachtoffers van lokale vleermuizen worden daarom verder niet behandeld in dit MER.

6.4.4.2 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 dichter 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-B 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 kavel I-B 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. Reproductie in Nederland en het Verenigd Koninkrijk is zeldzaam. Kraamkolonies zijn maar zeer zelden waargenomen. Aantallen in Verenigd Koninkrijk nemen toe, mogelijk door mildere winters, maar er zijn aanwijzingen dat de gehele poulatie afneemt (van Schaik *et al.* 2025). Tabel 6-8 geeft de geschatte populatiegroottes weer voor relevante Europese landen. Niet voor alle landen zijn schattingen beschikbaar (zoals Rusland). 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.

Tabel 6-8 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

Rosse vleermuizen hebben reproducerende populaties in de meeste landen rondom de Noordzee (zoals Verenigd Koninkrijk, België, Nederland). De soort lijkt in het Verenigd Koninkrijk niet of nauwelijks te migreren, net als in Nederland waar de dieren relatief dicht bij hun kraamkolonies overwinteren. Tussen eind augustus en half september maken rosse vleermuizen langere vluchten, waarbij sommige dieren meer dan 10 km uit de kust komen. Waarnemingen in nabijgelegen windparken worden in deze periode toegeschreven aan niet-migrerende Nederlandse dieren, waarvan wordt aangenomen dat zij niet verder dan 26 km uit de kust voorkomen. Omdat Nederwiek I-B verder dan 26 km van het vasteland ligt, worden Nederlandse rosse vleermuizen daar uitgesloten. Waarnemingen op grotere afstand uit de kust zijn zeldzaam en waarschijnlijk afkomstig van migrerende 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 6-9 populatieschattingen en trends voor zover bekend voor deze landen weergegeven.

Tabel 6-9 Grootte van bronpopulaties in diverse relevante Europese landen van rosse vleermuis. 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.

Herkomst	Populatieschatting	Trend
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 in Nederland, België en het Verenigd Koninkrijk zeer zeldzaam en komt vooral voor in Midden- en Oost-Europa en Zuid-Scandinavië. Hoewel de soort bekend staat als een langeafstandstrekker, zijn waarnemingen op Noordzeeplatforms vooral gedaan ten noorden van Nederland. Daarom wordt aangenomen dat de in de omgeving van windenergiegebied Nederwiek (zuid) gemelde *Nyctaloide*-waarnemingen rosse vleermuizen betroffen en niet tweekleurige vleermuizen. De tweekleurige vleermuis wordt om die reden verder **niet meegenomen** in het milieueffectrapport.

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. 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-B 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.

6.5.1.1 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 verstoringsafstand verschilt per soort. Dit leidt er toe dat een bepaald oppervlak voor gebruik door vogels verloren gaat. Er zijn tekenen dat bepaalde soorten ook kunnen wennen aan offshore windparken, waardoor het niveau van vermijding, en dus habitatverlies, af kan nemen (Vanermen et al. 2021).
- **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 Nederwiek I-B:

- 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-B 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 6-10. 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 Nederwiek I-B. Echter de uitkomsten vormen de best beschikbare indicatie van de mogelijke effecten van een windpark op de verschillende soort(groep)en.

Tabel 6-10 Samenvattende tabel van de belangrijkste resultaten van enkele grote onderzoeksprogramma's naar gedrag van vogels met betrekking tot windturbines op zee.

Land	Soort(en)	Resultaten
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. Gewenning van zee-eenden na enkele gebruiksjaren.
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. Gevoeligheidsanalyse 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 in samenvatting weergegeven in Tabel 6-11 (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 6-11 Samenvattende tabel van de belangrijkste effecten voor vogels van windturbines op zee.

Fase	Aanvaring	Barrièrewerking	Habitatverlies/verstoring	Indirecte effecten
Constructie	Kleine aantallen slachtoffers verwacht.	Geen kwantitatieve gegevens beschikbaar.	Geen kwantitatieve gegevens beschikbaar; verwacht negatief effect vanwege toegenomen scheepsverkeer.	n.v.t (alleen meetbaar over lange termijn)
	Effect van constructie/ scheepsverlichting:		Grootste effecten voor verstorings-gevoelige	

	aanvaringen, desoriëntatie, verminderd voortplantingssucces.		soorten: duikers, zee-eenden en alkachtigen.	
Exploitatie	Algemeen: Observaties heel schaars – kans op aanvaring waarschijnlijk laag *overdag en onder optimale weeromstandigheden*.	Wsch. klein per windpark, in potentie een effect in cumulatie met alle windparken. Effecten worden verminderd door grotere tussenafstand tussen turbines.	Habitatverlies: als gevolg van vermijden van windparken geconstateerd voor veel zeevogelsoorten. Grote meeuwen (mantelmeeuwen, zilvermeeuw) lijken minder gevoelig te zijn, maar effecten verschillen tussen locaties.	Voedselbeschikbaarheid: onder verbod op actieve visserij, op de lange termijn toename in beschikbaarheid van vis en het aantal vogels, maar afname van beschikbaarheid bijvangst.
	Macro-uitwijking: soort- en locatie-specifiek. De meeste soorten wijken uit voor windparken. Aalscholvers, grote meeuwen en sternen worden (soms) aangetrokken.		Verstoring vanwege geluid: geen kwantitatieve gegevens, maar zwemmende/duikende vogels waarschijnlijk meest kwetsbaar.	Verandering in stromingen / trillingen: geen kwantitatieve gegevens beschikbaar; mogelijk effecten van getijde-zogen (luwten achter windturbines) op foerageerkansen.
	Meso- en micro-afwijking: meso-afwijking ligt in de range van 40-70%, micro-afwijking is hoger (>96%).		Verstoring vanwege turbines: Zwemmende en duikende vogels (duikers, alk, zeekoet, jan-van-gent) lijken het meest gevoelig te zijn.	
	Verlichting: Vergroot de kans op aanvaring door aantrekking, vooral voor trekvogels. Afhankelijk van de kleur en intensiteit verlichting kan ook verstorend werken.		Gewenning: enig bewijs van gewenning bij zee-eenden, zeekoet en alk gedurende de operationele fase.	
Verwijdering	Vergelijkbaar met constructiefase	Geen kwantitatieve gegevens beschikbaar – verwachting is afname van verstoring.	Geen kwantitatieve gegevens beschikbaar, waarschijnlijk vergelijkbaar met constructiefase.	n.v.t (alleen meetbaar over langere termijnen)

6.5.1.2 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 windturbines, 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). De ruige dwergvleermuis en de rosse vleermuis zijn de twee soorten die in offshore windparken worden verwacht en staan bekend als risicosoorten, omdat zij regelmatig slachtoffer worden bij windturbines op land. Sinds 2014 worden vleermuisactiviteiten op de Noordzee gemeten vanaf platforms, windturbines en meetmasten. De ruige dwergvleermuis wordt daarbij veruit het meest waargenomen, zowel dicht bij de kust als verder op zee, al blijft de activiteit op zee veel lager dan op land. Waarnemingen verder dan 40 km uit de kust zijn alleen afkomstig van olie- en gasplatforms, die niet goed vergelijkbaar zijn met windturbines, waardoor deze data ongeschikt zijn om aanvaringsslachtoffers te schatten. Er zijn nog geen gegevens beschikbaar over daadwerkelijke aanvaringen op zee. Daarom baseerde Rijkswaterstaat (2015) een schatting van het aantal slachtoffers in de zuidelijke Noordzee op sterftecijfers van windturbines op land en expert judgement. 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. De effecten op vleermuizen zijn samengevat weergegeven in Tabel 6-12 (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.

Theoretisch kan verlichting op werkschepen in de constructiefase insecten aantrekken en daarmee ook vleermuizen, maar dit is nog niet onderzocht. Dit leidt echter niet tot sterfte, omdat vleermuizen alleen in botsing komen met bewegende objecten, zoals rotorbladen, en niet met stilstaande constructies. Bovendien kan een hogere insectenconcentratie tijdens de trek en de mogelijkheid om te rusten juist gunstig zijn voor de conditie en overleving van vleermuizen. Dit effect van windparkactiviteiten kan daarom als potentieel positief worden beschouwd.
Onderzoek op grondniveau laat zien dat rood licht migrerende vleermuizen kan aantrekken. Toch blijkt waarschuwingverlichting voor de luchtvaart op windturbines op land bij de meeste vleermuissoorten geen invloed te hebben op het aantal slachtoffers (Bennett & Hale 2014). Daarom wordt het onwaarschijnlijk geacht dat verlichting op windturbines het aantal aanvaringsslachtoffers verhoogt.

Hoewel windturbines aantrekking kunnen uitoefenen op vleermuizen, spelen barrièrewerking en habitatverlies bij de meeste soorten geen rol. Rosse vleermuizen vormen daarop een uitzondering. Rosse vleermuizen vermijden windturbines in hun dagelijkse leefgebied, wat kan leiden tot habitatverlies. Omdat kavel I-B echter geen onderdeel is van het essentiële leefgebied is habitatverlies op zee niet relevant.

Tabel 6-12 Algemene effecten van windturbines op vleermuizen.

Fase	Aanvaring en aantrekkende werking	Barrièrewerking	Habitatverlies/verstoring
Aanlegfase	Geen aanvaringsslachtoffers verwacht omdat er geen bewegende windturbines zijn	N.v.t., vleermuizen worden aangetrokken	N.v.t., de zee is geen onderdeel van het leefgebied van vleermuizen.
	Effect van constructie/scheepsverlichting: kan insecten aantrekken en daarmee vleermuizen. In combinatie met gecreëerde rustplaatsen op zee zou het overlevingskansen van vleermuizen kunnen verhogen.		
Gebruiksfase	Observaties aanvaringen op zee niet voorhanden – kans op aanvaring waarschijnlijk hoogste in de trekperiode in de late zomer – vroege herfst.	N.v.t., vleermuizen worden aangetrokken	N.v.t., de zee is geen onderdeel van het leefgebied van vleermuizen.
	Windturbineverlichting zou vleermuizen kunnen aantrekken. Effect daarvan op aanvaringen is onbekend.		
Verwijderingsfase	Vergelijkbaar met aanlegfase	N.v.t., vleermuizen worden aangetrokken	N.v.t., de zee is geen onderdeel van het leefgebied van vleermuizen.

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.

6.5.2.1 Aanlegfase

Aanleg windturbines

De omvang van de verstoring door de constructie van funderingen en windturbines 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 Nederwiek I-B 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. Nederwiek I-B ligt in een drukbevaren deel van de Noordzee en de verwachte toename van scheepsbewegingen leidt niet tot een wezenlijke toename in 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.

6.5.2.2 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 ook 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. Nederwiek I-B ligt in een drukbevaren deel van de Noordzee en de verwachte toename van scheepsbewegingen leidt niet tot een wezenlijke toename in 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 6-13 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de aanleg en verwijdering van de twee windpark- alternatieven in kavel I-B op vogels.

Effect/activiteit	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 2a	Alternatief 2b
Aanlegfase				
Aanleg windturbines	0/-	0/-	0/-	0/-
Toename scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-
Verwijderingsfase				
Verwijdering windturbines	0/-	0/-	0/-	0/-
Toename scheepvaart	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. . In Tabel 6-14 staan de verwachte maximaal aantal vogelslachtoffers voor kavel I-B weergegeven. In de volgende paragrafen wordt per soortgroep onder vogels de effectbeoordeling gegeven.

Tabel 6-14 Voorspelde aantal aanvaringsslachtoffers dat jaarlijks verwacht wordt voor vier alternatieven vanNederwiek I-B bepaald met het sCRM 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 2a	Alternatief 2b
Windturbines	**67 * 15 MW ø 236 m**	**76 * 15 MW ø 236 m**	**50 * 20 MW ø 280 m**	**57 * 20 MW ø 280 m**
zeevogels				
noordse stormvogel	<1	<1	<1	<1
Noordse pijlstormvogel	<1	<1	<1	<1
jan-van-gent	24	27	16	18
kleine mantelmeeuw	4	5	3	4
zilvermeeuw	<1	<1	<1	<1
grote mantelmeeuw	1	1	1	1
dwergmeeuw	6	6	4	5
drieteenmeeuw	2	3	2	2
visdief/noordse stern	1	1	1	1
zeekoet	<1	<1	<1	<1
alk	<1	<1	<1	<1
ongedeterm. duiker	<1	<1	<1	<1
landvogels				
ganzen en zwanen	<1	<1	<1	<1
eenden	2	2	2	2
reigers	0	0	0	0
roofvogels en uilen	<1	<1	<1	<1
steltlopers	<1	<1	<1	<1
zangvogels	1.206	1.368	1.164	1.327
Totaal	**1.246**	**1.413**	**1.193**	**1.360**

6.5.4 Effecten tijdens gebruiksfase: lokaal verblijvende niet-broedvogels

6.5.4.1 Aanvaringsslachtoffers

De meeste jaarlijkse aanvaringsslachtoffers onder zeevogels vallen onder de jan-van-gent, namelijk tussen 16 en 27 afhankelijk van het alternatief. Bij de kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw dwergmeeuw, drieteenmeeuw en visdief/noordse stern vallen minder dan 10 slachtoffers per jaar. Bij andere soorten zullen minder dan 1-jaarlijkse slachtoffers vallen (zie Tabel 6-14).

De meeste slachtoffers vallen bij de alternatieven met de meeste turbines, dus alternatief 2a scoort beter dan alternatief 1a en 2b beter dan 1b. Omdat er bij de overplantingsalternatieven meer turbines operationeel zijn, veroorzaken deze ook meer aanvaringsslachtoffers. De alternatieven 1a en 1b scoren zeer negatief (- -) vanwege het relatief hoogste aantal aanvaringsslachtoffers onder zeevogels. De alternatieven 2a en 2b scoren negatief (-), omdat in deze alternatieven iets minder slachtoffers vallen onder zeevogels dan bij de alternatieven 1a en 1b. 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 Nederwiek I-B 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.

6.5.4.2 Barrièrewerking

Lokale niet-broedende zeevogels zullen geen barrièrewerking ondervinden, omdat er voor deze soorten in Nederwiek I-B 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).

6.5.4.3 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. Een uitzondering hierop zijn soorten waarvoor habitatverlies is berekend in het KEC 5.0, hiervoor zijn de geadviseerde percentages sterfte overgenomen zoals gepresenteerd in het KEC 5.0. Dit houdt in dat 1% voor jan-van-gent, 5% voor zeekoet en 10% voor alk is aangehouden (Soudijn et al. 2025). Habitatverlies wordt berekend 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 Nederwiek I-B worden onder zeekoet verwacht, namelijk 52 slachtoffers per jaar (zie de volgende tabel). Daarnaast worden er 7 slachtoffers onder drieteenmeeuwen en 4 onder duiker soorten verwacht, 2 onder noordse stormvogels en dwergmeeuwen, en 1 onder jan-van-genten en alken. Onder de resterende soorten wordt er jaarlijks minder dan 1 slachtoffer verwacht door habitatverlies.

Tabel 6-15 Maximaal verwacht jaarlijks aantal slachtoffers als gevolg van habitatverlies in Nederwiek I-B met oppervlak van 110 km^2. Dichtheden (aantal vogels/km^2) voor jan-van-gent op basis van Waggitt et al. (2020) en dichtheden (aantal vogels/km^2) voor de overige soorten uit ESAS-scheepstellingen en MWTL-vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaat 2015, Potiek et al. 2022b). Verstoringsafstanden uit Dierschke et al. (2024) en Soudijn et al. (2025). De gepresenteerde slachtofferaantallen gelden voor alle vier de alternatieven van het windpark in Nederwiek I-B.

	Tweemaandelijkse dichtheden								
Soort	**aug - sep**	**okt - nov**	**dec - jan**	**feb - maa**	**apr - mei**	**jun - jul**	**macro-uitwijking**	Verstorings-afstand (m)	**sterfte**
duiker spec.	0,00	0,00	0,04	0,14	0,03	0,00	90%**	12000	4
noordse stormvogel	0.20	0.15	0.14	0.14	0.17	0.20	80%**	1000	2
noordse pijlstormvogel	0.02	0,00	0,00	0,00	0.01	0.02	80%***	500	0
jan-van-gent	0.07	0.29	0,01	0,00	0,01	0.08	85%****	1500	0
dwergmeeuw	0.66	0.14	0.01	0,00	0.47	0,00	80%**	500	2
kleine mantelmeeuw	0.11	0,00	0,00	0,00	0,00	0.25	63,9%*	0	0
zilvermeeuw	0.01	0.01	0,00	0,00	0,00	0,00	44,2%*	0	0
grote mantelmeeuw	0,00	0.04	0.04	0.01	0,00	0,00	46,9%*	0	0
drieteenmeeuw	0.04	0.07	0.49	0.23	0.05	5.52	57,5%*	0	7
visdief/noordse stern	0.36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	70%**	0	0
zeekoet	1.01	0.12	0.59	0.48	0.67	0.69	79%****	19500	52
alk	0,00	0.15	0.16	0.44	0,00	0,00	43%****	2000	1

*uit Skov et al. 2018;
** gebaseerd op Dierschke et al. 2016;
*** gelijkgesteld aan noordse stormvogel (gebaseerd op Dierschke et al. 2016);
**** uit Soudijn et al. (2025).

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 gewenning 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.

6.5.4.4 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 Nederwiek I-B 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 termijneffecten 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 20000-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/-). 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.

6.5.4.5 Samenvatting

In de volgende tabel is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor lokaal verblijvende vogels tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6-16 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de vier windpark alternatieven in Nederwiek I-B op lokaal verblijvende vogels.

Effect/activiteit	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 2a	Alternatief 2b
Gebruiksfase				
aanvaringen	--	--	-	-
barrièrewerking	0	0	0	0
habitatverlies	-	-	-	-
indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-

6.5.5 Effecten tijdens gebruiksfase: broedende (kolonie)vogels

6.5.5.1 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 worden hieronder de effecten beoordeeld.

De berekeningen van slachtoffers van kleine mantelmeeuwen uit Natura 2000-gebieden voorspellen voor alle alternatieven minder dan 1 slachtoffer door aanvaringen en habitatverlies voor de kolonies in de Natura 2000-gebieden Duinen Texel en Lage Land Texel, Duinen Vlieland en Waddenzee (zie tabel 8.10a-f in het achtergrondrapport in Bijlage 4). De aantallen slachtoffers liggen daarmee onder de 1%-mortaliteitsnorm van respectievelijk 12, 5 en 37 vogels. 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 6-17 Het aantal slachtoffers door aanvaringen en habitatverlies tezamen in relevante Natura 2000-gebieden en de resulterende additionele sterfte onder kleine mantelmeeuwen voor de vier alternatieven van Nederwiek I-B. 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 2a		Alternatief 2b	
Windturbines	**67 * 15 MW ø 236 m**		**76 * 15 MW ø 236 m**		**50 * 20 MW ø 280 m**		**57 * 20 MW ø 280 m**	
	#	Addit. sterfte	#	Addit. sterfte	#	Addit. sterfte	#	Addit. sterfte
Duinen en Lage Land Texel	0,34	0,03 %	0,38	0,03%	0,29	0,02%	0,32	0,03%
Duinen Vlieland	0,13	0,02 %	0,14	0,03%	0,11	0,02%	0,12	0,02%

Waddenzee (NL)	0,23	0,01 %	0,26	0,01%	0,2	0,01%	0,22	0,01%

6.5.5.2 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 Nederwiek I-B voor de vogels bereikbaar is, maar aan de rand van hun actieradius ligt. Meerdere studies tonen bovendien aan dat kleine mantelmeeuwen in sommige gevallen juist aangetrokken worden door offshore windparken (Vanermen et al. 2019, Leemans et al. 2023, 2024a). 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.

6.5.5.3 Indirecte effecten

Effecten van onderhoud van het windpark

De extra inzet van schepen voor het onderhoud van een windpark in Nederwiek I-B kan enige verstoring opleveren. De duur en omvang van onderhoudswerkzaamheden bij Nederwiek I-B 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 termijneffecten 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.

6.5.5.4 Samenvatting

In de Tabel 6-18 is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor broedende kolonievogels tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6-18 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de windpark alternatieven in Nederwiek I-B op broedende kolonievogels.

Effect/activiteit	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 2a	Alternatief 2b
Gebruiksfase				
aanvaringen	-	-	-	-
barrièrewerking	0	0	0	0
habitatverlies	-	-	-	-
indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-

6.5.6 Effecten tijdens gebruiksfase: niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden

6.5.6.1 Aanvaringsslachtoffers en habitatverlies

Zoals in Bijlage 4 (paragraaf 2.2.3) 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 Nederwiek I-B. 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 Nederwiek I-B voorspeld 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. Desalniettemin waren de getelde aantallen van deze soorten in de laatst beschikbare vijf teljaren dusdanig hoog (zie bijlage 4) dat zelfs als alle slachtoffers voorspeld in Nederwiek I-B van de Bruine Bank afkomstig zouden zijn, de behoudsdoelstelling voor deze soorten nog niet in gevaar komt. Op basis hiervan kunnen significant negatieve effecten door aanvaringen in Nederwiek I-B op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied Bruine Bank uitgesloten worden (effectbeoordeling: -).

Mogelijk wordt dit gebied in de toekomst ook aangewezen voor de niet-broedvogelsoorten noordse stormvogel, drieteenmeeuw, zilvermeeuw, visdief, kleine mantelmeeuw, grote stern en roodkeelduiker. Van deze zeven additionele soorten worden voor *zilvermeeuw*, *stormmeeuw* en *grote stern* geen jaarlijkse slachtoffers voorspeld in Nederwiek I-B. Effecten op het aanwijzen van deze soorten voor de Bruine Bank zijn uitgesloten. Onder de toekomstig aan te wijzen soorten worden onder kleine mantelmeeuw, drieteenmeeuw en visdief slachtoffers als gevolg van aanvaringen in Nederwiek I-B voorspeld. Voor deze soorten zijn nog geen (kwantitatieve) doelstellingen voor het Natura 2000-gebied Bruine Bank geformuleerd. Desalniettemin zijn de voorspelde aantallen slachtoffers onder deze soorten dusdanig laag (maximaal 10 slachtoffers onder drieteenmeeuwen) dat het niet redelijkerwijs te verwachten is dat de effecten verhoudingsgewijs groter zouden zijn dan op de soorten waarvoor de Bruine Bank nu al aangewezen is, en die hierboven beoordeeld zijn. Op basis hiervan stellen we dat redelijkerwijs geen significant negatieve effecten door aanvaringen in Nederwiek I-B zijn te verwachten op het aanwijzen van het Natura 2000-gebied Bruine Bank voor deze soorten (effectbeoordeling: -).

Onder *zeekoeten*, *alken, jan-van-genten* en *dwergmeeuwen* worden er slachtoffers als gevolg van habitatverlies verwacht (Tabel 6-15) door verstoring van het leefgebied. De kortste afstand tussen Nederwiek I-B en Natura 2000-gebied Bruine Bank bedraagt ca. 37 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 zeekoeten bedraagt de gehanteerde verstoringsafstand 19,5 km (Peschko et al. 2024). Met 37 km is de afstand tussen het Natura 2000-gebied en het windpark groter dan deze verstoringsafstand, en zal derhalve geen sprake zijn van directe verstoring van Nederwiek I-B op de Bruine Bank. Kwaliteit en draagkracht van de Bruine Bank worden dus niet aangetast door een windpark in Nederwiek I-B. Effecten van habitatverlies worden daarom uitgesloten. Op basis van bovenstaande argumenten kunnen significant negatieve effecten door habitatverlies in Nederwiek I-B op het behalen van de IHD's van het Natura 2000-gebied Bruine Bank uitgesloten worden (effectbeoordeling: 0).

Onder de soorten waarvoor de Bruine Bank mogelijk in toekomst aangewezen wordt, worden onder roodkeelduiker, noordse stormvogel en drieteenmeeuw slachtoffers als gevolg van habitatverlies verwacht (Tabel 6-15) door verstoring van het leefgebied. De verstoringsafstanden van deze soorten zijn echter kleiner dan voor alkachtigen (Dierschke *et al.* 2016, Dierschke *et al.* 2024). Effecten van habitatverlies op de Bruine Bank voor deze toekomstig aangewezen soorten worden daarom ook uitgesloten.

Friese Front

Het Friese Front is aangewezen voor *zeekoet*. In Nederwiek I-B wordt sterfte onder zeekoeten verwacht, maar alleen als gevolg van habitatverlies (Tabel 6-15). Nederwiek I-B ligt op ca. 69 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. Grote sterns komen in Nederwiek I-B niet voor en voor dwergmeeuwen geldt dat het maximaal aantal slachtoffers 6 bedraagt (Tabel 6-14). Voor beide niet-broedvogelsoorten geldt dat de aantallen slachtoffers dusdanig laag zijn en de afstand tussen de Natura 2000-gebieden en Nederwiek I-B 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 Nederwiek I-B 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 Nederwiek I-B kunnen doorkruisen zal gelden dat de aantallen slachtoffers per soort in verhouding (relatief) klein zijn ten opzichte van hun populatiegroottes. Zo kunnen naar verwachting meer dan 100 soorten trekvogels het gebied doorkruisen, met miljoenen vogels als totale populatiegrootte. Het is niet nader te bepalen wat de afkomst is van de individuele trekvogels die in Nederwiek I-B in aanvaring kunnen komen met windturbines. Het is echter alleen in theorie mogelijk dat alle slachtoffers van een bepaalde soortengroep van één of een klein aantal soorten vallen en die ook nog eens allemaal afkomstig zijn van Natura 2000-gebieden. In werkelijkheid zullen de ca 1.370 trekvogelslachtoffers van het worst-case scenario minimaal over 125 soorten verdeeld kunnen worden, waardoor per soort een gering aantal vogelslachtoffers verwacht wordt in Nederwiek I-B. Dat dit geringe aantal vogelslachtoffers van één Natura 2000-gebied afkomstig is, waardoor een effect op dat beschermde natuurgebied kan ontstaan, is zeer onwaarschijnlijk. Daarmee kunnen we met zekerheid grenzende waarschijnlijkheid stellen dat Nederwiek I-B zelf geen effect zal hebben op trekvogelsoorten uit een Natura 2000-gebied.

Omdat er aanvaringsslachtoffers vallen onder niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden en er weinig verschil is tussen de alternatieven, wordt voor alle alternatieven negatief gescoord (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 Nederwiek I-B, wordt neutraal gescoord voor habitatverlies (effectbeoordeling: 0).

6.5.6.2 Barrièrewerking

Voor lokale niet-broedende zeevogels zal door Nederwiek I-B 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. Met 37 km is de afstand tussen het dichtstbijzijnde Natura 2000-gebied Bruine Bank en het windpark ook groter dan de verstoringsafstanden van de aangewezen vogelsoorten. Hierdoor is het ook zeer onwaarschijnlijk dat Nederwiek I-B zelf een significante belemmering in de bewegingsvrijheid van vogels van de Bruine Bank zal vormen en dat barrière-effecten zullen ontstaan (effectbeoordeling: 0).

6.5.6.3 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 Nederwiek I-B 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 termijneffecten 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 20000-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/-).

6.5.6.4 Samenvatting

In de volgende tabel is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden.

Tabel 6-19 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de vier windpark alternatieven in Nederwiek I-B op niet-broedvogels uit beschermde natuurgebieden.

Effect/activiteit	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 2a	Alternatief 2b
Gebruiksfase				
aanvaringen	-	-	-	-
barrièrewerking	0	0	0	0
habitatverlies	0	0	0	0
indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-

6.5.7 Effecten tijdens gebruiksfase: vogels tijdens seizoenstrek

6.5.7.1 Aanvaringsslachtoffers

Tijdens de seizoenstrek vliegen vele vogelsoorten door kavel I-B. 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 langstrekkende 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 1.169 - 1373 trekvogels per jaar slachtoffer zullen worden van de verschillende alternatieven van een windpark in kavel I-B, zie Tabel 6-14. Veruit de meeste hiervan zijn zangvogels (1164 - 1368). Verder zullen nog enkele eenden en mogelijk ook enkele slachtoffers uit de soortgroepen ganzen en zwanen, roofvogels en uilen en steltlopers jaarlijks slachtoffer worden. Voor de overige soort(groepen) worden geen jaarlijkse slachtoffers verwacht. Het verschil tussen de alternatieven is beperkt, waarbij alternatief 1b (met overplanting) 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 overplantingscenario's met meer windturbines groter dan zonder overplanting.

Het doden van trekvogels 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). 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.

6.5.7.2 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 Nederwiek I-B 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 Nederwiek I-B 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.

6.5.7.3 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).

6.5.7.4 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).

6.5.7.5 Samenvatting

In Tabel 6-20 is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor vogels tijdens seizoenstrek tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6-20 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de zes windparkalternatieven in kavel I-B van windenergiegebied Nederwiek (zuid) op vogels tijdens seizoenstrek.

Effect/activiteit	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 2a	Alternatief 2b
Gebruiksfase				
aanvaringen	--	--	-	-
barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-
habitatverlies	0	0	0	0
indirecte effecten	0	0	0	0

6.5.8 Effecten op vleermuizen

6.5.8.1 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 windturbine per jaar (Rydell et al. 2010a, Limpens et al. 2013). Op basis van de huidige kennis kan voor windparken op zee slechts een ruwe schatting worden gegeven. Gezien de lage activiteit die doorgaans op zee (akoestisch) wordt gemeten, het beperkte seizoen en soortenspectrum ligt het aantal slachtoffers ook ergens tussen 0 en 1 slachtoffers per windturbine per jaar (Leopold *et al.* 2015).Tijdens een expertmeeting (Royal HaskoningDHV 2024) is overeengekomen dat het verstandig is om voorlopig van dezelfde schatting voor het aantal slachtoffers uit te gaan voor offshore windparken op de Noordzee. Uitgaande van bovenstaande bevindingen, wordt in dit hoofdstuk een *worst case-scenario* van 1 slachtoffer per windturbine per jaar gehanteerd.
Op basis hiervan worden in een windpark in kavel I-B maximaal 76 slachtoffers per jaar verwacht bij alternatief 1b (het 15%-overplantingsscenario) en minimaal 50 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 6-21 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 1b kan als worst-case alternatief beschouwd worden met 73 slachtoffers per jaar onder ruige dwergvleermuis en 3 onder rosse vleermuis. Alternatief 2a is het best-case alternatief met 48 slachtoffers per jaar onder ruige dwergvleermuis en 2 onder rosse vleermuis. Voor de alternatieven met de meeste windturbines (alternatief 1a en 1b) 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 (-).[58]

Tabel 6-21 Maximum aantallen vleermuisslachtoffers per soort per jaar per alternatief

Alternatief	Aantal windturbines	Ruige dwergvleermuis	Rosse vleermuis	Gewone dwergvleermuis
1a	67	64	3	<1
1b	76	73	3	<1
2a	50	48	2	<1
2b	57	55	2	<1

6.5.8.2 Habitatverlies en barrièrewerking

Vanwege het aantrekkingseffect 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

[58] *In Bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Omgevingswet worden overtreden.*

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 vermijding 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).

6.5.8.3 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 (-).[58]

6.5.8.4 Samenvatting

In Tabel 6-22 is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor de effecten op vleermuizen. Te zien is dat er geen onderscheidende effectbeoordeling is tussen de vier alternatieven.

Tabel 6-22 Effectbeoordeling van de effecten van een windpark in kavel I-B op vleermuizen.

Effect/activiteit	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 2a	Alternatief 2b
Aanlegfase				
Aanleg windturbines	0	0	0	0
Toename scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+
Gebruiksfase				
Aanvaringen	-	-	-	-
Barrièrewerking	0	0	0	0
Habitatverlies	0	0	0	0
Indirecte effecten	-	-	-	-
Verwijderingsfase				
Verwijdering windturbines	0	0	0	0

Toename scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+

6.6 Conclusie

Alternatief 1a/b leidt tot enkele tientallen tot honderdtal vogelslachtoffers meer dan Alternatief 2a/b/

Op basis van de huidige kennis wordt verwacht dat alternatief 1a en 1b met meer en kleinere windturbines een groter aantal vleermuisslachtoffers oplevert (naar schatting max. 67 en 76 respectievelijk) dan alternatief 2a en 2b (naar schatting max. 50 en 57 respectievelijk).

Alternatief 2a is daarom het meest milieuvriendelijke alternatief bezien vanuit vogels en vleermuizen, voornamelijk door het geringere aantal aanvaringsslachtoffers dan bij de andere alternatieven met meer windturbines. De complete effectbeoordeling is samengevat in Tabel 6-23.

Tabel 6-23 Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven voor het windpark in kavel I-B op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels en vleermuizen.

Effect/activiteit	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 2a	Alternatief 2b
Aanlegfase				
Vogels				
Aanleg windturbines	0/-	0/-	0/-	0/-
Toename scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-
Vleermuizen				
Aanleg windturbines	0	0	0	0
Toename scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+
Gebruiksfase				
Vogels				
Lokale zeevogels				
aanvaringen	--	--	-	-
barrièrewerking	0	0	0	0
habitatverlies	-	-	-	-
indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-
Broedende (kolonie) vogels				
aanvaringen	-	-	-	-
barrièrewerking	0	0	0	0
habitatverlies	-	-	-	-

indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-
Niet-broedvogels uit Natura 2000				
aanvaringen	-	-	-	-
barrièrewerking	0	0	0	0
habitatverlies	0	0	0	0
indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-
Trekvogels				
aanvaringen	--	--	-	-
barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-
habitatverlies	0	0	0	0
indirecte effecten	0	0	0	0
Vleermuizen				
Aanvaringen	-	-	-	-
Barrièrewerking	0	0	0	0
Habitatverlies	0	0	0	0
Indirecte effecten	-	-	-	-
Verwijderingsfase				
Vogels				
Verwijdering windturbines	0/-	0/-	0/-	0/-
Toename scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-
Vleermuizen				
Verwijdering windturbines	0	0	0	0
Toename scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+

6.7 Cumulatie

6.7.1 Inleiding

De effecten van een windpark in kavel I-B 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 worst-case uitgegaan van alternatief 1b (76 x 15 MW). 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), recent geactualiseerd in KEC 5.0 (IJntema et al. 2025), is in detail gekeken naar de cumulatieve effecten van windenergie in de Zuidelijke Noordzee op vogels en vleermuizen, waaronder de effecten van kavel I-B, 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 Centrale en 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. 2032. 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 verstoringsgevoelige 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 verstoringsgevoelige 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 eerdere 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-B 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-B 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 vliegkosten 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. Echter, de voorspelde toename in het aantal windparken in de Noordzee zou ertoe kunnen leiden dat de stijging in het energieverbruik van trekvogels die windparken vermijden tot een meetbare impact op de overleving kan optellen (Schwemmer *et al.* 2023).

Barrièrewerking voor zowel trek- als lokale vogels wordt momenteel onderzocht in het kader van KEC-studies en zal voor toekomstige cumulatiestudies van belang zijn om beter in beeld te kunnen brengen.

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.

6.7.2.1 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). De berekeningen van slachtoffers als gevolg van habitatverlies zijn gebaseerd op vermijdingspercentages, die beschrijven in welke mate bepaalde soorten een offshore windpark niet meer gebruiken. In dit getal worden dus indirect alle vormen van verstoring van een offshore windpark meegenomen.

Voor vogelsoorten waarbij slachtoffers worden verwacht als gevolg van de exploitatie van Nederwiek I-B is berekend hoeveel slachtoffers cumulatief worden voorspeld door aanvaringen en habitatverlies. Aanvaringen en habitatverlies zijn hierbij los van elkaar beoordeeld, omdat de cumulatieve aantallen voor de meeste soorten uit het KEC 5.0 (IJntema *et al.* 2025, Soudijn *et al.* 2025) afkomstig zijn en hier aanvaringen en habitatverlies niet samen zijn beoordeeld omdat de verschillen in de huidige berekeningsmethodes dit niet toelaten.

In de cumulatieve effectbeoordeling zijn de windparken in cumulatie meegenomen die gelijk staan aan het nationale basis-plus scenario uit KEC 5.0, met de toevoeging van Nederwiek Noord. Dit scenario omvat bestaande windparken en toekomstige windparken in de Nederlandse Noordzee waarvoor een vergunning is afgegeven of een kavelbesluit is of binnenkort wordt genomen (zie Tabel 6-24). De cumulatieve effecten van het worst-case alternatief van Nederwiek I-B (alternatief 1b) op de verschillende vogelpopulaties kunnen door middel van populatiemodellen worden berekend en vervolgens worden getoetst aan de geldende ALI-drempelwaarden (Directoraat-generaal Natuur en Visserij 2025).

Tabel 6-24 Windparken die onderdeel zijn van het nationale cumulatiescenario

Windpark	Fase
Egmond aan Zee (OWEZ)	Operationeel
Prinses Amaliawindpark	Operationeel
Eneco Luchterduinen	Operationeel
Borssele 1	Operationeel
Borssele 2	Operationeel
Borssele 3 - Blauwwind	Operationeel

Borssele 4 - Blauwwind	Operationeel
Borssele Site V - Two towers	Operationeel
Gemini Buitengaats	Operationeel
Gemini Zee energie	Operationeel
Hollandse Kust Noord	Operationeel
Hollandse Kust Zuid Holland I - IV	Operationeel
Hollandse Kust West noordelijk deel	In aanbouw
IJmuiden Ver Noord (Gamma A en B)	Vergund
IJmuiden Ver (Alpha & Beta)	Vergund
Nederwiek Noord	In procedure
Nederwiek I-A (zuid)	Vergund

Aanvaringen
In Nederwiek I-B worden jaarlijkse aanvaringsslachtoffers onder grote mantelmeeuw, kleine mantelmeeuw, dwergmeeuw, drieteenmeeuw, jan-van-gent en visdief/noordse stern voorspeld (zie paragraaf 6.5.3). In bijlage 4 worden de uitkomsten van de ALI-toetsingen per berekende soort beschreven. De resultaten laten zien dat de ALI-drempelwaarde voor aanvaringen alleen wordt overgeschreden voor **jan-van-gent**. Met andere woorden, voor de andere doorgerekende zeevogelsoorten is geen sterk genoeg verband gevonden tussen de aanwezigheid van de windparken en een boven de ALI-drempelwaarde uitstrekkend effect op de populatie ontwikkeling.

Habitatverlies
In Nederwiek I-B worden er slachtoffers als gevolg van habitatverlies voorspeld onder duikers, noordse stormvogel, dwergmeeuw, drieteenmeeuw, zeekoet en alk (zie paragraaf 6.5.4). In KEC 5.0 werden de cumulatieve effecten van habitatverlies door de aanwezigheid van offshore windparken voor een aantal van deze zeevogelsoorten berekend (Soudijn *et al.* 2025). Voor de onderzochte soorten die ook in Nederwiek I-B slachtoffer kunnen worden (zeekoet en alk) laten de resultaten zien dat de ALI-drempelwaarden voor habitatverlies voor **zeekoet** overschreden worden. Onder alken is er in cumulatie geen sprake van een overschrijding van de ALI-drempelwaarde als gevolg van de aanwezigheid van Nederlandse offshore windparken. De resultaten zijn weergegeven in bijlage 4. Voor de overige soorten die als gevolg van habitatverlies in kavel I-B slachtoffer kunnen worden (duikers, noordse stormvogel, dwergmeeuw en drieteenmeeuw) wordt in bijlage 4 ook geconcludeerd dat significant negatieve effecten als gevolg van habitatverlies in cumulatie ook is uit te sluiten (zie bijlage 4).

Effectbeoordeling ALI-drempelwaarde overschrijdingen
In deel A van het KEC 5.0 wordt beschreven hoe er omgegaan moet worden met uitkomsten van het KEC in MER-beoordelingen (Rijkswaterstaat 2025). Hieruit volgt dat als er een ALI-overschrijding als gevolg van de impact van windparken op zee uit het KEC naar voren komt, er vervolgens gekeken moet worden naar de Nederlandse Staat van Instandhouding en populatietrend van deze soort. Als de huidige Staat van Instandhouding gunstig is, én ook de populatietrend positief, dan is de verwachting dat de

toekomstige Staat van Instandhouding ook gunstig is, ondanks de gevolgen van windenergie op zee. Om een duiding te geven aan de overschrijding bij jan-van-gent en zeekoet worden de stappen zoals beschreven in deel A van het KEC 5.0 doorlopen.

Jan-van-gent
De Staat van Instandhouding is voor de jan-van-gent als gunstig beoordeeld en de geobserveerde populatietrend is volgens Sovon geclassificeerd als matig toenemend zowel voor de korte termijntrend als op de lange termijn. Hiermee kunnen op basis van de huidige inzichten, de status van de soort en de populatietrend significant negatieve effecten op de jan-van-gent uitgesloten worden. Zie bijlage 4 voor een nadere toelichting, waar ook is ingegaan op de invloed van de vogelgriep uitbraak van 2022 op de effectbeoordeling.

Zeekoet
De huidige Staat van Instandhouding van de zeekoet is gunstig. Bovendien is er een positieve trend, hiermee blijft de populatie ook met impact door wind op zee boven de gunstige staat van instandhouding. Daarom kunnen, op basis van de huidige inzichten, de status van de soort en de populatietrend, significante negatieve effecten op de zeekoet uitgesloten worden.

Cumulatie lokaal (grensoverschrijdend) scenario
Vanwege de ligging van Nederwiek I-B vlak bij de grens met het Verenigd Koninkrijk is het relevant om ook een lokaal cumulatief scenario te beschouwen met de direct omliggende Nederlandse en Britse windparken (zie paragraaf 11.2.1 van bijlage 4). In bijlage 4 is een kwalitatieve beoordeling van de grensoverschrijdende effecten beschreven.

De resultaten van de tien windparken (inclusief Nederwiek I-B) die in beschouwing zijn genomen voor de lokale grensoverschrijdende cumulatie laten zien dat voor de meeste zeevogelsoorten zowel het aantal slachtoffers als de impact op de populatie verwaarloosbaar of klein werd beoordeeld (zie bijlage 4 voor een nadere toelichting). In de nabijgelegen Britse windparken is de totale impact van windparken in cumulatie als laag bezien, en dit geldt ook voor de meeste soorten in de nabijgelegen Nederlandse windparken. Een uitzondering hierop is de jan-van-gent en zeekoet, waarvoor sterke negatieve effecten worden verwacht. Dit is in lijn met de ALI-drempelwaarde overschrijding die hierboven is beschreven in het nationale cumulatiescenario. Daar is ook gesteld dat, op basis van de huidige inzichten, de status van de soort en de populatietrend, significante negatieve effecten op de jan-van-gent uitgesloten kunnen worden.

6.7.2.2 Vogels tijdens seizoenstrek

Naast zeevogels vallen ook slachtoffers onder trekvogels (watervogels en landvogels) als gevolg van een windpark in Nederwiek I-B en in cumulatie met andere windparkinitiatieven in de Centrale en 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 cumulatieve effectbeoordeling onder trekvogels wordt gekeken naar de acht meest kritieke trekvogelsoorten, die ook in het kader van het KEC 5.0 beoordeeld zijn (IJntema *et al.* 2025). In KEC 5.0 zijn voor deze soorten populatiemodellen opgesteld op het meest recente cumulatiescenario van de Nederlandse offshore windparkontwikkelingen (inclusief Nederwiek 1-A & Nederwiek Noord) en volgens de huidig geldende ALI drempelwaarden beoordeeld (Sovon 2024a, Directoraat-generaal Natuur en Visserij 2025, IJntema *et al.* 2025). Deze beoordeling is ook internationaal uitgevoerd, omdat het natuurlijke verspreidingsgebied van trekvogels zich niet beperkt tot de Nederlandse Noordzee en het om

doortrekkende internationale populaties gaat. In tegenstelling tot zeevogels is dit voor trekvogels mogelijk omdat het hier om soortspecifieke intensiteit van vogeltrek gaat en niet om verschillende nationale en internationale dichtheidskaarten zoals bij de zeevogels.

Uit de ALI toetsing bleek dat voor alle trekvogelsoorten de drempelwaarden zowel in het nationale als het internationale scenario niet overschreden worden. Op basis van de lage verwachte aantallen slachtoffers onder de meeste trekvogelsoorten en omdat voor de meest kritieke trekvogelsoorten significant negatieve effecten uitgesloten kunnen worden op zowel nationaal als internationaal niveau, kunnen we er redelijkerwijs van uitgaan dat dit ook voor minder kritieke soorten het geval zal zijn.

6.7.2.3 Broedvogels uit beschermde natuurgebieden

Kavel I-B 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 windpark in theorie bereiken (zie paragraaf6.4.2). Daarom worden de effecten op deze kolonies ook in cumulatie met andere windparken beschouwd.

Op basis van de gemiddeld maximale foerageerafstand kunnen kleine mantelmeeuwen uit deze Natura 2000-gebieden naast Nederwiek I-B ook slachtoffer worden in Britse, Duitse en andere Nederlandse windparken. Daarom worden de effecten op deze kolonies in cumulatie met andere windparken beschouwd. Het cumulatief aantal slachtoffers door aanvaringen en habitatverlies onder kleine mantelmeeuwen wordt getoetst aan de 1%-mortaliteitsnormen. Voor Duinen en Lage Land Texel wordt een maximaal cumulatief aantal slachtoffers van **11,18** berekend bij de 15 MW alternatief met overplanting (1b). Dit aantal ligt net onder de 1%-mortaliteitsnorm van 12 slachtoffers voor dit gebied. Voor Duinen Vlieland wordt een maximaal cumulatief aantal slachtoffers van **3,44** voor hetzelfde alternatief berekend. Dit aantal ligt ook onder de 1%-mortaliteitsnorm van 5 slachtoffers voor dit gebied. Tot slot wordt voor de Nederlandse Waddenzee bij de worst-case alternatief, alternatief 1b, een cumulatief aantal van **17,29** slachtoffers berekend. Ook voor dit gebied ligt dit onder de 1%-mortaliteitsnorm van 37 slachtoffers. Samenvattend bedraagt in alle gevallen 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 is er daarom geen effect op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van deze soort voor deze gebieden. Significant negatieve effecten, met inbegrip van cumulatieve effecten, op de instandhoudingsdoelstellingen 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 11.2.3 van Bijlage 4.

6.7.2.4 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 vankavel I-B. Uit paragraaf 6.5 blijkt dat verschillende zeevogels en trekvogels slachtoffer kunnen worden in kavel I-B als gevolg van aanvaringen en/of habitatverlies.

Lokale zeevogels buiten het broedseizoen uit Natura 2000-gebieden
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, alk en 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.

Van de soorten die zijn aangewezen voor Bruine Bank als niet broedvogel, worden onder jan-van-gent, grote mantelmeeuw en dwergmeeuw jaarlijks aanvaringsslachtoffers verwacht in Nederwiek I-B. Vanwege de kennisleemte over de binding van zeevogels met specifieke gebieden op zee buiten het broedseizoen, wordt momenteel de aanname gedaan dat deze vogels buiten het broedseizoen zich nomadisch verplaatsen over de gehele Noordzee en daarom geen binding hebben met specifieke gebieden op zee. De daaruit voorvloeiende worst-case aanname is dat alle individuen van de relevante populatie vanuit een Natura 2000-gebied in elk windpark in de omgeving slachtoffer kunnen worden van een aanvaring met de windturbines. Derhalve kan gesteld worden dat effecten op populatieniveau verhoudingsgewijs doorwerken in de verschillende Natura 2000-gebieden. Dit betekent dat vanwege de kennisleemte in het lokale gedrag van niet-broedvogels en dus de range waarbij externe werking van Natura 2000-gebieden optreedt, de aanname wordt gedaan dat als in de cumulatietoets significant negatieve effecten op populatieniveau uitgesloten worden, ook significant negatieve effecten op het niveau van de Natura 2000-gebieden uitgesloten kunnen worden.

Voor alle zeevogelsoorten die slachtoffer in Nederwiek I-B kunnen worden, zijn beoordelingen op populatieniveau in paragraaf 6.7.2.1 uitgevoerd. De uitkomsten van deze studies tonen aan dat er op geen van deze soorten significante negatieve effecten op populatieniveau worden verwacht. Op basis hiervan kunnen significant negatieve effecten door aanvaringen in Nederwiek I-B op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden die zijn aangewezen voor de niet-broedvogels ook in cumulatie uitgesloten worden.

Trekvogels uit buitenlandse Natura 2000-gebieden
Naast zeevogels kunnen ook trekvogels van het vaste land Nederwiek I-B doorkruisen en slachtoffer worden als gevolg van aanvaringen. De berekeningen in paragraaf 6.7.2.2 laten zien dat volgens de meest recente kennis de ALI-drempelwaardes ook voor alle meest kritieke trekvogelsoorten niet overschreden worden en derhalve is het te stellen dat significante negatieve effecten op populatieniveau uitgesloten kunnen worden. Omdat er momenteel geen kennis voorhanden is over welk aandeel van de trekvogels uit een Natura 2000-gebied afkomstig is, is de enige redelijke aanname dat de berekende aantallen slachtoffers verhoudingsgewijs doorgerekend kunnen worden naar effecten op de populatie van de verschillende Natura 2000-gebieden. Op basis hiervan kunnen we stellen dat vanwege het ontbreken van significante negatieve effecten op populatieniveau niet te verwachten is dat significante negatieve effecten op lokale Natura 2000-gebieden zullen optreden. Verder geldt dat na het uitsluiten van significante negatieve effecten voor de meest kwetsbare trekvogelsoorten redelijkerwijs te verwachten is dat er ook geen significant negatieve effecten voor minder kwetsbare soorten optreden. Geconcludeerd wordt dat op basis van de huidige kennis voor alle Natura 2000-gebieden met doelstellingen voor trekvogelsoorten die door Nederwiek I-B trekken significant negatieve effecten uitgesloten kunnen worden.

6.7.3 Vleermuizen

Er is weinig kennis over vleermuizen op de Noordzee. Hoewel vaststaat dat ze daar vliegen, zijn hun aantallen, herkomst en gedrag op zee grotendeels onbekend. Vooral de ruige dwergvleermuis en rosse vleermuis kunnen mogelijk negatieve gevolgen ondervinden van 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). Hierna is in een Wozep studie een minimale populatieschatting van 25.000 voor ruige dwergvleermuizen die over de Noordzee trekken vastgesteld (c, Limpens *et al.* 2017). Recent is er een studie op basis van genetica uitgevoerd voor ruige dwergvleermuizen die langs de Nederlandse kust migreren (Schaik et al. 2025). Echter wordt de schatting op basis van genetica die hieruit komt minder betrouwbaar geacht en wordt de waarde uit 2017 door Wozep geadviseerd als meest betrouwbare bron. De schatting van deze studie resulteert in een internationale PBR van 825 voor ruige dwergvleermuizen.

Op basis van de huidige kennis kan voor windparken op zee slechts een ruwe schatting worden gegeven van het aantal aanvaringsslachtoffers. Deze ligt tussen 0 en 1 slachtoffers per windturbine per jaar. In dit hoofdstuk is uitgegaan van de worst-case aanname dat in offshore windparken in de Noordzee maximaal 1 slachtoffer per windturbine per jaar zullen vallen. In de expert workshop die is uitgevoerd in het kader van KEC 5.0 (Royal HaskoningDHV 2024) is geconcludeerd dat het op dit moment niet mogelijk is om een meer wetenschappelijk onderbouwde aanname voor het aantal vleermuisslachtoffers vast te stellen voor offshore windparken.

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 in 2025 (KEC 5.0) zou in Nederland het maximale aantal windturbines tot en met Nederwiek I-B en Nederwiek Noord op 1.678 windturbines uitkomen en internationaal (inclusief de Nederlandse windturbines) op 11.138.

Volgens de aanname dat per windturbine 1 vleermuisslachtoffer zal vallen, zal dit cumulatief tot 1.678 vleermuisslachtoffers per jaar leiden in het nationale scenario en 11.138 vleermuisslachtoffers in het internationale scenario. 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 10.659 en onder rosse vleermuizen op 423 dieren uit. Dit is voor rosse vleermuis ruim onder de PBR van 4.089 dieren. Door toepassing van een stilstandvoorziening (zie hoofdstuk 10.1) wordt het aantal slachtoffers in windparken naar verwachting met ongeveer 40% verlaagd (Boonman & Japink 2022). Het aantal slachtoffers onder ruige dwergvleermuizen komt na deze mitigatie nog steeds ruim boven de PBR van 825 dieren uit en daarom worden de effecten in het internationale scenario hieronder verder beschouwd.

Gebaseerd op huidige kennis is het niet met zekerheid uit te sluiten dat in het *worst case*-scenario negatieve effecten op de staat van instandhouding van ruige dwergvleermuis optreden, ook na het toepassen van een eventuele stilstandvoorziening als mitigatiemaatregel (zie paragraaf 6.8.2.3).

Belangrijke kanttekening hierbij is dat er sprake is van een opeenstapeling van worst case benaderingen die het effect overschatten. Zo wordt de effectieve populatiegrootte geschat op enkele honderd duizenden dieren waarvan de bovengrens 2 miljoen dieren is (Lagerveld *et al.* 2017c), maar bij de beoordeling is vanuit het worst case principe de minimale populatieschatting van 25.000 dieren aangehouden. Ook is het aantal slachtoffers geschat met een worst case benadering op 1 vleermuis per windturbine per jaar, waar de verwachte range 0-1 vleermuis per windturbine per jaar is. 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. Voor de overige vleermuissoorten zijn effecten op de staat van instandhouding uit te sluiten.

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 verstoringsgevoelige zeevogelsoorten in en rond het plangebied aanwezig zijn.

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). Het meest recente literatuurreview identificeert de zogenoemde “flood-lighting’ die gebruikt wordt tijdens constructie als bijzonder gevaarlijk tijdens deze fase (Gulka *et al*. 2024). Daarnaast stelt deze review niet-wit, minder intense, en bedekte verlichting, voor als de beste optie onder de huidige kennis. Zulke aangepaste verlichting kan waar mogelijk tijdens belangrijke periodes, zoals het broedseizoen en het voorjaars- en najaars-vertrekperiode, gebruikt worden (Gulka *et al*. 2024).

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 (zie voorgaande MERren voor kavelbesluiten). 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.

6.8.2.1 Mitigatie van habitatverlies vogels

Verstoring die tot habitatverlies leidt, kan mogelijk verminderd worden door het aanpassen van scheepsactiviteiten rondom en in het windpark. Lagere scheepssnelheid en grotere afstand tot het aanwezige mariene leven bleken verstoring van zeezoogdieren en zeeschildpadden te verminderen (Conn & Silber, 2013; Hazel *et al*. 2007) en de verwachting is dat soortgelijke effecten ook voor zeevogels mogelijk zijn (Gulka et al. 2024), maar meer onderzoek is nodig om hiervoor concrete maatregelen te adviseren.

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 het oppervlak tussen de buitenste windturbines) relatief ongunstig zijn. Afgezien van deze algemene stelregel, is er 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. Binnen het Wozep programma is onderzocht of vogels een scheepscorridor in offshore windpark Borssele in grotere mate gebruiken dan het windpark zelf, en daar waren geen aanwijzingen voor, mogelijk door de beperkte breedte (ca. 2 km) van de corridor (Leemans *et al.* 2024a). Ook bleek in een onderzoek naar verstoring van alkachtigen door windpark Gemini dat vogels de opengelaten ruimte tussen de twee windparkdelen (met ca. 5 km breedte) evenveel vermeden als de windparken zelf. Met andere woorden lijkt het erop dat een dergelijke corridor voor verstoringsgevoelige soorten zoals alkachtigen zeker groter dan 5 km moet zijn.

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 verstorende 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).

Op basis van het ontbreken van een significant verschil in de aanwezigheid van vogels tussen een scheepscorridor en de rest van het windpark in Borssele (Leemans *et al.* 2024) concluderen we dat er geen verschil op dit punt is tussen inrichtingsalternatieven. Dit is mogelijk gunstiger omdat verstoring rondom turbines kleiner is en er mogelijk corridors ontstaan waar vogels tussendoor vliegen.

6.8.2.2 Mitigatie van vogelaanvaringen

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.

Als onderdeel van het MER-traject voor kavel I-A van windenergiegebied Nederwiek (zuid) is een analyse uitgevoerd om het effect van het verhogen van de rotortiplaagte te berekenen op het aantal aanvaringen met zeevogels. Als mitigerende maatregel lijkt dit zeer veelbelovend: het verhogen van de tiplaagte tot 35 meter resulteerde in modelberekeningen in een relatieve vermindering van het aantal zeevogelslachtoffers variërend van circa 20% (bij grote mantelmeeuwen) tot circa 60% (bij drieteenmeeuwen), al gaat het in het geval van Nederwiek I-B om een absolute reductie van enkele slachtoffers. Dit patroon gold zowel voor turbines met een lager (15 MW) als met een hoger (20 MW) vermogen. Het verhogen van de tiplaagte is daarom een veelbelovende mitigatiemaatregel om het aantal aanvaringen te verminderen, voor verschillende windparkgroottes, locaties en constructies. Er bestaan echter nog geen onderzoeksdata die dit effect in de praktijk hebben aangetoond. De eerste projecten om dit te testen lopen wel.

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 kavel I-B 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 (Bradaric 2022). Door

Krijgsveld *et al.* (2015) is een overzicht gemaakt van het voorkomen van trekpieken boven windpark OWEZ. Zij maakten hierbij een inschatting over het effect van een goedwerkende stilstandvoorziening. Het onderzoek stelde dat de bij een drempelwaarde van 500 vogels/km/u aan trekintensiteit 4% van de doortrekkende vogels gered kan worden, wat correspondeerde met een geschat aantal uur stilstand van 29 uur per jaar, ofwel 0,3% van de tijd dat de turbines draaiden. Uit een meerjarige analyse van radardata verzameld in windpark Luchterduinen bleek dat deze 4% vermeden vogelslachtoffers, bij het toepassen van het voorspellingsmodel (versie 1.1), ongeveer overeenkwam met 50 tot 70 uur stilstand per 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 verstoring, habitatverlies en de 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 rotoren 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.

6.8.2.3 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 (*rotation per minute*) 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:

> *"… 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-B 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 dichter 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-B 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 windturbines gebouwd zijn kunnen deze metingen plaatsvinden en kan de stilstand verbeterd worden.

Een recente studie van de Wozep-programma (Arcadis 2025) heeft een overzicht en beoordeling gemaakt van alle mitigerende maatregelen die het aantal vleermuisslachtoffers in offshore windparken kunnen verminderen. Op basis van dit onderzoek, blijft vermijding (door windparken te plaatsen op een afstand van de belangrijkste migratieroutes van vleermuizen) de beste optie, maar er is op dit moment te weinig kennis over offshore trekroutes om dit concreet toe te passen. Er kan echter veel worden gewonnen door verschillende mitigerende maatregelen toe te passen, waarvan de meest veelbelovende zijn:

- stilstandvoorziening: verhogen cut in speed,
- het aanpassen van rotorhoogtes en tiplaagtes van windturbines (dit vereist echter meer informatie over vleermuis vlieghoogteverdelingen)
- ontwikkelingen in vleermuisdetectietechnologie, bijvoorbeeld met AI,

Afschrikking en compensatie blijken de minst veelbelovende mitigerende maatregelen, grotendeels vanwege een gebrek aan voldoende kennis over hoe dergelijke maatregelen in de praktijk zouden kunnen werken.

6.8.2.4 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 rotoren 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 verstoringsgevoelige 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 aanvaringsslachtoffers te voorspellen op zee ontbreekt. Ook over verstoringsgevoeligheden en verstoringsafstanden 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

6.10.1 Broedvogels

Kavel I-B 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-B in windenergiegebied Nederwiek. Uit paragraaf 6.4.2 blijkt dat bijvoorbeeld individuen uit kolonies van jan-van-genten in theorie windenergiegebied Nederwiek wel kunnen bereiken, maar verwacht mag worden dat vliegbewegingen door kavel I-B incidenteel zullen zijn en er derhalve geen significant negatieve effecten worden verwacht voor beschermde kolonies.

6.10.2 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 en Bijlage 4.

6.10.3 Trekvogels

Voor de acht meest kritieke trekvogelsoorten zijn in het kader van de KEC 5.0 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-B van het windenergiegebied 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 behandeld 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 referentiesituatie). Daarop volgt de beoordeling van relevante effecten in paragraaf 7.5 en (noodzakelijke) mitigerende maatregelen in paragraaf 7.7, wordt er aandacht besteed aan mogelijke cumulatieve effecten in paragraaf 7.6, en overblijvende leemten in kennis in paragraaf 7.7.

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 windturbines dat geplaatst wordt, het funderingstype waarop ze komen te staan, en de installatiemethode die gebruikt wordt. Het uitgangspunt is dat kavel I-B zal bestaan uit maximaal 76 windturbines van minimaal 15 MW. Binnen de bandbreedte die in dit MER wordt onderzocht zijn vier alternatieven beoordeeld om in kaart te brengen welke effecten er kunnen ontstaan (zie Tabel 7-1). Twee alternatieven gaan uit van 15 MW turbines, en twee van 20 MW turbines. Voor elk turbinetype is gekeken naar een alternatief met 0% en 15% overplanting.

De berekeningen voor (onderwater)geluid en trillingen voor dit MER zijn uitgevoerd met een geluidsnorm van SELss (750 m) = 160 en 164 dB re 1 µPa^{2}s. Deze norm geeft in aantal decibel (dB) aan hoe hoog de onderwater geluidsdruk van een enkele hei-slag (SELss) 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 windenergiegebied 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 windturbine en fundering.

Op verzoek van de Commissie mer is onderzocht wat de (technische) haalbaarheid is van een geluidsnorm van 160 dB re 1 µPa2s SELss, zoals geambieerd in het Noordzeeakkoord.[59] 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. 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.

Tabel 7-1 Bandbreedte van alternatieven voor onderwaterleven

Kenmerk	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 2a	Alternatief 2b
Aantal turbines	67	76	50	57
Geïnstalleerd vermogen per turbine	15 MW		20 MW	
Geluidsnorm	SELss (op 750 m) = 160 of 164 dB re 1 mPa^{2}s			
Netto heitijd per monopile-fundering	2 uur			
Geschatte periode waarin heiwerkzaamheden plaatsvinden	7 tot 9 maanden		5 tot 7 maanden	

[59] *Aanleg van windparken in IJmuiden Ver en Nederwiek I en Beperken van onderwatergeluid en haalbaarheid van Geluidsnomen, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2023). Zie: https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/doorvaart-medegebruik/nederwiek/*

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 van hoofdstuk 4 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.

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 negatieven 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[60] 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[61]:

- Vertroebeling en habitatdestructie door bodemberoering tijdens de aanleg.
- Geluid en/of trillingen tijdens de aanleg en exploitatie.
- Aanwezigheid van magnetische velden tijdens de exploitatie (zie Kader 7-2).
- Afwezigheid van sleepnetvisserij in windparken tijdens de exploitatie.
- Aanwezigheid/afwezigheid van harde structuren tijdens de exploitatie en verwijdering.

De effectbeoordeling voor bodemberoering wordt gedaan voor een turbinefundering gravitiy-based als worst-case scenario, zie ook bijlage VI van het achtergronddocument (bijlage 4). Alternatieve funderingstypen geven vergelijkbare of kleinere effecten voor benthos en vissen. Daarnaast moet er bij gravity based funderingen ook gebaggerd worden om de bodem te egaliseren. Op basis van *expert judgement* wordt aangenomen dat de voetafdruk van egalisatiewerkzaamheden vergelijkbaar is met die van gravity-based funderingen, zodat de egalisatiewerkzaamheden geen extra bodemoppervlak innemen.

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.

[60] Bij het verwijderen van windturbines, inter-array kabels en erosiebescherming kan dit leiden tot de effecten geluid, trillingen, en bodemberoering. Zo ver bekend zijn er momenteel geen empirische metingen van geluid en/of trillingen beschikbaar voor het ontmantelen van windturbines in de Noordzee. Gezien de aannemelijkheid dat de vis- en benthosgemeenschap niet negatief wordt beïnvloed door het onderwatergeluid dat vrijkomt tijdens de constructiefase, de verwachting dat het geproduceerde onderwatergeluid minder ernstig is tijdens de verwijdering en de kennisleemte wordt het effect niet verder behandeld in de effectbeoordeling. Voor bodemberoering tijdens de verwijdering geldt gezien de tijdelijke aard van het effect en de te verwachten geringe omvang het effect niet verder wordt behandeld in de effectbeoordeling (zie ook Bijlage 4 paragrafen 4.1.3 en 4.2.3).
[61] Tijdens de aanleg en exploitatie kan 's nachts kunstlicht worden ingezet. Dit licht kan het gedrag van zeedieren beïnvloeden, zoals de migratie van plankton en het aantrekken van neuston. Voor luchtvaart- en scheepvaartveiligheid zijn in recente kavelbesluiten wel voorschriften vastgelegd, maar niet voor werkverlichting. Vanwege de korte duur van de aanlegfase, onbekende inzet van werklicht tijdens de aanleg en het gebrek aan gegevens van effecten op het Noordzee ecosysteem, is dit mogelijke effect buiten beschouwing gelaten voor vis en benthos.

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 gegeneerd 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 wordt echter niet 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.

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 1.2 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. Het is niet waarschijnlijk dat zeehonden effecten ondervinden van EMV, aangezien zij niet over ampullen van Lorenzini of andere elektroreceptoren beschikken waardoor zeehonden EMV kunnen waarnemen. Voor bruinvissen is niet uit te sluiten dat zij magnetische velden kunnen waarnemen. De exacte effecten van de aanwezigheid van elektriciteitskabels binnen het windpark op het gedrag van zeezoogdieren (m.n. bruinvis) zijn niet goed bekend, maar lijken beperkt vanwege het feit dat bruinvissen in windparken worden waargenomen. 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 voor een nadere toelichting). 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. 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. Continu geluid door schepen wordt geproduceerd door bijvoorbeeld schroefgeluid, geluid van sonars, ankerkettingen, etc. Geluid door de scheepvaart leidt tot minder grote verstoringsafstanden dan verstoringsafstanden als gevolg van (ongemitigeerd) heigeluid. In een recente Duitse review-studie (zie ook Bijlage 5) wordt voorzichtig geconcludeerd dat door windpark-gerelateerde scheepvaart mogelijk tot een beperkte toename van het onderwatergeluid in het windpark kan leiden, maar dat de toename daarbuiten beperkt is, zeker voor windparken nabij scheepsroutes zoals het geval bij kavel I-B.

Het MER onderzoekt de effecten van impulsief geluid die ontstaan tijdens de installatie van de turbinefunderingen, installatie van het TenneT platform, geofysische onderzoek m.b.v. seismologische surveys binnen de kavel en het ruimen van ontplofbare oorlogsresten. 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 5.0 liggen. In de geluidsberekeningen wordt reeds uitgegaan van geluidsnormen die het geluid dat vrijkomt door (ongelimiteerde) heiwerkzaamheden beperkt. De berekeningen die gemaakt zijn door TNO en HWE voor de beoordeling in dit MER gaan uit van een geluidsnorm van SEL_{SS} (750m) = 160 en 164 dB re 1 μPa^2.

In KEC 5.0 is een cumulatiescenario doorgerekend voor de uitrol van de gehele Routekaart Windenergie op zee. Op basis van dit cumulatiescenario is geconcludeerd dat populatie-effecten kunnen worden uitgesloten. Zolang het aantal dierverstoringsdagen voor kavel I-B Nederwiek de KEC 5.0 waarde tijdens de aanleg niet overgeschreden 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 5.0 waarde. Paragraaf 7.6 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 bijlage 5 (paragraaf 2.2.2) 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 SELss (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

Aspect	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Onderwaterleven	**Bodemdieren en vissen** **Aanlegfase** - Geluid/trillingen - Bodemberoering **Exploitatiefase** - Geluid/trillingen - Aanwezigheid harde structuren - Aanwezigheid van EMV - Verbod bodemberoerende visserij in windpark **Verwijderingsfase** - Verwijdering harde structuren	**Bodemdieren & vissen** Geluidstrillingen door heien Vertroebeling door bodemberoering Habitatdestructie door bodemberoering Continu geluid Aanwezigheid hard substraat Verbod bodemberoerende visserij EMV door kabels Verwijdering hard substraat
	Zeezoogdieren **Aanlegfase** - Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen - Fysieke aantasting	**Zeezoogdieren** Dierverstoringsdagen (impulsief geluid) Aantal fysiek aangetaste dieren

	Exploitatiefase - Verstoring door geluid/trillingen door turbines en scheepvaart (onderhoud) - Aanwezigheid harde structuren - Verbod bodemberoerende visserij in windpark **Verwijderingsfase** Idem aanleg	Verstoring door schepen en turbines (continu geluid) Aanwezigheid hard substraat Verbod bodemberoerende visserij

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 levenswijze (bijv. krabben, garnalen, wormen en zeesterren) of een vastzittende levenswijze (bijv. anemonen en zakpijpen). 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). De soortenrijkdom aan bethos is relatief hoog in kavel I-B. Er is een variatie aan soorten binnen kavel I-B, met over het algemeen een lage biomassa. In kavel I-B wordt de bodem voor het grootste gedeelte gedomineerd door grofzand. De benthosgemeenschap wordt hier gedomineerd door benthos 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 kavel I-B nader beschreven.

Binnen kavel I-B ligt één lange termijn benthos boxcore meetpunt (MWTL[62]). 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 Noordzee de biomassa en soortenrijkdom hoger is dan in kavel I-B. Zo staan de Doggersbank en het Friese Front bekend om hun rijkdom van benthossoorten. Wel is nabij kavel I-B, aan de noordzijde, een gebied met een hoge biomassa aan benthos. Vooralsnog valt kavel I-B hiermee nog niet onder de gebieden met de meest soortenrijke benthosgemeenschappen van het NCP. De nabijgelegen Bruine Bank heeft daarnaast een afwijkende dominante soortensamenstelling ten opzichte van de andere bemonsterde gebieden in het kader van MWTL.

Binnen windenergiegebied Nederwiek (zuid) zijn in 2023 met een boxcore bodemmonsters genomen voor onderzoek naar de aanwezige benthos. Resultaten van dit onderzoek toonden het voorkomen van 46 benthos soorten in de 24 monsters, voornamelijk wormen, kreeftachtigen en tweekleppigen (Cuperus et al. 2024). De meeste van de aangetroffen soorten zijn typerend voor het gebied, met uitzondering van twee soorten die voorkomen op de Klaverbank, kleine zwemkrab (*Liocarcinus pusillus*) en een borstelworm (*Aglaophamus agilis*).
Eén van de milieudoelen van de KRM is het streven naar de terugkeer en herstel van biogene riffen, zoals S*abellaria*-riffen en platte oesterbanken, in ecologische waardevolle gebieden en in windparken. 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. In de Bruine Bank en in kavel IJmuiden Ver Alpha, die relatief dicht bij kavel I-B liggen, zijn *Sabellaria*-riffen

[62] *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-monitoringprogramma worden gebruikt voor operationeel waterbeheer, bepalen trends, toetsing aan normen en het leveren van nationale en internationale rapportages.*

aangetroffen. Vanwege de nabijheid en het vergelijkbare habitat in kavel I-B bestaat een redelijke kans dat deze ook hier aanwezig zijn (zie ook bijlage 4 paragraaf 7.3.3).Deze *Sabellaria*-riffen 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 trekvissen in grotere dichtheden aanwezig nabij de riviermondingen. In paragraaf 7.2 van Bijlage 4 is de huidige situatie van vissen relevant voor kavel I-B nader beschreven.

Binnen kavel I-B 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.
In het kavel I-B zal de populatie vissen voornamelijk bestaan uit bodemvissen zoals zandspiering en verschillende soorten platvissen en pelagische vissoorten zoals sprot, wijting, haring en horsmakreel. Deze soorten fungeren als prooi voor hogere trofische niveaus zoals zeevogels en zeezoogdieren. Bij monitoring op de Bruine Bank behoorden de zandspiering, schurftvis, dwergtong, horsmakreel, sprot en wijting tot de meest talrijkste soorten, afhankelijk van de bemonsteringstechniek. De soorten fint, kabeljauw, gevlekte rog, blonde rog, stekelrog, doornhaai, gladde haai en hondshaai werden gevangen in de nabijheid van kavel I-B. Het heeft daarmee een redelijke kans dat in kavel I-B deze soorten ook voorkomen.

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 getalen 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-B van 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 best 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.

7.4.3.1 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, 2024) omdat het zwaartepunt van hun leefgebied elders ligt. Dit is het geval bij de witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*) en dwergvinvis (*Balaenoptera acutorostrata*). 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.

7.4.3.2 Bruinvis

Habitat

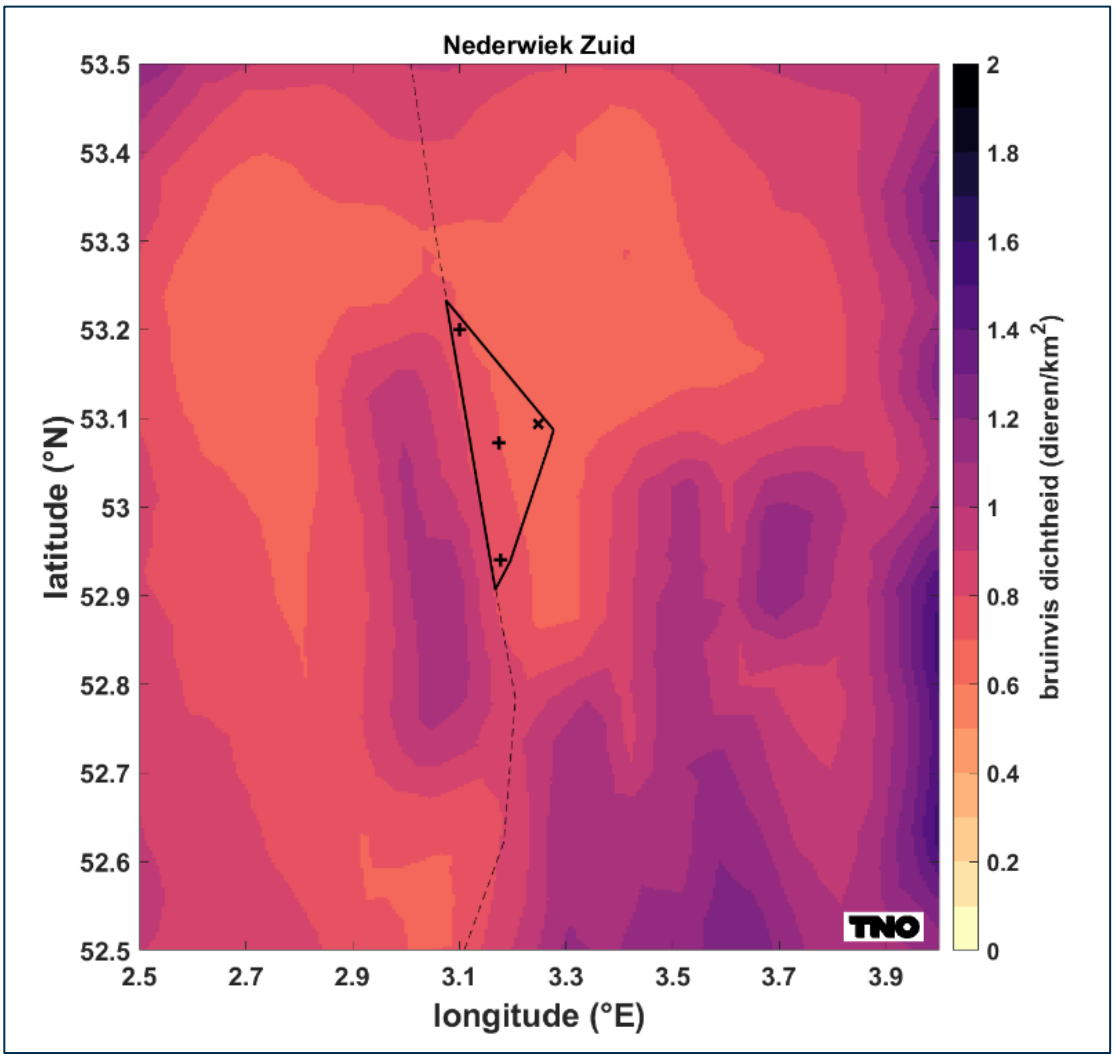
Van de walvisachtigen (Cetacea) is de bruinvis (*Phocoena phocoena*) de enige soort die met grote regelmaat in de Nederlandse kustwateren wordt gesignaleerd. De bruinvis is vooral een soort van het relatief ondiepe water van kustzeeën (zoals het NCP) en estuaria, maar wordt ook wel verder van de kust 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 kaart voor de zomerdichtheid van bruinvissen, waarin de gegevens van de SCANS-III survey (2016) zijn verwerkt, aangevuld met de gegevens van 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 van uitgegaan dat de gemiddelde verspreidingskaart uit Gilles et al. (2020) voor het hele jaar geldt. Voor bruinvissen is door Gilles et al. (2025) een nieuwe, op de gegevens van de SCANS-IV survey gebaseerde dichtheidskaart voor bruinvissen gemaakt. Hierin is de bruinvisverspreiding gemodelleerd op basis van de resultaten van vliegtuigtellingen in de zomer van 2022. Deze nieuwe dichtheidskaart toont een afname van het aantal bruinvissen op de zuidelijke Noordzee ten opzichte van de gemiddelde verspreidingskaart uit Gilles et al. (2020). Deze kaart is gebaseerd op een enkele zomer en daarmee niet representatief voor de effectbeoordeling. Daarom wordt voor dit MER uitgegaan van de kaart van Gilles et al. (2020). Bijlage 5 geeft meer inzicht in de verschillende dichtheden tussen beide kaarten.

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.



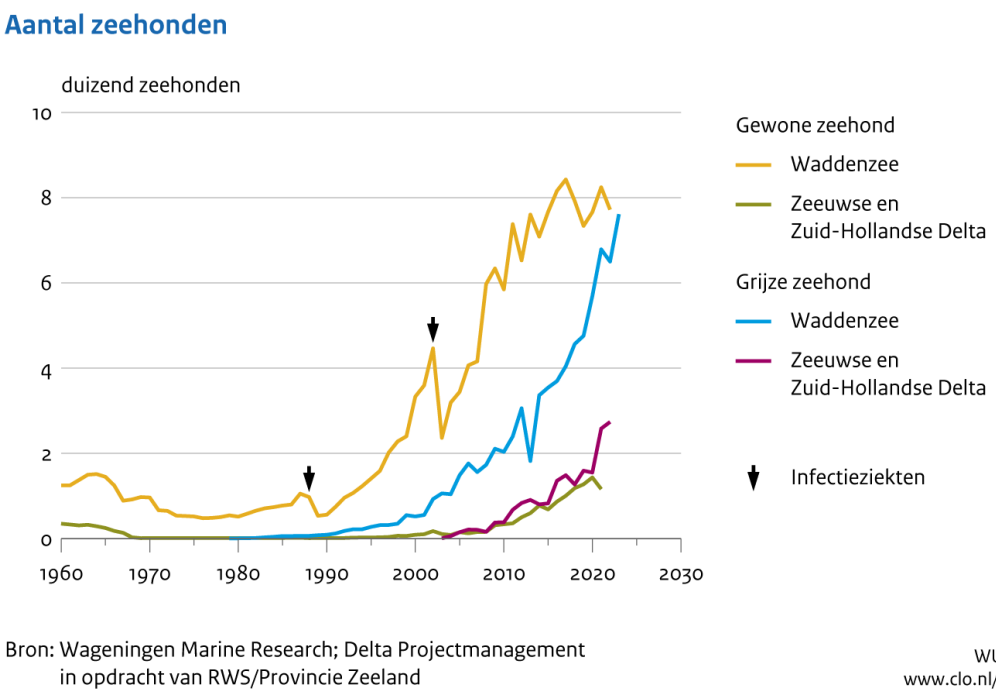
Figuur 7-1 Lokale bruinvis (purpoise) dichtheid in en rond windenergiegebied Nederwiek (zuid), uit de kaart die door Gilles et al. (2020) in opdracht van Rijkswaterstaat is samengesteld.

7.4.3.3 Zeehonden

Habitat

In Nederlandse wateren komen twee soorten zeehonden voor: gewone zeehonden (*Phoca vitulina*) en grijze zeehonden (*Halichoerus grypus*). 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 is matig ongunstig en de grijze zeehond is onbekend[63].

[63] *Stand van zaken voor de relevante habitattypen en habitats van soorten, Wageningen Marine Research, Rapport C082/25, 2025*



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).

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). Voor zeehonden op het NCP zijn geen recentere kaarten beschikbaar. 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 km^2.

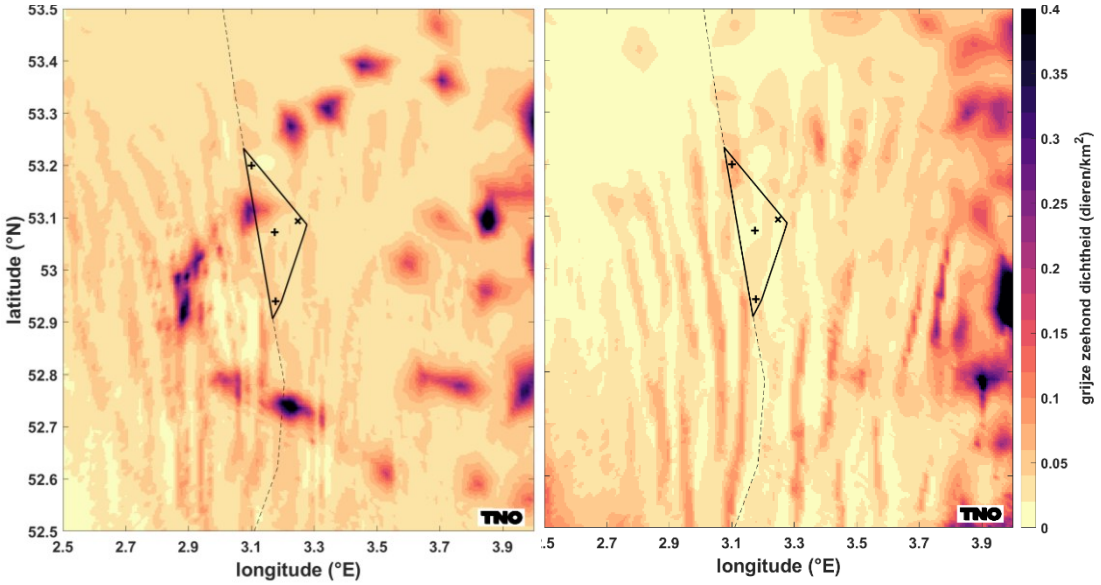
Op grond van de door Aarts et al. (2021) geproduceerde kaarten kunnen seizoen verschillen voor gewone en grijze zeehonden wel worden meegenomen, omdat zij voor elke maand een Noordzee dekkende kaart hebben gemaakt. Voor de berekeningen van het aantal dierverstoringsdagen is uitgegaan van de over de maanden gemiddelde dichtheid rond de heilocatie. 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 / km2	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-B 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 vier alternatieven van windparkontwikkeling in kavel I-B. 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 en 1b worden samen beoordeeld, evenals 2a en 2b vanwege het relatief kleine verschil tussen deze alternatieven en de inzet van hetzelfde turbinetype (namelijk 15 MW respectievelijk 20 MW).

Tabel 7-5 Effectbeoordeling van de alternatieven van kavel I-B op bodemdieren

Fase	Effecten windpark	Alternatieven 1a en 1b	Alternatieven 2a en 2b
Aanleg	Geluid door heien	0	0
	Vertroebeling door bodemberoering	0	0
	Habitatdestructie door bodemberoering	0/-	0/-
Exploitatie	Aanwezigheid hard substraat	0/+	0/+
	Uitsluiting van sleepnetvisserij	0/+	0/+
	EMV door kabels	0/-	0/-
Verwijdering	Verwijdering hard substraat	0	0

7.5.1.1 Aanlegfase

Effecten op benthos tijdens de aanlegfase kunnen onderverdeeld worden in effecten van geluidstrillingen ten gevolge van heiwerkzaamheden en effecten ten gevolge van bodemberoerende werkzaamheden (vertroebeling en habitatdestructie).

Geluid 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). Dit geldt voor alle funderingstypes en alle vier de alternatieven.

Vertroebeling door bodemberoerende activiteiten

Bodemberoerende activiteiten tijden 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 door bodemberoering worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Dit geldt voor alle funderingstypes en alle vier de alternatieven.

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 wordt een beperkt areaal zachte (zand)bodem vervangen door een harde bodemstructuur van de windturbinefundering en erosiebescherming. Ook worden er kabels in de zeebodem gelegd. De bodemfauna die op deze locaties aanwezig is, zal hierbij vernietigd worden.

De totale oppervlakte aan verstoorde bodem is verwaarloosbaar klein ten opzichte van het totale leefgebied van de betreffende bodemdiergemeenschappen in de Noordzee. Ter indicatie, in Hoofdstuk 5 wordt beschreven dat de bandbreedte van bodemberoering, de totale verwachte ruimtelijke impact, tussen de 1.723.600 m^2 en 3.288.800 m^2 ligt. Dit komt overeen met 1,57% tot 2,99% van het gehele oppervlak van kavel I-B. In vergelijking met het hele NCP komt dit overeen met 0,003% tot 0,006%.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*-riffen, waarvan het aannemelijk is dat deze in kavel I-B aanwezig zijn (zie Bijlage 4). Deze rifvormende soort kan door het plaatsen van turbinefunderingen, erosiebescherming en kabels op deze plekken worden vernietigd zeker in het geval van alternatief 1b waarbij 26 turbines meer worden geplaatst dan bij alternatief 2a. Echter het is zeer aannemelijk dat in de huidige situatie de (grotere) *Sabellaria*-riffen zich door de bodemberoerende visserij beperkt ontwikkeld hebben. Door het mogelijk negatieve effect op *Sabellaria*-riffen wordt het effect van habitatdestructie licht negatief beoordeeld voor alle alternatieven (effectbeoordeling: 0/-).

7.5.1.2 Exploitatiefase

Effecten op benthos tijdens de exploitatiefase kunnen onderverdeeld worden in effecten van continu geluid, aanwezigheid hard substraat, uitsluiting sleepnetvisserij en elektromagnetische velden.

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[64]. Sommige soorten komen nu al voor in het windenergiegebied Nederwiek (zuid), maar andere soorten zijn typerend voor hard substraat. De totale soortdiversiteit van het benthos zal hiermee waarschijnlijk toenemen die weer positieve effecten heeft op andere delen van het ecosysteem (nieuw habitattype, voedsel etc.). Ook kan de introductie van hard substraat kansen bieden voor de ontwikkeling van, of uitbereiding, van *Sabellaria*-riffen. Dit geldt voor alle funderingstypes en alle vier de alternatieven.

Uitsluiting sleepnetvisserij

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*-riffen bevorderen. Dit geldt voor alle funderingstypes en alle vier de alternatieven.

Elektromagnetische velden

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 ontkennen of te suggereren. Binnen kavel I-B zullen er ca. 175 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 kilometers kabel ontstaat en de precieze omvang van het effect nog niet geheel duidelijk is (kennisleemte). Dit geldt voor alle funderingstypes en alle vier de alternatieven.

[64] *In windparken kunnen nieuwe substraatgemeenschappen ontstaan, deels bestaande uit uitheemse soorten. Deze soorten bevinden zich vooral op de windturbinepalen in het intergetijdengebied. Hoewel uitheemse soorten in theorie inheemse soorten kunnen verdringen, is tot nu toe niet aangetoond dat dit in windparken gebeurt (Degraer et al. 2020). Wel kunnen uitheemse soorten zich via het stepping-stone-effect verspreiden naar kustgebieden waar ze eerder niet voorkwamen.*

7.5.1.3 Verwijderingsfase

Tijdens de verwijderingsfase van een windpark worden turbines, kabels en erosiebescherming verwijderd. Op deze structuren heeft zich waarschijnlijk een biodiverse gemeenschap van hard-substraatsoorten ontwikkeld, die grotendeels verloren gaat bij verwijdering. Dit verlies wordt als negatief (-) beoordeeld wanneer wordt gekeken naar de situatie tijdens de exploitatiefase. Wanneer echter wordt uitgegaan van de referentiesituatie, wordt het effect als neutraal (0) beoordeeld. Dit geldt voor alle funderingstypes en alle vier de alternatieven.

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 een windpark in kavel I-B. Tabel 7-6 geeft een samenvatting van de effectbeoordeling voor de vier alternatieven. Er zijn geen vissoorten aangewezen in het nabijgelegen Natura 2000-gebied Bruine Bank dat in de invloedsfeer van kavel I-B 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 habitattype riffen (H1170). Wel is de fint, een habitatrichtlijnsoort voor Natura 2000-gebieden nabij de kust, aangetroffen in de nabijheid van kavel I-B. Hiermee kan een effect op deze vissoort met een instandhoudingsdoelstelling niet worden uitgesloten. Alternatieven 1a en 1b worden samen beoordeeld, evenals 2a en 2b vanwege het relatief kleine verschil tussen deze alternatieven en de inzet van hetzelfde turbinetype (namelijk 15 MW respectievelijk 20 MW).

Tabel 7-6 Effectbeoordeling van effecten op vissen van kavel I-B

Fase	Effecten windpark	Alternatieven 1a en 1b	Alternatieven 2a en 2b
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/+
	Uitsluiting van sleepnetvisserij	0	0
	EMV door kabels	0/-	0/-
Verwijdering	Verwijdering hard substraat	0	0

7.5.2.1 Aanlegfase

Effecten op vissen tijdens de aanlegfase kunnen onderverdeeld worden in effecten van geluidstrillingen ten gevolge van heiwerkzaamheden en effecten ten gevolge van bodemberoerende werkzaamheden (vertroebeling en habitatdestructie).

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 aanlegfase 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 zwemblaas en vissen met een open zwemblaas. Onderzoek naar vissen met een gesloten zwemblaas, die geluid beter kunnen waarnemen en het effect van *particle motion*[65], 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 windturbines 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, erosiebescherming 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/-).

7.5.2.2 Exploitatiefase

Effecten op vissen tijdens de exploitatiefase kunnen onderverdeeld worden in effecten van continu geluid, aanwezigheid hard substraat, uitsluiting sleepnetvisserij en elektromagnetische velden.

Continu geluid
Tijdens de exploitatiefase is er ook effect van continu geluid dat geproduceerd wordt door de draaiende windturbinebladen, 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).

[65] *De fysieke beweging van waterdeeltjes die door vissen wordt waargenomen als onderdeel van geluid.*

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.

Uitsluiting van sleepnetvisserij
Het verbod op sleepnetvisserij (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)[66].

Elektromagnetische velden
Het effect van EMV op vissen is omringd door kennisleemtes (Sinclair *et al.* 2023). Naar verwachting zal dit effect voornamelijk van invloed zijn op haaien en roggen, omdat zij gebruik maken van elektroreceptie voor het detecteren van prooien en navigatie. EMV kan mogelijk interfereren met het natuurlijke gedrag van haaien, roggen en trekvissen aangezien deze soorten gevoelig zijn voor veranderingen in elektrische signalen en veranderingen in het aardmagnetisch veld. Dit geldt o.a. voor de fint die in zijn mariene fase gebruik maakt van het aardmagnetisch veld.

Binnen Nederwiek I-B zal een aanzienlijke hoeveelheid (enkele tientallen kilometers) aan inter-array kabels worden gelegd, die niet per definitie ingegraven worden. Effecten, indien aanwezig, worden verwacht in de nabije omgeving van de kabels. Indien de kabels niet worden ingegraven, leidt dit tot minder bodemberoering, maar mogelijk tot een groter gebied dat wordt beïnvloed door een veranderd elektromagnetisch veld. Of dit ecologische effecten heeft is niet bekend. Hoewel het duidelijk is dat vissen magnetische velden kunnen detecteren en erop reageren, is er tot nu toe onvoldoende empirisch bewijs om een significant schadelijk biologisch effect op vissen door EMV van windparken te ontkennen al dan niet te suggereren. In lijn met voorgaande MER beoordelingen is ondanks de kennisleemte het effect van elektromagnetische velden als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

7.5.2.3 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 habitattype hebben ontwikkeld voor vissen. Soorten die het habitattype als schuilplaats en/of leefgebied gebruiken (soorten met een demersale levenswijze) kunnen hierbij direct geschaad en/of vernietigd worden. 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/-)

[66] *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.*

7.5.3 Zeezoogdieren

In deze paragraaf wordt inzicht gegeven in de effecten op zeezoogdieren door de komst van een windpark in kavel I-B Nederwiek (zuid). Tabel 7-7 geeft de scores van de effectbeoordeling voor de onderzochte alternatieven daarna volgt een beschrijving van de beoordeling per fase.

Tabel 7-7 Effectscores voor zeezoogdieren bij geluidsnorm SELss = 164 dB re 1 µPa²s (750 m)

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

7.5.3.1 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, Tabel 7-9 en Tabel 7-10 de resultaten van de berekeningen van HWE (bijlage 5) voor respectievelijk bruinvissen, gewone zeehonden en grijze zeehonden. Bij de berekeningen is uitgegaan van een geluidsnorm van SELSS = 164 dB re 1 µPa2s op 750 m. 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 tijden de aanleg. De waarden van het aantal dierverstoringsdagen die in het KEC 5.0 zijn berekend[67] voor kavel I-B Nederwiek (zuid) zijn:

- 60.129 dierverstoringsdagen voor bruinvissen
- 6.885 dierverstoringsdagen voor gewone zeehonden
- 1.301 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 de verschillen tussen de alternatieven in de berekende oppervlakten (effectief) verstoord gebied zijn relatief klein, wat een gevolg is van de toegepaste geluidnorm van SELSS = 164 dB re 1 µPa2s op 750 m. De verschillen in dierverstoringsdagen tussen de alternatieven hangt vooral samen

[67] *In de berekeningen voor het KEC 5.0 is voor Nederwiek (zuid) uitgegaan van toepassing van een geluidnorm van SELss 164 dB (750 m, re 1 µPa²s) en 15% overplanting. Voor Nederwiek I-B is hier vervolgens uitgegaan van de helft.*

met het verschil in aantal heidagen (= aantal funderingen). Het aantal dierverstoringsdagen onder bruinvissen is voor alle alternatieven lager is dan het berekende aantal in KEC 5.0 (zie Tabel 7-8). Voor alle alternatieven wordt daarom gesteld dat bij toepassing geluidnorm van SELss = 164 dB re 1 µPa2s (750 m) de Gunstige Staat van Instandhouding voor bruinvissen op voorhand niet in het geding is. Voor de gewone zeehond en grijze zeehond geldt ook dat voor alle alternatieven dat het aantal dierverstoringsdagen uit KEC 5.0 niet wordt overschreden (zie Tabel 7-9 en Tabel 7-10). Daarom kan worden gesteld dat bij toepassing geluidnorm van SELss = 164 dB re 1 µPa2s (750 m) de Gunstige Staat van Instandhouding voor zeehonden op voorhand niet in het geding is.

In KEC 5.0 is, vergelijkbaar met alternatief 1b, uitgegaan van de geluidnorm 164 dB, 15% overplanting met 76 turbines van 15 MW. Echter, de aantallen dierverstoringsdagen is voor alternatief 1b lager dan de berekende waarde in KEC 5.0 voor zowel bruinvissen als zeehonden. De oorzaak voor dit verschil is gelegen in verschillen in de geomorfologie tussen de 4 rekenlocaties in combinatie met verschillen in de dichtheden van bruinvissen en zeehonden. In het KEC 5.0 is uitgegaan van 1 rekenlocatie precies in het midden van de Nederwiek (zuid) (zie bijlage 5 voor een nadere toelichting).

In het eerder opgestelde MER voor Nederwiek (zuid) is voor de alternatieven met 20 MW turbines niet alleen uitgegaan van monopaalfunderingen, maar is de mogelijke toepassing van tripod- of jacketfunderingen ook onderzocht. De resultaten van de aangepaste berekeningen voor Nederwiek (zuid) kavel I-B zijn in dit hoofdstuk niet gepresenteerd, omdat de effecten in alle gevallen vergelijkbaar (of zelfs iets kleiner) zijn dan wanneer van monopaalfunderingen wordt uitgegaan. De berekeningen en resultaten met tripods en jackets zijn wel weergegeven in bijlage 1 van bijlage 5.

Tabel 7-8 Schatting van de gevolgen van heien voor de constructie van windturbines in kavel I-B Nederwiek (zuid) voor bruinvissen. Afgerond aantal dierverstoringsdagen in 1000-tallen (afgerond gemiddelde ± standaarddeviatie) bij toepassing van een geluidnorm van SELss = 164 dB re 1 µPa²s (750 m).

	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 2a	Alternatief 2b
Aantal turbines	**67 x 15 MW**	**76 x 15 MW**	**50 x 20 MW**	**57 x 20 MW**
Effectief verstoringsoppervlak (km²)	964 ± 68		903 ± 76	
Verstoorde dieren per heidag (n)	751 ± 88		704 ± 90	
Dierverstoringsdagen (1000-tallen)	50,3 ± 0,7	57,1 ± 0,8	35,2 ± 0,6	40,1 ± 0,7
Dierverstoringsdagen (1000-tallen) berekend in KEC 5.0	60.1			

Tabel 7-9 Schatting van de gevolgen van heien voor de constructie van windturbines in kavel I-B Nederwiek (zuid) voor gewone zeehonden. Afgerond aantal dierverstoringsdagen in 1000-tallen (afgerond gemiddelde ± standaarddeviatie) bij toepassing van een geluidnorm van SELss = 164 dB re 1 µPa²s (750 m).

	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 2a	Alternatief 2b
Aantal turbines	**67 x 15 MW**	**76 x 15 MW**	**50 x 20 MW**	**57 x 20 MW**
Effectief verstoringsoppervlak (km²)	461 ± 27		410 ± 33	
Verstoorde dieren per heidag (n)	82 ± 8		73 ± 10	

Dierverstoringsdagen (1000-tallen)	5,5 ± 0,1	6,3 ± 0,1	3,7 ± 0,1	4,2 ± 0,1
Dierverstoringsdagen (1000-tallen) berekend in KEC 5.0	6,9			

Tabel 7-10 Schatting van de gevolgen van heien voor de constructie van windturbines in kavel I-B Nederwiek (zuid) voor grijze zeehonden. Afgerond aantal dierverstoringsdagen in 1000-tallen (afgerond gemiddelde ± standaarddeviatie) bij toepassing van een geluidnorm van SELss = 164 dB re 1 µPa²s (750 m).

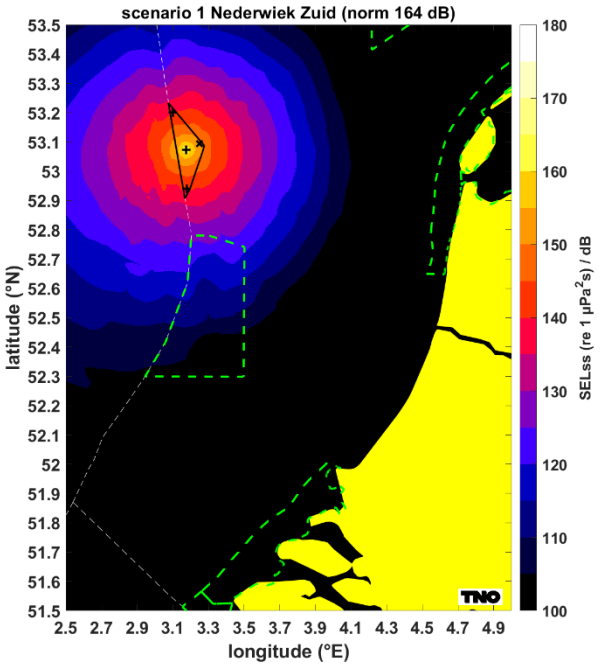
	Alternatief 1a	Alternatief 1b	Alternatief 2a	Alternatief 2b
Aantal turbines	**67 x 15 MW**	**76 x 15 MW**	**50 x 20 MW**	**57 x 20 MW**
Effectief verstoringsoppervlak (km²)	461 ± 27		410 ± 33	
Verstoorde dieren per heidag (n)	17 ± 2		15 ± 2	
Dierverstoringsdagen (1000-tallen)	1,2 ± 0,1	1,3 ± 0,1	0,8± 0,1	0,9 ± 0,1
Dierverstoringsdagen (1000-tallen) berekend in KEC 5.0	1.3			

De gedragseffecten op bruinvissen en zeehonden worden met een geluidsnorm van SELss = 164 dB re 1 µPa2s (750 m) tijdens de aanleg beoordeeld als licht negatief (effectbeoordeling: 0/-) omdat er wel verstoring optreedt, maar er is geen sprake van een overschrijding van het aantal dierverstoringsdagen uit KEC 5.0.

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 5.0 is ook gebleken dat een permanente verhoging van de gehoordrempel (PTS) uitgesloten kan worden bij toepassing van de geluidnorm SELSS (750m) = 168 dB re 1 µPa2s of lager (zie ook bijlage 5). Het aantal fysiek aangetaste zeezoogdieren wordt daarom voor alle alternatieven van kavel I-B Nederwiek (zuid) beoordeeld als neutraal (effectbeoordeling: 0).

Grensoverschrijdende en externe effecten op Natura 2000-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). Het effectief verstoorde gebied is voor beide zeehondensoorten aanmerkelijk kleiner dan dat van bruinvissen (zie Tabel 7-8, Tabel 7-9 en Tabel 7-10). Het nabijgelegen Natura 2000-gebied Bruine Bank is aangewezen als Vogelrichtlijngebied voor een zestal vogelsoorten, maar niet voor zeezoogdieren. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. De effecten van indirecte externe werking op Natura 2000-gebieden is beschreven in paragraaf 7.6.3.3.

Figuur 7-4 Berekende verspreiding van de SELss rond de centrale locatie van windenergiegebied Nederwiek (zuid) bij het heien van een monopaal-fundering voor een 15 MW turbine bij toepassing van een geluidnorm SELss (750 m) = 164 dB re 1 μPa²s in relatie tot Natura 2000-gebieden. De groene lijn geeft de begrenzing van het Vogelrichtlijngebied Bruine Bank weer.

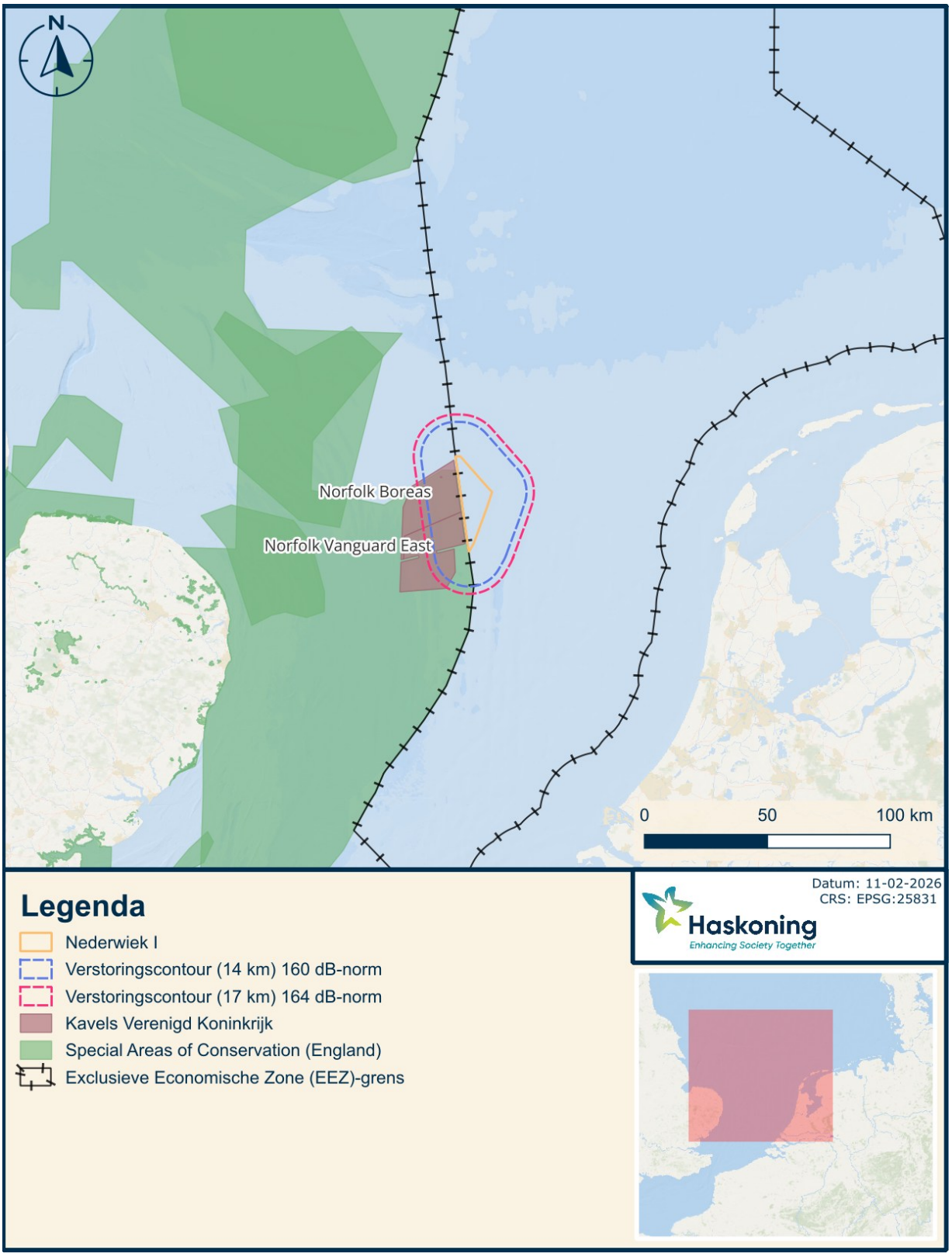


Wel overlapt het verstoorde gebied met een Britse het Special Area of Conservation (SAC), Southern North Sea (zie Figuur 7-5). Er is daarom sprake van directe externe werking. SACs zijn vergelijkbaar met Natura 2000-gebieden en zijn aangewezen voor habitattypen en soorten. De Southern North Sea is in 2019 aangewezen voor bruinvissen. Het is met een totale oppervlakte van 36.951 km² het grootste gebied dat voor bruinvissen is aangewezen[68]. Voor het gebied is een behoudsdoelstelling voor de bruinvis geformuleerd[69]. 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. 800 km als wordt uitgegaan van een geluidnorm van SELss = 164 dB re 1 μPa²s (750 m) wordt uitgegaan. Dit is 2,1% van de totale oppervlakte van de SAC. Significante effecten via externe werking zijn daarmee uit te sluiten.

[68] *https://jncc.gov.uk/our-work/southern-north-sea-mpa/*
[69] *https://data.jncc.gov.uk/data/206f2222-5c2b-4312-99ba-d59dfd1dec1d/SouthernNorthSea-conservation-advice.pdf*



Figuur 7-5 Ligging van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ten opzichte van de SAC Southern North Sea en het tijdens de constructie door impulsief geluid verstoorde oppervlak.

7.5.3.2 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 alle alternatieven) van het onderwatergeluid door de aanwezigheid van werkschepen in het windpark op zeezoogdieren als verwaarloosbaar ingeschat.

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; Bellmann et al., 2023). Op de Noordzee zal het geluid van draaiende windturbines alleen op zeer korte afstand van de turbine boven het al aanwezige omgevingsgeluid uitkomen. Het is daarmee geen relevante verstorende 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).

7.5.3.3 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. Er zijn nog geen praktijkvoorbeelden beschikbaar van de wijze waarop ontmanteling van windparken op zee zal plaatsvinden en dus ook hoeveel onderwatergeluid daarbij zal worden geproduceerd. Hydraulische extractie van monopalen is een van de nieuwe methoden voor het verwijderen van de volledige monopaal. Deze techniek verkeert echter nog in de onderzoeksfase. 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 tijdens de verwijderingsfase worden daarom gelijk of kleiner ingeschat 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.[70]

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/-).

[70] *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.*

Voor benthos en vissen is een licht negatieve beoordeling (effectbeoordeling: 0/-) gegeven voor habitatdestructie door bodemberoering tijdens de aanleg. De uitsluiting van sleepnetvisserij kan tenslotte een licht positief (effectbeoordeling: 0/+) hebben op benthos. De overige effecten zijn als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Voor zeezoogdieren is er geen onderscheid in de effectbeoordeling voor de verschillende alternatieven. Voor alle alternatieven geldt dat het aantal dierverstoringsdagen voor kavel I-B van Nederwiek (zuid) onder bruinvissen en zeehonden voor alle alternatieven lager is dan de berekende KEC 5.0 waarden. Daarom kan worden gesteld dat bij toepassing geluidnorm van SELss = 164 dB re 1 µPa2s (750 m) de Gunstige Staat van Instandhouding voor bruinvissen en zeehonden op voorhand niet in het geding is. Wat betreft het aantal dierverstoringsdagen door impulsief geluid tijdens de aanleg worden de effecten van alle alternatieven als licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Wel resulteert alternatief 2a en 2b in minder dierverstoringsdagen ten opzichte van alternatief 1a en 1b, vanwege het lagere aantal windturbines. 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. 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

Fase	Effecten windpark	Benthos	Vissen
Aanleg	Geluidstrillingen door heien	0	0/-
	Vertroebeling door bodemberoering	0	0
	Habitatdestructie door bodemberoering	0/-	0/-
Exploitatie	Continu geluid	N.v.t.	0
	Aanwezigheid hard substraat	0/+	0/+
	Uitsluiting van sleepnetvisserij	0/+	0
	EMV door kabels	0/-	0/-
Verwijdering	Verwijdering hard substraat	0	0

Tabel 7-12 Effectbeoordeling Zeezoogdieren

Fase / effect	Alternatief 1a	1b	2a	2b
Aanleg				
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid): *Bruinvissen* *Gewone zeehond*	 0/- 0/-	 0/- 0/-	 0/- 0/-	 0/- 0/-

Grijze Zeehond	0/-	0/-	0/-	0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0
Exploitatie				
Verstoring door schepen en turbines (continu geluid)	0	0	0	0
Aanwezigheid hard substraat	0	0	0	0
Verbod bodemberoerende visserij	0	0	0	0
Verwijdering				
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid): *Bruinvissen* *Gewone Zeehond* *Grijze Zeehond*	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0

7.6 Cumulatie

7.6.1 Benthos

De (a)biotische veranderingen die de uitrol van grootschalige wind op zee teweegbrengen zullen ook van invloed zijn op benthos. Benthos is ook direct of indirect afhankelijk van primaire productie als voedselbron. Voor de beschermde soorten (noordkromp, platte oester) wordt het kans op voorkomen in Nederwiek I-B als klein ingeschat (zie Bijlage 4). Hierdoor kunnen directe cumulatieve effecten op deze soorten worden uitgesloten. Echter kunnen indirecte cumulatieve effecten niet worden uitgesloten vanwege kennisleemtes.

Naarmate meer windparken op zee komen resulteert dit in een groter areaal aan beschikbaar hard substraat oppervlak ten gevolge van windturbinepalen en erosiebescherming en leidt tot een verhoging van het aantal scheepvaartbewegingen in het gebied ten opzichte van de referentiesituatie. Dit kan de kolonisatie door uitheemse mariene fauna die geassocieerd is met harde substraten faciliteren of versnellen in het Nederlandse deel van de Noordzee. De windparken kunnen hierbij fungeren als *stepping stone* terwijl het toegenomen aantal scheepvaartbewegingen kan fungeren als transport vector (zie Bijlage 4). Meer windparken en/of een hoger aantal windturbines 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).

7.6.2 Vissen

De aanwezigheid van windturbines en erosiebescherming kunnen (op termijn), wanneer ze in steeds grotere getalen aanwezig zijn, veranderingen in stroming, stratificatie en primaire productie teweegbrengen. Over indirecte effecten op plankton en benthos in beschermde gebieden door de aanleg van een windpark, zoals effecten door vertroebeling, veranderende hydrodynamiek en sedimentatie of stratificatie, zijn modelstudies ontwikkeld.[71] De modelresultaten geven aan dat opschaling van offshore wind in de Noordzee effecten kan hebben op fundamentele ecosysteemprocessen. Het effect in gemixte delen van de Noordzee lijkt hierbij mee te vallen. Benadrukt wordt echter ook dat deze modellen op dit moment uitsluitend als onderzoeksinstrumenten te beschouwen zijn. Significante positieve of negatieve effecten zijn hierdoor vooralsnog niet uit te sluiten. Wanneer (a)biotische veranderingen optreden heeft dit een doorwerking op de verspreiding van vissen die zich voeden met (dierlijk)plankton, en soorten in de trofische niveaus daarboven (zoals piscivore vissen, vogels en zeezoogdieren). Dit zou bijvoorbeeld in het geval van de zandspiering, een belangrijke voedselsoort die in het plangebied voorkomt (zie Bijlage 4), kunnen optreden. Ook de verspreiding van andere pelagische vissoorten die veelvuldig in het plangebied zijn aangetroffen zoals sprot en haring kan veranderen, wat een doorwerking heeft op soorten hoger in voedselketen (zoals vogels en zeezoogdieren). Dergelijke effecten moeten in toekomstig onderzoek bevestigd worden. Daarnaast heeft klimaatverandering ook een aanzienlijk effect op het voorkomen van soorten en de soortsamenstelling in een gebied.

Daarnaast is nog onvoldoende bekend over de effecten van elektromagnetische velden. Het is daarom van belang deze effecten verder te onderzoeken en nauwkeurig te monitoren.

7.6.3 Zeezoogdieren

7.6.3.1 Cumulatieve effecten zeezoogdieren - aanleg windpark kavel I-B

In het onderzoek naar effecten op zeezoogdieren is gekeken naar de effecten van impulsief geluid dat tijdens de aanleg van een windpark in kavel I-B in Nederwiek (zuid) wordt geproduceerd. Mogelijke effecten van continu geluid (waaronder scheepsgeluid en geluid van operationele windparken) zijn buiten beschouwing gebleven (zie bijlage 5). Wel kan het effect van onderwatergeluid ten gevolge de aanleg van de windturbinefunderingen van kavel I-B Nederwiek (zuid) cumuleren met het onderwatergeluid ten gevolge van:

- heien van de funderingen van het TenneT-platform;
- geofysisch vooronderzoek;
- Ruimen van ontplofbare oorlogsresten

TenneT-platform

De mogelijke effecten van de aanleg van funderingen voor de windturbines op populaties zeezoogdieren kunnen cumuleren met de aanleg van de fundering voor het TenneT-platform in Nederwiek (zuid). Het TenneT-platform heeft een zogenaamde jacketfundering, die met 20 palen in de zeebodem wordt verankerd. Bijlage 5 geeft de totale aantallen dierverstoringsdagen ten gevolge van de aanleg van de funderingen van zowel de windturbines als het TenneT-platform van kavel I-B van Nederwiek (zuid). Voor de TenneT palen wordt tevens uitgegaan van een geluidnorm van SEL_{SS} = 164 dB re 1 µPa^{2}s op 750 m. De aanleg van het TenneT-platform levert een beperkte bijdrage aan het totaal aantal dierverstoringsdagen van heigeluid voor de verschillende alternatieven en zeezoogdieren. In alle gevallen zijn de berekende totale aantallen dierverstoringsdagen ten gevolge van de aanleg van zowel de windturbines als het TenneT-platform lager dan de berekende waarde in KEC 5.0. Daarom kan worden

[71] *Zie Bijlage 4 (Boon et al. 2018, Zijl et al. 2021, Zijl et al. 2023, Zijl et al. 2024).*

gesteld dat er ook in cumulatie met het TenneT platform geen significant negatieve effecten zijn op de Gunstige Staat van Instandhouding voor bruinvissen en zeehonden.

Geofysische surveys
Voorafgaand aan de aanleg van windparken en tracés voor de exportkabels wordt geofysisch onderzoek uitgevoerd om de bodemgesteldheid in kaart te brengen en de aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten uit de Tweede wereldoorlog (UXO, *unexploded ordnance*) te identificeren. De tijdens de geofysische surveys gebruikte apparatuur produceert onderwatergeluid wat tot verstoring van zeezoogdieren kan leiden. In het kader van het KEC 5.0 is voor bruinvissen en zeehonden een inschatting gemaakt van de mogelijke effecten van het geofysisch onderzoek dat wordt uitgevoerd voor de aanleg van Nederlandse windparken in de periode 2016 – 2032 en rond de geplande tracés voor de zeekabels. 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. Voor het KEC 5.0 is ingeschat dat het totaal aantal door surveys veroorzaakte bruinvisverstoringsdagen voor de aanleg van alle windparken van de Routekaart Windenergie op zee, inclusief de exportkabels ongeveer 17% van het totaal aantal voor heien berekende bruinvisverstoringsdagen bedraagt. Voor de gewone en grijze zeehonden is dit respectievelijk 5% en 7% van het aantal dierverstoringsdagen als gevolg van heigeluid. Omdat de surveysignalen sterk afwijken van die van heigeluid en omdat het een bewegende geluidsbron betreft, zijn deze gegevens niet meegenomen in de berekening van de effecten op de populaties. De resultaten van de berekeningen voor het gehele windenergiegebied Nederwiek (zuid) zijn uit het KEC 5.0 overgenomen in bijlage 5.

Ontplofbare oorlogsresten
Voorafgaand aan de bouw van offshore windparken moet het bouwgebied worden vrijgemaakt van Ontplofbare oorlogsresten (UXO), zoals vliegtuigbommen en zeemijnen die zijn overgebleven uit de Tweede Wereldoorlog. De mogelijke effecten van deze ruiming op zeezoogdieren zijn in het KEC 5.0 onderzocht. Op basis van de resultaten van die berekeningen is voor het windenergiegebied Nederwiek (zuid) een inschatting gemaakt van de mogelijke effecten.

De explosieven worden geruimd door ze op zee te laten ontploffen (detonatie). De explosie leidt tot zodanige schok- en geluidsgolven in het water dat bruinvissen en zeehonden die zich in de nabijheid bevinden acute effecten (fysieke schade ten gevolge van een akoestisch trauma) kunnen ondervinden met sterfte tot gevolg. Bij dieren die zich verder van de bron bevinden, kunnen de geluiden permanente effecten op het gehoor (PTS) veroorzaken. Om deze effecten zoveel mogelijk te beperken, wordt in de huidige praktijk gedurende 30-60 minuten voorafgaand aan de detonatie een *Acoustic Deterrent Device* (ADD) aangezet, wat ervoor zorgt dat dieren die zich in de nabijheid van de geluidsbron bevinden, worden weggejaagd. Er is in de berekeningen van uitgegaan dat dit bij het ruimen van explosieven in Nederwiek (zuid) ook het geval zal zijn.

Tijdens het wegzwemmen als gevolg van het geluid van de ADD worden dieren in hun normale gedrag verstoord. Dit heeft extra dierverstoringsdagen boven op de dierverstoringsdagen door heien en geofysische surveys tot gevolg. Voor bruinvissen is dit ongeveer 2% van het aantal bruinvisverstoringsdagen als gevolg van heien en voor gewone en grijze zeehonden is dit minder dan 0,1% van het aantal zeehondverstoringsdagen als gevolg van heigeluid. De vergelijking met de dierverstoringsdagen die voor heien zijn berekend is alleen gemaakt om te illustreren dat de verstoring door de UXO ruimingen kleiner is. De dierverstoringsdagen zijn niet direct vergelijkbaar. De verstoring door de inzet van de ADD's is bijvoorbeeld veel korter: 30-60 minuten ten opzichte van ongeveer 2 uur voor de heiactiviteiten (en een aangenomen verstoringsduur van 6 uur).

7.6.3.2 Cumulatieve effecten zeezoogdieren – Routekaart Windenergie op zee

In het KEC 5.0 zijn de cumulatieve effecten van de constructie van windparken op de bruinvispopulatie en zeehondenpopulatie van de Routekaart Windenergie op zee berekend. De resultaten van de KEC 5.0 berekeningen voor verschillende scenario's maken het mogelijk een verband af te leiden tussen het aantal dierverstoringsdagen als gevolg van de aanleg van windparken volgens de Routekaart en de afname van de populaties onder bruinvissen en zeehonden op het NCP.

Bruinvissen

KEC 5.0 laat zien de aanleg van de windparken van de Routekaart Windenergie op zee in totaal resulteert in 1,7 miljoen bruinvisverstoringsdagen en een populatiereductie van 3,7 procent op het NCP (zie Tabel 7-13). Er wordt dus ruimschoots voldaan aan de ecologische norm van maximaal 5% afname van de populatie op het NCP (met een zekerheid van 95%).

Tabel 7-13 Schatting van de gevolgen van de aanleg van windenergie op zee (inclusief TenneT platforms) op de bruinvispopulatie op het NCP volgens de Routekaart Windenergie op zee (KEC 5.0 scenario).

Windenergiegebied	Opgesteld vermogen (MW)	Geluidsnorm (SELss dB)	Bruinvis-verstoringsdagen (duizenden)
Borssele I, II	752	169	74
Borssele III, IV, V	751	170	82
Hollandse Kust (zuid) I – IV	1.529	173	160
Hollandse Kust (noord) V	759	170	97
Hollandse Kust (west) VI, VII	1.520	168	156
IJmuiden Ver I – IV (Alpha en Beta)	4.020	164	270
IJmuiden Ver Gamma	2.295	164	142
Nederwiek (zuid) I, 2 kavels van max. 1,15 GW	**2.295**	**164**	**132**
Nederwiek (noord) II, III	4.600	164	313
Doordewind I	2.300	164	166
Hollandse kust (west) VIII	760	164	39
Ten noorden van de Waddeneilanden (west)	795	164	71
		Totaal	**1.705**
		Populatiereductie	**3,7%**

Uit de in paragraaf 7.5.3 en in bijlage 5 weergegeven resultaten blijkt dat voor de aanleg van een windpark in kavel I-B van Nederwiek (zuid) het aantal berekende bruinvisverstoringsdagen voor alle alternatieven kleiner is dan de helft van het aantal bruinvisverstoringsdagen dat is berekend in KEC 5.0 voor het hele windenergiegebied Nederwiek I (zuid)[72]. De conclusie is dat significante effecten van de heiwerkzaamheden voor de aanleg van windturbines in kavel I-B van Nederwiek (zuid) op de bruinvispopulatie voor de onderzochte alternatieven in cumulatie met de andere windparken van de

[72] *Voor het windenergiegebied Nederwiek I (zuid) is in KEC 5.0 gerekend met 153 turbines van 15 MW en een geluidsnorm van SELss (750 m) = 164 dB re 1 μPa^2s*

Routekaart zijn uit te sluiten. Er is daarbij van uitgegaan dat tijdens de constructie van windturbines in Nederwiek (zuid) een geluidsnorm van SELss (750 m) = 164 dB re 1 μPa^2s van toepassing is.

Zeehonden
Voor gewone zeehonden werd in KEC 5.0 voor het Nederlandse deel van de populatie een totale afname van ca. 1,5% berekend ten gevolge van de aanleg van windparken uit de Routekaart Windenergie op zee. Voor grijze zeehonden was dat 1,1%. Dit correspondeert met respectievelijk 268 duizend en 118 duizend dierverstoringsdagen (Tabel 7-14). Er wordt dus ruimschoots voldaan aan de ecologische norm van maximaal 5% afname van de populatie op het NCP (met een zekerheid van 95%).

Uit de in 7.5.3 en bijlage 5 weergegeven resultaten blijkt dat voor de aanleg van windparken in kavel I-B van Nederwiek (zuid) het aantal berekende dierverstoringsdagen voor alle alternatieven zowel voor gewone als voor grijze zeehonden vergelijkbaar met of kleiner is dan de helft van het aantal dierverstoringsdagen dat in het KEC 5.0 is berekend voor het hele windenergiegebied Nederwiek (zuid)[73]. De conclusie is dat significante effecten van de heiwerkzaamheden voor de aanleg van windturbines in kavel I-B van Nederwiek (zuid) op de populaties van gewone en grijze zeehonden voor de onderzochte alternatieven in cumulatie met de andere windparken van de Routekaart zijn uit te sluiten. Er is daarbij van uitgegaan dat tijdens de constructie een geluidsnorm van SELss (750 m) = 164 dB re 1 μPa^2s van toepassing is.

Tabel 7-14 Schatting van de gevolgen van de aanleg van windenergie op zee (inclusief TenneT platforms) op de zeehonden populaties op het NCP volgens de Routekaart windenergie op zee (KEC 5.0 scenario).

Windenergiegebied	Opgesteld vermogen (MW)	Geluidsnorm (SELss dB)	Dierverstoringsdagen (duizendtallen)	
			Gewone zeehond	Grijze zeehond
Borssele I, II	752	169	18,2	6,7
Borssele III, IV, V	751	170	34,9	4,1
Hollandse Kust (zuid) I – IV	1.529	173	16,8	40,2
Hollandse Kust (noord) V	759	170	40,7	26,3
Hollandse Kust (west) VI, VII	1.520	168	12,6	8,2
IJmuiden Ver I – IV (Alpha en Beta)	4.020	164	18,1	9,2
IJmuiden Ver Gamma	2.295	164	11,7	6,7
Nederwiek (zuid) I	**2.295**	**164**	**15,1**	**2,8**
Nederwiek (noord) II, III	4.600	164	21,4	4,3
Doordewind I	2.300	164	32,7	3,5
Hollandse kust (west) VIII	760	164	2,1	1,1
Ten noorden van de Waddeneilanden (west)	795	164	43,6	4,5
		Totaal dierverstoringsdagen	**268**	**118**
		Populatiereductie	**1,5%**	**1,1%**

[73] *Voor het windenergiegebied Nederwiek I (zuid) is in KEC 5.0 gerekend met 153 turbines van 15 MW en een geluidsnorm van SELss (750 m) = 164 dB re 1 μPa^2s*

7.6.3.3 Natura 2000-gebieden

Het maximale gebied waarbinnen zeezoogdieren verstoord kunnen worden door de komst van een windpark in kavel I-B overlapt niet met Natura 2000-gebieden (zie Figuur 7-4). Er is daarom geen sprake van directe externe werking. De totale omvang van het leef- en foerageergebied neemt echter wel af, waardoor een effect op de totale zeezoogdierpopulatie op het NCP, en daarmee op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden, kan ontstaan (indirecte externe werking).

Uit de in paragraaf 7.6.3.2 gepresenteerde resultaten blijkt dat significante cumulatieve effecten op de bruinvispopulatie en zeehondenpopulaties op het NCP door de uitrol van de Routekaart Windenergie op zee zijn uit te sluiten. Dit betekent dat negatieve gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen van de bruinvis en zeehonden in de Nederlandse Natura 2000-gebieden via indirecte externe werking ook zijn uit te sluiten. Zie bijlage 5 voor een nadere toelichting.

7.7 Mitigerende maatregelen

7.7.1 Benthos en vissen

Voor benthos en vissen zijn de volgende effecten licht negatief en/of negatief beoordeeld:

- Geluidstrillingen door heiwerkzaamheden (aanlegfase, alleen voor vissen)
- Habitatdestructie door bodemberoering (aanlegfase)
- Elektromagnetische velden (exploitatiefase)
- Verwijdering hard substraat (verwijderingsfase, alleen in vergelijking met de toekomstige situatie)

Hieronder worden wanneer relevant mitigerende maartregelen beschreven voor deze effecten.

7.7.1.1 Aanlegfase

Geluidstrillingen door heiwerkzaamheden

Bij het heien van turbinefunderingen wordt een '*soft-start'* procedure toegepast. Hierbij begint het heien op een lage energie en frequentie (bijvoorbeeld 20% van het vermogen) en wordt dit geleidelijk opgevoerd. Dit geeft mobiele soorten, zoals vissen, de gelegenheid om tijdig weg te zwemmen van de geluidsbron.

Onderwatergeluid tijdens heien kan worden verminderd met geluiddempende systemen zoals een bubbelgordijn. Deze techniek, al gebruikt bij projecten zoals Borssele Alpha en Hollandse Kust Noord, werkt doordat opstijgende luchtbellen het geluid verzwakken. Eén of twee geperforeerde slangen worden rond de heilocatie op de zeebodem gelegd en via compressoren van lucht voorzien, waardoor een ring van bubbels ontstaat die als geluidsbarrière fungeert.

Vibro piling is een opkomende methode om specifiek monopiles in de zeebodem te installeren en kan voor geluidstrillingen milieuvriendelijker zijn dan heien. De techniek kent echter ook nadelen. De lagere geluidsfrequenties die vrijkomen bij vibro piling kunnen mogelijk schadelijker zijn voor benthos. Er is meer onderzoek nodig om te bepalen of de voordelen opwegen tegen de nadelen.

Habitatdestructie door bodemberoering

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. Prioriteit kan worden gegeven aan diepere delen tussen zandbanken, waar deze riffen eerder zijn aangetroffen. Hierna zouden mitigerende maatregelen genomen kunnen worden genomen om de riffen zo veel als mogelijk te ontzien bij plaatsing van windturbines en inter-array kabels. Of het

(experimenteel) kleinschalig verplaatsen van biogene riffen naar een geschikte locatie elders, wat kleinschalig al succesvol is gebleken.

7.7.1.2 Exploitatiefase

Voor het effect van elektromagnetische velden kan er bij het aanleggen van de inter-array kabels gekeken worden om de impact te beperken door het benodigde aantal kilometer kabel te minimaliseren en bij het kabelpatroon rekening te houden met aanwezige diersoorten. Kabels hoeven momenteel niet verplicht begraven te worden, maar als meer bekend is over de effecten van elektromagnetische velden, kan dit een mogelijke mitigatiemaatregel zijn. Begraving brengt echter ook effecten met zich mee, zoals bodemberoering en vertroebeling. Een complicerende factor bij het mitigeren van elektromagnetische velden is dat een lagere veldsterkte niet bij voorbaat beter is. Immers, een lager veldsterkte kan bijvoorbeeld prooi imiteren en daardoor roofdieren verwarren, terwijl hoge niveaus de dieren slechts weghoudt.

7.7.1.3 Verwijderingsfase

Op de windturbinepalen en erosiebescherming zal zich waarschijnlijk een biodiverse gemeenschap ontwikkelen die uit een groot aantal (beschermde) benthos- en vissoorten bestaat. Deze gemeenschap gaat (deels) verloren indien de windturbinepalen en erosiebescherming worden verwijderd. Voor het verwijderen van de windturbinepalen zullen waarschijnlijk geen alternatieven bestaan. Voor de erosiebescherming kunnen mogelijk 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 recent innovaties ontwikkeld in biologische afbreekbare betonstructuren. Mits vergund kunnen dergelijke materialen na de operationele fase worden achtergelaten en een langdurige functie hebben voor de aanwezige benthos- en visgemeenschap. De afbraak en integratie van het materiaal zal geleidelijk gaan waardoor de aanwezige gemeenschap zich kan aanpassen of kan herstellen (bijvoorbeeld meegroeiende schelpdierbanken).

7.7.2 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 effecten op het gedrag door geluidverstoring maatgevend zijn voor de omvang van het effect op de populatie. De totale omvang van deze effecten wordt uitgedrukt in het aantal dierverstoringsdagen. 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 dB re 1 μPa^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 door het onderwatergeluid verstoorde dieren te vermenigvuldigen met het aantal dagen waarop wordt geheid (= aantal turbinefunderingen). Het aantal verstoorde dieren wordt berekend uit de vermenigvuldiging van het oppervlak door geluid verstoorde gebied met de lokale zeezoogdierdichtheid. Effecten kunnen dus worden beperkt door:

- De oppervlakte door impulsief geluid door heien (met heihamers) verstoord gebied te beperken en/of
- De heiwerkzaamheden uit te voeren in een seizoen met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren en/of
- Het aantal dagen waarop heiwerkzaamheden plaatshebben te beperken door minder turbines op te stellen of door op één dag meerdere funderingen te installeren of

- Een andere, minder geluid producerende installatietechniek gebruiken (bijvoorbeeld trillen, blue piling of schroeven).

De oppervlakte van het verstoorde gebied kan worden beperkt door:
Het oppervlak verstoord gebied kan worden beperkt door het opleggen van een strengere geluidnorm waardoor ontwikkelaars ertoe worden aangezet de propagatie van heigeluid (verder) te beperken door het toepassen van geluiddemping (heimantels, bellenschermen e.d.). In het MER is uitgegaan van een geluidnorm van SELss (750 m) = 164 dB re 1 μPa^2s. Bijlage 5 geeft ook het aantal dierverstoringsdagen bij toepassing van een lagere geluidnorm van SELss (750 m) = 160 dB re 1 μPa^2s. Een vergelijking van de effecten bij verschillende geluidsnormen, weergegeven als dierverstoringsdagen, is opgenomen in Tabel 7-15. Door het opleggen van een strengere geluidnorm (mits deze kan worden gehaald) is een reductie van het aantal dierverstoringsdagen van zo'n 35% (bruinvissen) tot 50% (zeehonden) te bereiken.

Tabel 7-15 Aantal dierverstoringsdagen (1000-tallen) als gevolg van het heien van turbinefunderingen in kavel I-B Nederwiek (zuid) en beperking van het geluid door toepassen van geluidsnormen van SELss (750) = 164 en 160 dB re 1 μPa^2s.

		Variant			
		15 MW turbines		20 MW turbines	
		164 dB (SELss)	160 (SELss)	164 (SELss)	160 (SELss)
Bruinvis	Basis	50,3 ± 0,7	32,7 ± 0,5	35,2 ± 0,6	22,7 ± 0,4
	+15%	57,1 ± 0,8	37,1 ± 0,5	40,1 ± 0,7	25,9 ± 0,4
Gewone zeehond	Basis	5,5 ± 0,1	2,8 ± 0,1	3,7 ± 0,1	1,8 ± 0,1
	+15%	6,3 ± 0,1	3,2 ±0,1	4,2 ± 0,1	2,1 ± 0,1
Grijze zeehond	Basis	1,2 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,4 ± 0,1
	+15%	1,3 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,9 ± 0,1	0,5 ± 0,1

Heien bij lage dichtheid zeezoogdieren
De dichtheid van bruinvissen in de Zuidelijke Noordzee is naar verwachting hoger van januari tot juni dan de 6 maanden daarna. Er zitten echter veel onzekerheden in de lokale variatie en seizoensverschillen in de bruinvisdichtheid. Vanwege deze onzekerheden is het waarschijnlijk niet mogelijk om bij de aanleg rekening te houden met seizoensverschillen in het voorkomen en de dichtheid van bruinvissen.

Op grond van de door Aarts et al. (2021) geproduceerde kaarten kunnen seizoenverschillen voor gewone en grijze zeehonden wel worden meegenomen, omdat zij voor elke maand een Noordzee dekkende kaart hebben gemaakt. Voor beide soorten is de dichtheid het laagst in de eerste 6 maanden van het jaar.

Minder maar met grotere turbines
Voor het aanleggen van een windpark met een klein aantal, relatief grote turbines is een hogere hei-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 verstoringsoppervlak 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 verstoringsoppervlak 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.

Gelijktijdig heien van funderingen
Het totaal aantal dierverstoringsdagen is sterk afhankelijk van het aantal heidagen. Het aantal bruinvisverstoringsdagen zou kunnen worden gereduceerd door het installeren van meerdere palen per dag, mits er sprake is van voldoende overlap van de verstoring van de bruinvissen in plaats en tijd. Voor het KEC 5.0 is een voorbeeldberekening gemaakt voor de mogelijk reductie in het aantal bruinvisverstoringsdagen die daarmee kan worden bereikt, zie ook bijlage 5.

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 verstorend. 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 dierverstoringsdagen dat ontstaat bij het toepassen van trilhamers 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 geluidniveaus die 45 dB hoger zijn dan de gehoordrempel en zeehonden bij blootstelling aan geluidniveaus die 60 dB hoger zijn dan de gehoordrempel (zie bijlage 5).

Onderstaande Tabel 7-16 geeft voor de verschillende alternatieven het aantal dierverstoringsdagen weer als gevolg van het (ongemitigeerd) intrillen van turbinefunderingen. Voor alle drie de soorten geldt dat in vergelijking met de berekende dierverstoringsdagen voor kavel I-B van Nederwiek (zuid) als gevolg van heien met een impacthamer de waarden door trillen in alle gevallen aanzienlijk lager zijn.

Tabel 7-16 Schatting van de gevolgen van het (ongemitigeerd) intrillen van turbinefunderingen in kavel I-B Nederwiek (zuid) voor bruinvissen en zeehonden in vergelijking met de gevolgen van heien met een impacthamer en toepassen van een geluidnorm van SELss (= 164 dB re 1 μPa^2s.

		Alternatief 1		Alternatief 2	
Dierverstoringsdagen (1000-tallen)		**67 x 15 MW**	**76 x 15 MW**	**50 x 20 MW**	**57x 20 MW**
Bruinvis	Trillen	26,9 ± 1,1	30,5 ± 1,1	20,0 ± 0,9	22,8 ±1,1
	Heien	50,3 ± 0,7	57,1 ± 0,8	35,2 ± 0,6	40,1 ± 0,7
Gewone zeehond	Trillen	0,5 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1
	Heien	5,5 ± 0,1	6,3 ± 0,1	3,7 ± 0,1	4,2 ± 0,1
Grijze zeehond	Trillen	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1
	Heien	1,2 ± 0,1	1,3 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,9 ± 0,1

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. Daarnaast staat het onderzoek naar de effecten van zeebodemvibraties vanwege heiwerkzaamheden nog in de kinderschoenen (Roberts & Elliot 2017, Solé *et al.* 2023). 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, Zijl *et al.* 2023, Zijl *et al*. 2024). 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 en verhoging van het aantal scheepvaartbewegingen. Dit kan de kolonisatie door exotische marine fauna (exoten) 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.

Omdat er nog veel kennisleemte is over het precieze effect van elektromagnetische velden op benthos, kan ook niet met zekerheid worden uitgesloten dat dit uitbreidende netwerk van kabels in de Noordzee een negatief effect gaat hebben op benthos. Lopende studies moeten in de toekomst meer kennis genereren waarbij het noodzakelijk is om deze effecten grondig te monitoren.

7.8.2 Vissen

Tijdens de operationele fase is er ook effect van continu geluid dat geproduceerd wordt door de draaiende windturbinebladen, de golven die tegen de windturbine aan komen en scheepvaart. Er is tot op heden weinig onderzoek gedaan naar het effect van continu geluid op vissen. Toekomstige monitoring moet uitwijzen wat het precieze effect is op verschillende vissoorten.

Omdat er nog veel kennisleemte is over het precieze effect van elektromagnetische velden op vissoorten, 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

In hoofdstuk 5 van bijlage 5 wordt ingegaan op de leemtes in kennis en onzekerheden in de verschillende stappen voor het bepalen van het onderwatergeluid ten gevolge van het heien van windturbinefunderingen en de doorvertaling naar de effecten op populaties zeezoogdieren. Daarnaast wordt er stilgestaan bij de onzekerheden ten aanzien van alternatieve installatietechnieken en funderingstypes, continue onderwatergeluid en onderwatergeluid bij de verwijdering van windparken.

8 Scheepvaartveiligheid

8.1 Inleiding

Een windpark in kavel I-B 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 8-1 zijn de scheepvaartcorridors rondom kavel I-B te zien. Effecten op scheepvaartveiligheid zijn daarom een belangrijk aandachtspunt bij de besluitvorming rondom windparken op zee.

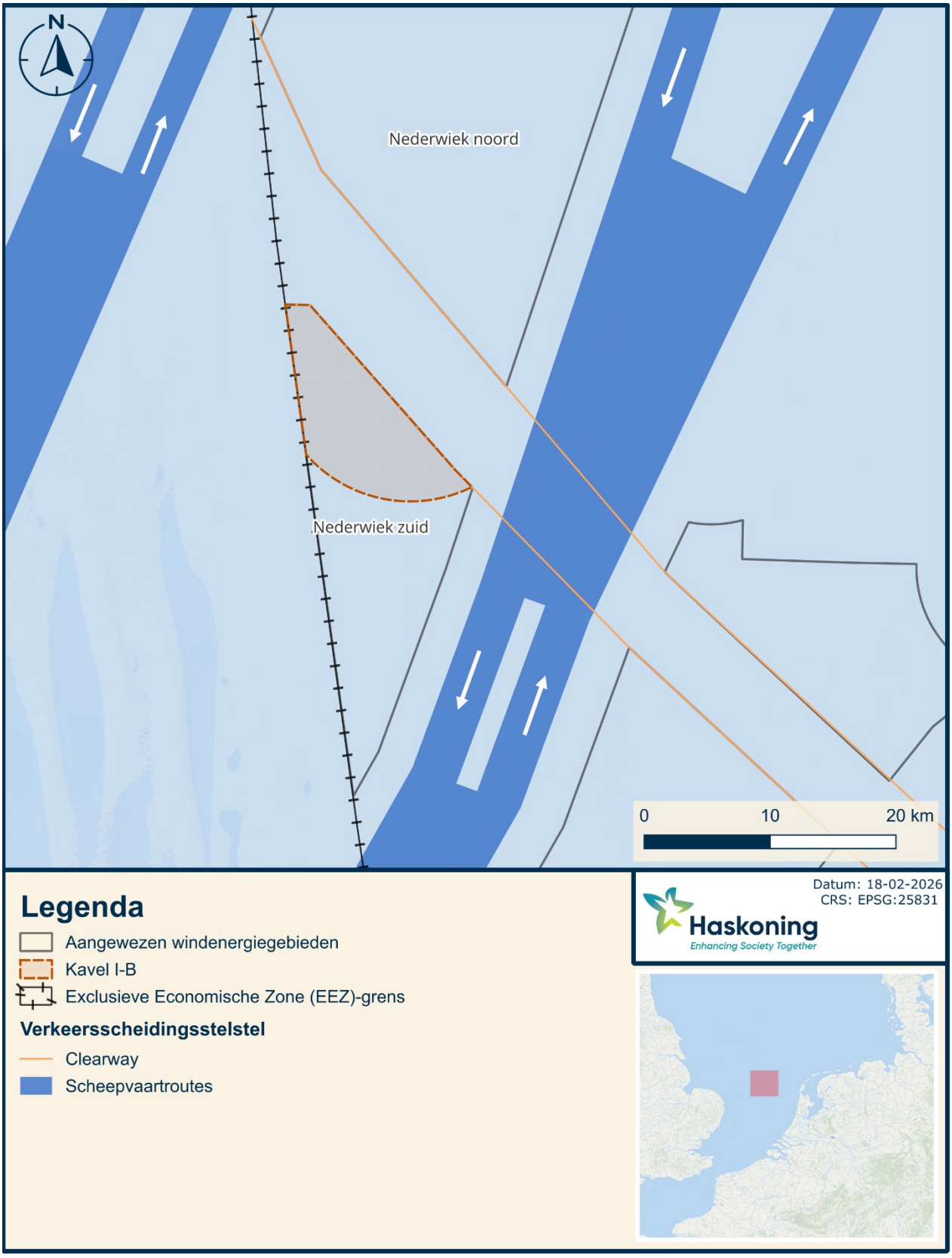
Een aanvaring op zee kan grote milieugevolgen hebben. Voorbeelden hiervan zijn de olieverontreinigingen die zijn opgetreden bij scheepsrampen in 2002 (de enkelwandige olietanker Prestige bij de noordkust van Spanje en de Tricolor aan de zuidoostkust van Engeland). Aanvaringen met offshore wind-infrastructuur 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.[74]

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 8.2.4. 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 2019[75] en 2022[76].

Het uitgangspunt in dit MER is dat er geen sprake zal zijn van integrale doorvaart[77]. Wel is doorvaart voorzien voor kleinere schepen - tot 46 meter lengte - in de oost-west georiënteerde doorvaartpassage. Echter bevindt deze doorvaartpassage zich binnen kavel I-A in windenergiegebied Nederwiek (zuid) en is deze niet van belang in de beoordeling van kavel I-B. Aan de noordkant van de kavel I-B loopt een (beoogde) clearway voor de scheepvaart tussen IJmuiden en Newcastle. Daarnaast ligt er een scheepvaartroute aan de oostzijde van kavel I-B.

[74] *https://www.noordzeeloket.nl/beleid/interdepartementaal-directeuren-overleg-noordzee/idon-nieuwsbrief/nr-38/moswoz-onderzoek-scheepvaartveiligheid/*
[75] *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*
[76] *Y. Koldenhof. SAMSON-analyse Wind op Zee; versnellingsopgave 2030 met doorkijk naar 2040. MARIN, 31797-1-MO-rev.1.0, augustus 2022*
[77] *Integrale doorvaart betekent vrije doorvaart binnen windenergiegebieden of windparken, waarbij schepen geen gebruik hoeven te maken van aangewezen doorvaartpassages en zelf koers kunnen bepalen.*

Figuur 8-1 Kavel I-B in windenergiegebied Nederwiek (zuid) en scheepvaart



8.1.1 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 76 windturbines met een vermogen van 15 MW (alternatief 1b, 15%-overplanting), geplaatst op monopiles. Dit is de configuratie met de meeste windturbines en dit vormt daarmee dan ook voor scheepvaartveiligheid de worst-case scenario. Configuraties met minder windturbines leveren dan ook een minder grote kans op aanvaringen en aandrijvingen.

8.1.2 Beoordelingskader

Voor de voorspelling van de effecten van het windpark op het aspect scheepvaartveiligheid worden de beoordelingscriteria uit Tabel 8-1 gebruikt[78]. Met deze beoordelingscriteria zijn de effecten van het windpark op de scheepvaartveiligheid beschreven. De effecten zijn kwantitatief en deels kwalitatief beschreven.

Tabel 8-1Overzicht deelaspecten en beoordelingsmethodiek scheepvaartveiligheid

Deelaspecten	Beoordelingsmethodiek
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-B 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.

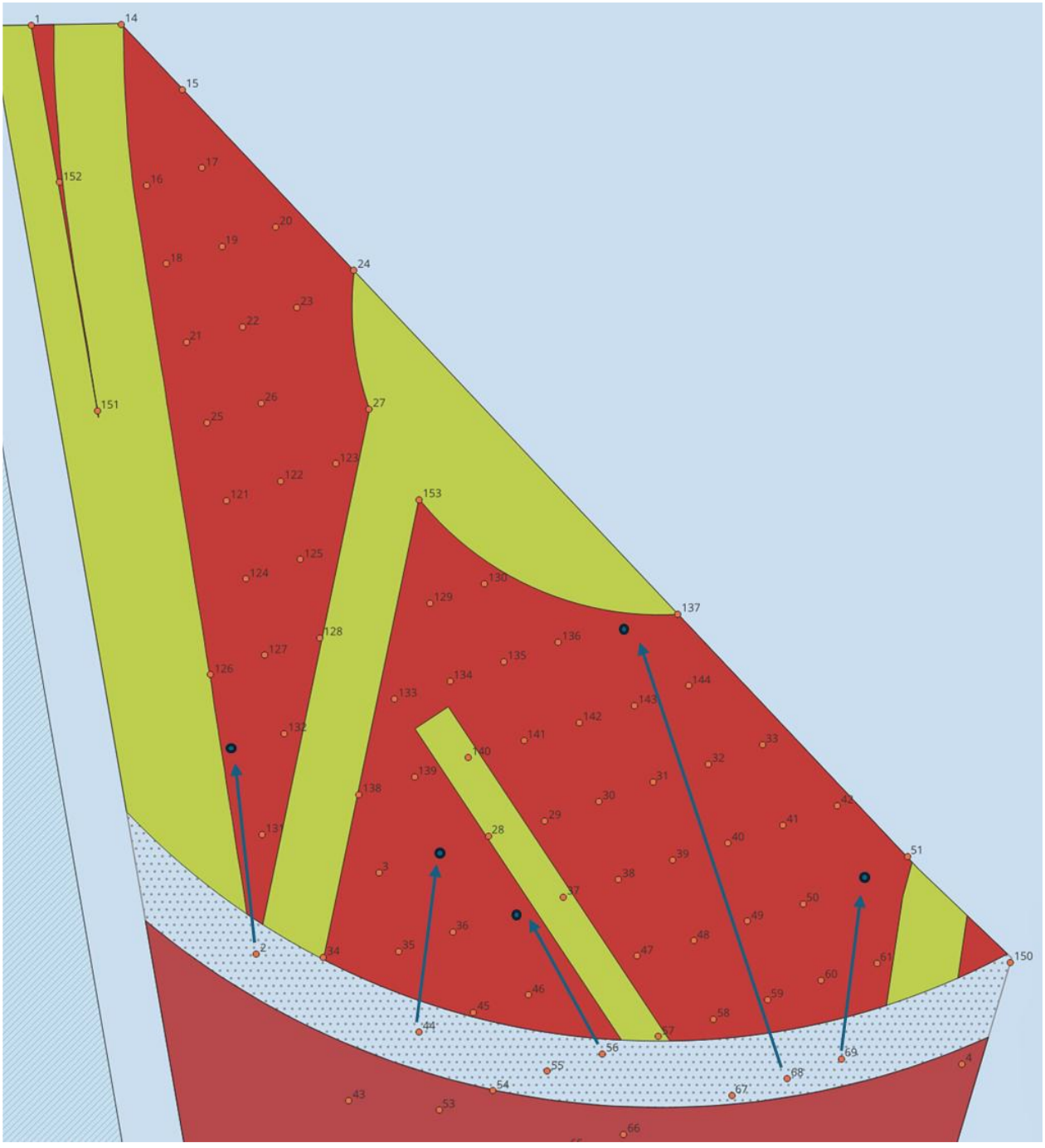
De scheepvaart moet het windpark op minimaal 500 meter passeren in verband met de veiligheidszone rondom een windpark. De mate waarin de verkeersafwikkeling wordt beïnvloed, hangt af van de grootte en ligging van het windpark. Voor de locatie van een windpark wordt daarom de modellering van het routegebonden 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 2040[76]. Vervolgens kunnen de ongevalskansmodellen van SAMSON toegepast worden voor het doorrekenen van de effecten van het windpark voor de scheepvaart.

8.2.1 Windturbine aantal en positie

Specifiek voor kavel I-B zijn geen nieuwe berekeningen uitgevoerd voor de aanvaar- en aandrijffrequentie. De aanvaar- en aandrijffrequentie zijn ontleend aan de eerdere studie die is uitgevoerd voor één kavel van 2 GW in windenergiegebied Nederwiek (zuid)[79]. In de eerdere studie zijn de berekeningen uitgevoerd voor een opstelling van 153 windturbines elk 15 MW.

[78] *Het effect op de scheepvaartveiligheid door de invloed van een windpark in kavel I-B op walradardekking wordt in hoofdstuk 10 beschreven.*
[79] *Bijlage 6 van MER Nederwiek (zuid) kavel I-A geraadpleegd via: https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/woz-nederwiek-zuid-kavel-i/fase-1*

Voor de resultaten voor kavel I-B is gebruik gemaakt van een selectie van deze windturbines. Bij de splitsing van één kavel naar kavel I-A en kavel I-B vallen een aantal windturbines in de vrije ruimte tussen beide kavels, zie Figuur 8-2. Vijf van deze windturbines zijn in de modellering verschoven naar een nieuwe positie binnen kavel I-B waar nog geen windturbine was voorzien. Voor deze verschoven windturbines bestaan de aanvaar- en aandrijffrequenties uit het gemiddelde van de omliggende windturbines. Op deze manier bevinden zich er 76 windturbines van 15 MW in kavel I-B.



Figuur 8-2 Benadering windturbine posities binnen kavel I-B

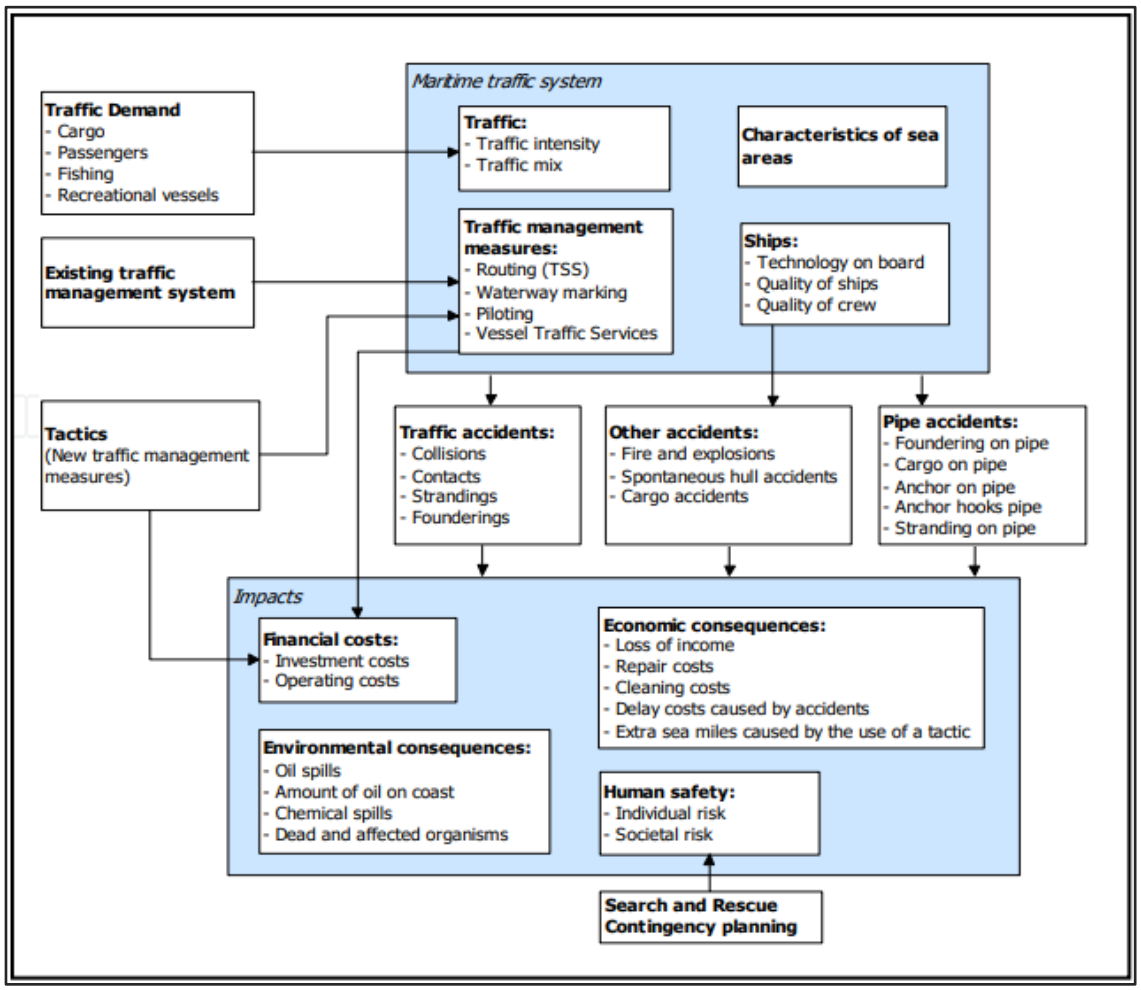
8.2.2 Het SAMSON-model

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

Figuur 8-3 Systeemdiagram SAMSON



8.2.2.1 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 koopvaardijschepen, die op weg zijn van haven A naar haven B. Het niet-routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de schepen die een missie ergens op zee hebben, zoals visserij, supplyvaart[80], werkvaart en recreatievaart. In SAMSON worden deze scheepsgroepen op een verschillende manier gemodelleerd.

8.2.2.2 Routegebonden scheepvaart

De routegebonden scheepvaart is gemodelleerd op scheepvaartroutes over de Noordzee. Vanwege de ligging van de havens en de verkeerscheidingsstelsels (VSS) beweegt het grootste deel van deze

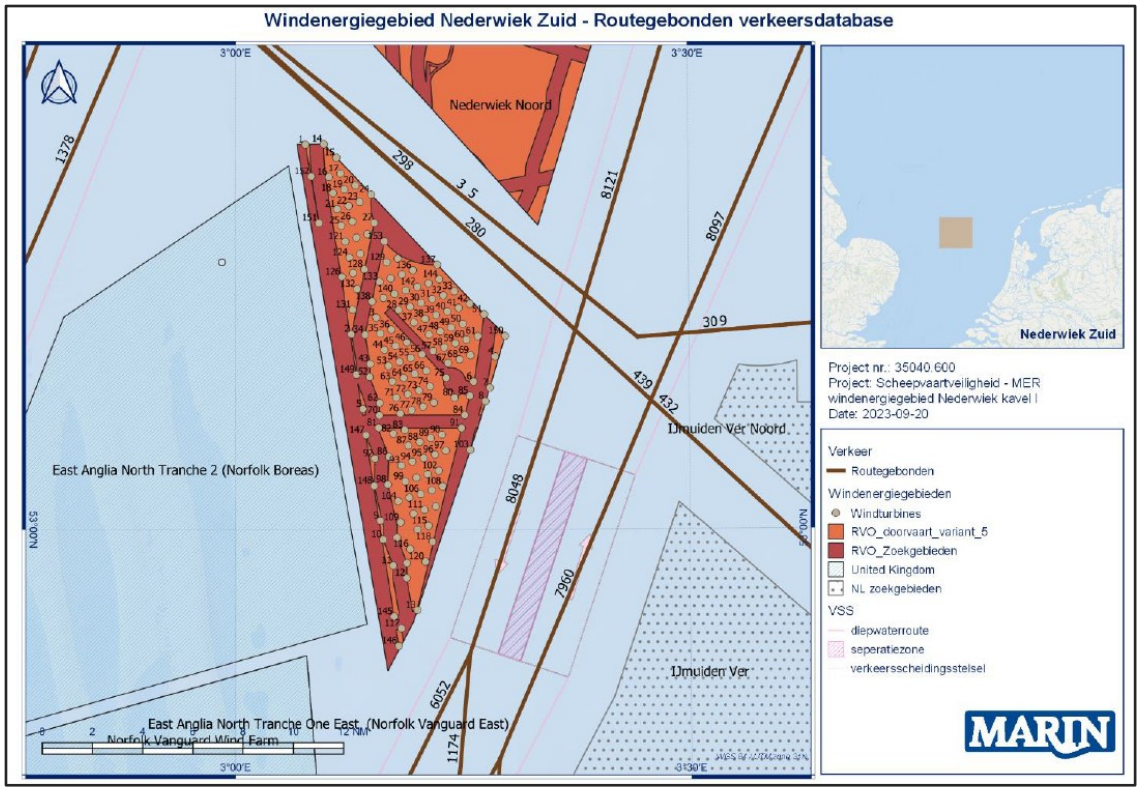
[80] *Het voorzien van bijvoorbeeld offshore platforms van noodzakelijke artikelen, zoals levensmiddelen maar ook reserveonderdelen.*

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 overal 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 MARIN wordt in de basis gebruik gemaakt van de uitgangspunten die gebruikt zijn binnen het onderzoek naar de cumulatieve effecten van wind op zee[76]. 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.[75]

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.

Figuur 8-4 Routegebonden verkeersdatabase (bron: MARIN)



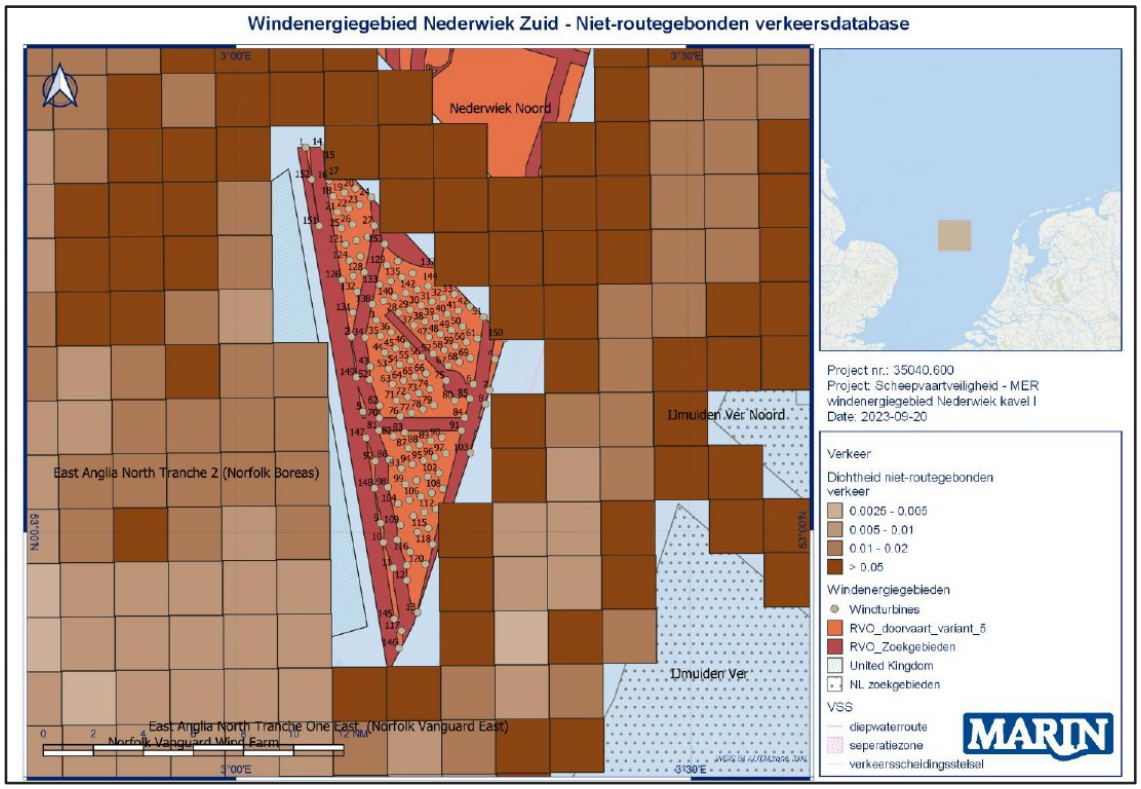
8.2.2.3 Niet-routegebonden verkeer

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 windenergiegebied 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).

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)



8.2.2.4 Gebruikte modellen

Het totale SAMSON-model bestaat uit verschillende sub-modellen voor de verschillende ongevallen. Om het effect van kavel I-B voor de scheepvaart te kwantificeren, is het verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar bepaald. Hiervoor zijn de volgende modellen gebruikt voor contact met een vast object (windturbine):

- Als gevolg van een navigatiefout (rammen)
- Als gevolg van een motorstoring (driften)

8.2.3 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.

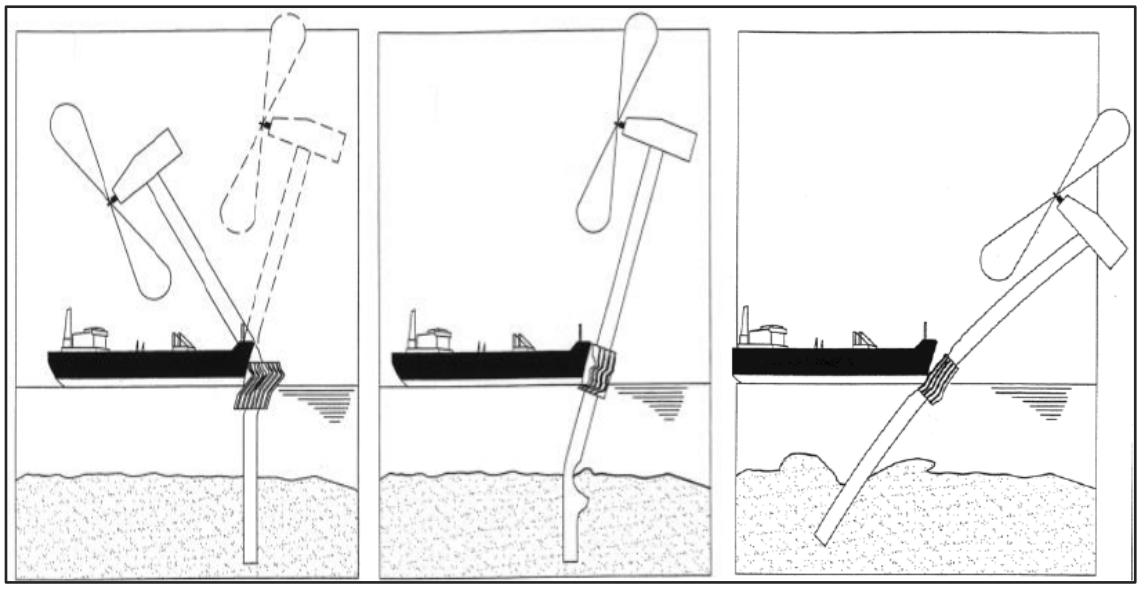
8.2.3.1 Bepalen schade aan windturbine en schip

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.[81] 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.[82] 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.

[81] *J. Barentse. Nadere toelichting: Gevolgen van aanvaringen door de windturbine-installatie Jacobs Comprimo Nederland, juli 2000*
[82] *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*

Figuur 8-6 Verschillende bezwijkvormen (van links naar rechts: knikken, scharnieren met omverduwen)



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 (circa 10 MW) per scheepsgrootte. Ook wordt in de tabel aangegeven wat de verwachte schade aan het schip zal zijn. Deze gevolgschadetabel wordt al lange tijd gebruik voor kleine windturbines (<5 MW)[81], en is geactualiseerd op basis van onderzoek naar aanvaringen met een 10 MW windturbine[82]. Het bovenste deel van Tabel 8-2 geldt wanneer de windturbine knikt. Kleine schepen (<1000 GT) hebben niet genoeg massa om de windturbine 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 uitwaaierende 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.

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

Bezwijk-vormen	Scheepsgrootte (GT)	Aanvaring (rammen)						Aandrijving (driften)					
		Frontaal (10%)			Schampen (90%)			Lateraal middenschips (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[4]	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
Schar-nieren	<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

8.2.3.2 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.

8.2.4 Kanttekeningen bij de modellering van de gevolgschade

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[82] [83]. Deze eerste onderzoeken focussen zich op de verschillende *failure modes* van windturbines om onder andere het GosMos scenario beter te kunnen inschatten. De resultaten van meer gedetailleerd vervolgonderzoek zijn ook recent gepubliceerd. Hierbij zijn naast de *failure modes* van windturbines ook de mogelijke *failure modes* aan het schip onderzocht.

Ondanks de genoemde onderzoeksinspanningen bestaan nog de nodige kennisleemten. Dit wordt met name veroorzaakt door de snelle schaalvergroting van windturbines. Huidige onderzoeksresultaten zijn gebaseerd op een 10MW windturbine met een monopile fundering terwijl in kavel I-B windturbines van minimaal 15MW worden voorzien en mogelijk ook andere funderingstypen worden toegestaan. Het ontbreken van inzicht in de *failure modes* aan schepen als gevolg van het aanvaren van grotere of andere typen windturbines, maakt dat diverse typen gevolgschade, zoals verlies van lading en/of brandstof en slachtoffers van botsingen (geen GosMos), momenteel beperkt zijn in te schatten.

Hieronder wordt aangegeven welke gevolgschades ontbreken en welke verwachting bestaat ten aanzien van de wel gekwantificeerde schades. Ondanks de kennisleemten worden in Bijlage 6 wel inzicht gegeven in de maximaal aanwezige lading (olie), scheepsbrandstof en personen aan boord per scheepstype en grootte. Dit is niet representatief qua kwantificering van de schade bij een incident maar geeft een inzicht in mensen/(brand)stoffen die aan gevaar worden blootgesteld.

8.2.4.1 Schade aan windturbine

De verwachting is dat voor de grotere 15 MW-windturbine een sterkere constructie nodig zal zijn dan bij de kleinere (~10MW) windturbines waar de schadematrix op is gebaseerd. Door de sterkere constructie van de monopile is een grotere scheepsmassa nodig om schade toe te brengen aan de windturbine. Daar waar in de schadematrix een driftend schip van 1600GT al schade zou kunnen aanbrengen verschuift deze grens naar een schip met een grotere GT. De gehanteerde schadematrix is daarmee voor schade aan de windturbine conservatief van aard.

8.2.4.2 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

[83] *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*

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.

8.2.4.3 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). Persoonlijk letsel kan ook ontstaan doordat een schip een windturbine schampt ter hoogte van bemannings- of passagiersverblijven. Slachtoffers door beknelling of overboord slaan zijn niet gekwantificeerd.

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.

Zoals eerder benoemd wordt bij de resultaten in Bijlage 6 wel inzicht gegeven in de maximaal aanwezige personen aan boord per scheepstype en grootte. Dit is niet representatief qua kwantificering van persoonlijk letsel bij een incident maar geeft een inzicht in het totaal aantal personen dat aan gevaar wordt blootgesteld.

8.2.4.4 Bunker- en 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.

Zoals eerder benoemd wordt bij de resultaten in Bijlage 6 wel inzicht gegeven in de maximaal aanwezige bunker en lading(olie) aan boord per scheepstype en grootte. Dit is niet representatief qua kwantificering van het uitstroomrisico maar geeft een inzicht in de maximale hoeveelheid bunker en lading dat aan gevaar wordt blootgesteld.

De meeste schepen varen momenteel nog op zware stookolie en diesel. Schepen die vóór 2010 zijn gebouwd hebben geen dubbelwandige bunkertanks, waardoor bij schade de kans op verlies van brandstof groter is dan op verlies van ladingolie. Tegelijkertijd is de sector bezig de CO_2-uitstoot te verminderen en worden steeds meer alternatieve brandstoffen onderzocht, zoals ammoniak, bio-methaan, methanol en waterstof. Voor 2050 wordt verwacht dat meer dan de helft van de schepen hiermee vaart, en dat waterstof vooral wordt gebruikt voor short sea shipping en methanol voor deep sea shipping. Ook elektrische aandrijving via accu's of brandstofcellen zal toenemen.
Deze nieuwe brandstoffen brengen echter veiligheidsrisico's met zich mee:

- Waterstof: extreem brandbaar en vereist hoge druk of lage temperatuur, risico op brand/explosie

- Methanol en ammoniak: beide giftig, dus verhoogd risico op toxische incidenten
- Ammoniak: zeer oplosbaar in water en schadelijk voor waterleven
- LNG: toenemend gebruik betekent grotere kans op brand en explosie bij incidenten

8.2.5 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 2040[76] 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.

8.2.6 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.

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

Specifiek voor kavel I-B zijn geen nieuwe berekeningen uitgevoerd voor de aanvaar- en aandrijffrequentie. De aanvaar- en aandrijffrequentie zijn ontleend aan de eerdere studie die is uitgevoerd voor één kavel van 2 GW in windenergiegebied Nederwiek (zuid)[79]. Dat betekent geen nieuwe berekeningen zijn uitgevoerd maar dat de eerdere uitgerekende resultaten zijn gesplitst tussen kavel I-A en I-B voor zover mogelijk.

8.3.1 Kans op aanvaringen en aandrijvingen

De bouw van een windpark in kavel I-B 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 windturbines 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-B 0,0187 per jaar is. Dit staat gelijk aan één aanvaring of aandrijving per 53 jaar.

Tabel 8-3 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor Kavel I-B

Kavel	Aantal windturbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar			Aantal aandrijvingen (driften) per jaar			Totaal aantal per jaar	Eens per 'x' jaar
		R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal		
Kavel I-B	76	0,0013	0,0072	0,0085	0,0091	0,0011	0,0102	0,0187	53

De kans op een aanvaring of aandrijving hangt ook af van het aantal windturbines. 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-B met de hoogste en laagste frequentie weergegeven. Uit de tabel blijkt dat de gemiddelde kans op aanvaring/aandrijving per windturbine 0,000246 is, wat gelijk staat aan één aanvaring of aandrijving per 4.058 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 een windturbine op de noordoosthoek van kavel I-B. 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 deze windturbine 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 windturbines. De clearway tussen Nederwiek (noord) en (zuid) is 4 NM (7.400 meter) breed[84]. 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

Kavel I-B	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar			Aantal aandrijvingen (driften) per jaar			Totaal aantal per jaar	Eens per 'x' jaar
	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal		
Gemiddeld alle windturbines	1,77E-05	9,47E-05	1,12E-04	1,20E-04	1,41E-05	1,34E-04	2,46E-04	4058
Windturbine met maximale frequentie	2,38E-04	4,51E-04	6,88E-04	2,64E-04	2,51E-05	2,90E-04	9,78E-04	1023
Windturbine met minimale frequentie	4,22E-07	1,07E-05	1,11E-05	0	0	0	1,11E-05	89794

8.3.2 Gevolgschade

In deze paragraaf worden de uitkomsten van een kwantitatieve analyse naar de gevolgschade beschreven.

8.3.2.1 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 het aandeel in het totale aantal aanvarings- en aandrijvingsfrequentie met een windturbine per scheepstype en per type schade. In de tabel is bijvoorbeeld te zien dat in bijna 17% 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 44% 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.

Tabel 8-5 Aandeel in de totale aanvarings- of aandrijvingsfrequenties per scheepstype en soort schade

Scheepstype	Soort schade	Totaal

[84] *Programma Noordzee 2022-2027*

	GOS-MOS	Schade aan scheepshuid	Geen schade	
Olietanker	0,3%	16,8%	0,8%	17,9%
Chemicaliëntanker	0,1%	9,0%	2,6%	11,7%
Gastanker	0,1%	3,8%	0,5%	4,4%
Container+ RoRo	0,1%	3,2%	0,9%	4,2%
Ferry	0,5%	3,2%	4,2%	7,9%
Overige R-schepen	0,1%	7,6%	2,1%	9,8%
N-schepen	2,0%	0,9%	41,2%	44,1%
Alle schepen	3,2%	44,4%	52,3%	100%

Begin 2025 is een 3D FEM analyse uitgevoerd waarbij voor drie scheepstypen (chemicaliëntanker, passagierschip en containerschip) en scheepsgroottes (10.000GT, 100.000GT en 200.000GT) de effecten van een aanvaring dan wel aandrijving met een 10MW monopile fundering is onderzocht. Hieruit blijkt dat in alle onderzochte gevallen geen verlies van lading of lekkage plaats vindt, omdat de schade niet reikt tot compartimenten met lading of brandstof. Ook de dubbelwandigheid van olietankers betekent schade aan de scheepshuid niet direct dat ook uitstroom van ladingolie plaats vindt. Voor de aanwezige bunkerolie geldt deze dubbelwandigheid niet altijd.

8.3.2.2 Schade aan de windturbines

Voor de gevolgschade aan de windturbines zijn vier types te onderscheiden:

1. Geen schade
2. De windturbine kan scheef gaan staan
3. De windturbine 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. Hieruit blijkt dat het type gevolgschade ‘scheef gaan staan’ het meest kan optreden (56%) bij een aanvaring- of drijving. Op basis van de kanttekeningen in paragraaf 8.2.4 wordt verwacht dat de kans op een schip-turbine aanvaring, waarbij geen schade aan de windturbine ontstaat, zal toenemen en daarmee de kans op een scheve en/of omgevallen windturbine zal afnemen.

Tabel 8-6 Type windturbineschade en aandeel in totale aanvaringen en aandrijvingen

Schade aan windturbine	Aantal per jaar	Aandeel in frequentie
Geen	0,004184	22%
Scheef	0,010578	56%
Omvallen	0,003357	18%
GosMos	0,000608	3%
Totaal	**0,018727**	**100%**

8.3.2.3 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 met een windturbine. In Tabel 8-7 is voor kavel I-B 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 dat mensen van boord vallen door de impact van de aanvaring, bekneld raken of dat hutten worden doorboord door onderdelen van een windturbine. 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-B is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar door een aanvaring of aandrijving van een windturbine 0,006583. 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

Kavel I-B	Aantalstype (aantal per jaar)		Samen eens in de 'x' jaar	Directe doden	
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar
Olietanker	1,5313E-05	3,2818E-05	20777	1,5654	0,000075
Chemicaliëntanker	2,4987E-06	2,0655E-05	43190	1,6042	0,000037
Gastanker	6,1244E-06	1,1348E-05	57234	1,4686	0,000026
Container + RoRo	1,3208E-05	7,9446E-06	47275	2,6885	0,000057
Ferry	8,7032E-05	6,4008E-06	10703	67,4474	0,006302
Overige R-schepen	1,0089E-05	1,5452E-05	39152	1,6218	0,000041
N-schepen	3,7663E-04	2,0448E-06	2641	0,1183	0,000045
Totaal	**5,1090E-04**	**9,6663E-05**	**1646**	**10,8353**	**0,006583**

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 windparken in de windenergiegebieden (waaronder windenergiegebied Nederwiek) op de aanvaar- aandrijffrequentie van het platform K13-A is al

onderzocht[85]. Hieruit bleek dat er dan meer schepen dichter 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-B rekening gehouden door de afstand tussen platform K13-A en de kavelgrens van kavel I-B minimaal 2,5 NM (circa 4,7 km) aan te houden waardoor de clearway plaatselijk breder is dan 4 NM. Dit betekent dat de passeerafstand ten opzichte van de windturbines in kavel I-B 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).

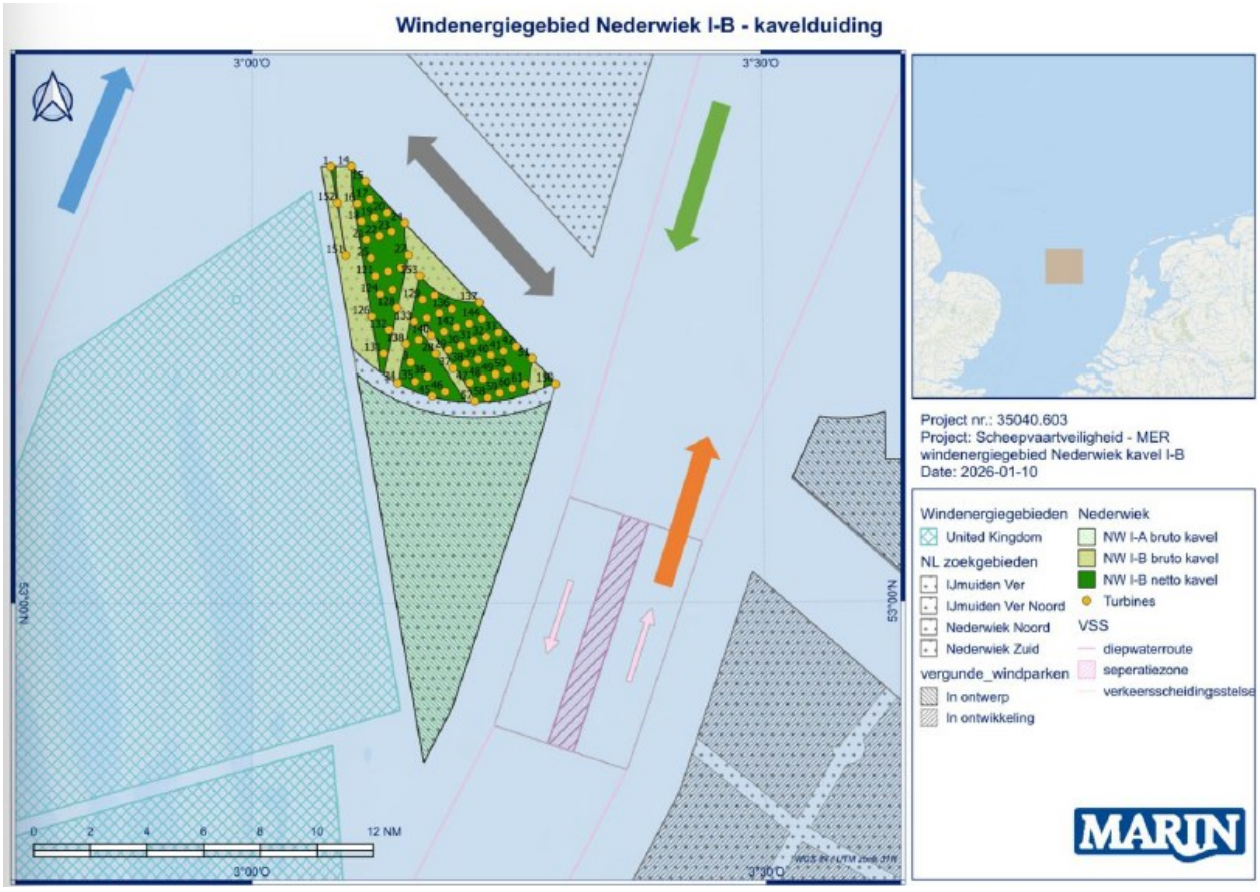
8.3.4 Effecten van kruisende scheepvaart

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-B 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-B 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-B niet het directe zicht. De afstand tussen noordgaande schepen op het VSS en 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-B (blauwe pijl). Dit is op zo een grote afstand tot het windenergiegebied dat er geen sprake is van zichtbelemmering.

[85] *Memo aanvaar- en aandrijffrequentie platform K13, MARIN, december 2022*



Figuur 8-7 Verkeersstromen rond kavel I-B (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 2019[75] en 2022[76] 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 windturbine 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.

8.3.6 Effecten van het werkverkeer op aanvaringsrisico

Binnen de studie van MARIN (zie Bijlage 6) 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.

Een nuance hierbij is dat de extra scheepsbewegingen door het werkverkeer het gemiddeld aantal verwachte scheepsbewegingen zijn. Het aantal bewegingen zullen in de praktijk minder gelijkmatig verspreid zijn in de tijd, waardoor tijdelijke “pieken” in intensiteit in tijd en locatie plaats zullen vinden.

8.4 Effectbeoordeling

In Tabel 8-8 is de effectbeoordeling voor scheepvaartveiligheid weergegeven. Na de tabel wordt in onderstaande paragrafen de effectbeoordeling nader toegelicht.

Tabel 8-8 Beoordeling scheepvaartveiligheid

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

8.4.1 Aandrijvingen en aanvaringen

Voor de oorspronkelijke beoogde 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 0,0187 is voor kavel I-B. Dit staat gelijk aan één aanvaring of aandrijving per 53 jaar. De kans op aanvaringen en aandrijvingen neemt toe door de bouw van kavel I-B, waardoor dit deelaspect negatief (-) beoordeeld wordt.

Kader 8-1 Aanvaring en aandrijving risico’s bij andere funderingstypen

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 Hoofdstuk 4, paragraaf 4.2.2).

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 0,02805 á 0,0374 ten opzichte van 0,0187.

Bij de keuze van een ander funderingstype zal de gevolgschade mogelijk afwijkend zijn. 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 44,4% van de aanvaringen of aandrijvingen door alle scheepstypen schade aan de scheepshuid optreedt. In slechts 3,2% 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 (zie paragraaf 8.2.4) geconcludeerd worden dat de kans op een schip-turbine aanvaring, waarbij geen schade aan de windturbine ontstaat, zal toenemen en daarmee de kans op een scheve en/of omgevallen windturbine zal afnemen.

Voor kavel I-B is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar door een aanvaring of -drijving met een windturbine 0,006583. 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 windturbines dan die nu worden gebouwd, zie paragraaf 8.2.4).

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-B geldt dat, gelet op de verschillende verkeerroutes en verkeersstromen rond het windpark, er weinig tot geen situaties zijn waarbij de kavel de zichtlijnen beïnvloedt. Dit deelaspect wordt daarom neutraal (0) beoordeeld.

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-B niet tot nauwelijks invloed op de routestructuur op de Noordzee.

Vanuit het meest recente onderzoek[76] (waarbij aangenomen is dat er geen doorvaart in de windparken zal plaatsvinden) is de totale verwachte aanvaring- en aandrijffrequentie (met een windturbine) 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 (mitigerende) 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 onderstaande paragrafen. 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 windpark zijn sommige maatregelen wellicht minder relevant maar deze moeten worden bezien in het grotere plaatje van het borgen van scheepvaartveiligheid op de Noordzee. Een aantal relevante voorgestelde maatregelen zijn hieronder beschreven (zie Bijlage 6 voor een nadere toelichting).

8.6.1.1 AIS-basestation, radar, VHF-antenne, RDF en CCTV

Sinds 2005 moeten zeeschepen boven 300 GT verplicht een AIS-transponder (*Automatic Identification System*) aan boord hebben die continu hun positie uitzendt. Wanneer de AIS-dekking of -capaciteit in een gebied niet voldoende is, kunnen schepen op navigatiesystemen onjuist of vertraagd worden weergegeven, of zelfs helemaal niet zichtbaar zijn. Dit kan leiden tot afwijkingen tussen AIS-informatie en radarbeelden. Om dit te voorkomen wordt aanbevolen om windenergiegebieden uit te rusten met:

- Een AIS-basestation voor betere positieweergave.
- Een volledig radarbeeld, minimaal 2 NM rondom het windenergiebied Nederwiek.
- Een VHF-antenne (*very high frequency*) zodat de Kustwacht kan communiceren met scheepvaart.

Daarnaast kunnen Radio Direction Finder (RDF) en (*Closed Circular Television*) CCTV worden gebruikt om schepen zonder AIS of met radarverstoringen toch te detecteren. De combinatie van deze maatregelen verbetert de mogelijkheden van de Kustwacht en VTM om hun taken veilig en effectief uit te voeren (zie volgende paragraaf 8.6.1.2).

8.6.1.2 Vessel Traffic Management/Monitoring(VTMon)

Vessel Traffic Management/Monitoring (VTMon) is een vorm van verkeersbegeleiding waarbij een operator het scheepvaartverkeer op afstand volgt en alleen ingrijpt wanneer een (dreigend) onveilige situatie wordt gesignaleerd. Volgens experts heeft VTMon in de zuidelijke Noordzee een beperkte maar positieve invloed op het verminderen van aanvaringen, vooral door het tijdig signaleren van afwijkend gedrag, gevaar en door coördinatie bij calamiteiten.

VTMon is echter nauwelijks effectief bij driftende schepen, behalve bij het organiseren van assistentie en informeren van omliggende schepen. Wel kan VTMon helpen bij het handhaven van doorvaartbeperkingen en het begeleiden van in- en uitvoegend verkeer in de VSS meer gecoördineerd te laten verlopen, wat het risico op botsingen met doorvaarders en werkverkeer vermindert.

Een goede inrichting van VTMon is cruciaal. Dit geldt voor zowel de bemensing op het Kustwachtcentrum als de benodigde sensoren, zoals radar, AIS, VHF, RDF en CCTV. VTMon werkt alleen goed wanneer het wordt gecombineerd met volledige dekking van AIS- en VHF-communicatie. Extra toezicht en handhaving kunnen de effectiviteit verder vergroten doordat deze bijdragen aan beter vaargedrag. 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.

In 2025 is de Kustwacht gestart met de VTMon taak. Het is echter lastig om de effectiviteit van VTMon kwantitatief te meten. Binnen het MOSWOZ-programma (‘Monitoring & Onderzoeksprogramma

Scheepvaartveiligheid Wind op Zee') is VTMon een van de thema's. Begin 2023 is een eerste onderzoek afgerond naar de mogelijke inrichting van VTMon.[86] Ongevallen zijn namelijk relatief zeldzaam en variëren sterk per jaar, waardoor statistische trends weinig zeggen over nautische veiligheid. Wel kan het gedragseffect van VTMon-operators worden gemonitord. Hoe meer hun adviezen worden opgevolgd, hoe groter de kans is dat ongevallen worden voorkomen. Een voorgesteld monitoringsprogramma zal de effectiviteit van VTMon niet expliciet kunnen vaststellen maar het is mogelijk een globaal en grof beeld te krijgen over de impact van VTMon op de nautische veiligheid. Het is de verwachting dat na implementatie van VTMon het ongeveer 5 jaar zal duren voordat er betrouwbare conclusies kunnen worden getrokken.

De Onderzoeksraad voor Veiligheid (OvV) is kritisch en stelt dat VTMon slechts beperkt effectief is. Omdat VTMon afwijkt van internationale VTS-standaarden, kan het scheepsbemanningen verwarren, en het richt zich vooral op het vroeg signaleren van drift en niet op het voorkomen van onderlinge aanvaringen. Bovendien ontbreken momenteel slimme ondersteunende systemen, waardoor de effectiviteit sterk afhankelijk is van één operator met een beperkt overzichtsgebied. Een recent MOSWOZ-onderzoek concludeert dat VTMon wel degelijk nuttig is voor begeleiding tussen windparken en ondersteuning bij incidenten. Wel zijn verbeteringen nodig, zoals extra operatorcapaciteit in noodsituaties, duidelijke taakafbakening en betere ondersteunende systemen.

8.6.1.3 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-richtlijnen[87].

8.6.1.4 Emergency Response Towing Vessel (ERTV)

Aandrijvingen (aanvaringen door driftende schepen) vormen een belangrijk deel van het risico. Een drift ontstaat na een storing in de voortstuwing, maar kan worden voorkomen wanneer het schip tijdig kan ankeren, de storing kan verhelpen of wanneer een sleepboot het schip vroeg opvangt. De Nederlandse overheid zet hiervoor Emergency Rescue Towing Vessels (ERTV's) in, die door de Kustwacht worden gealarmeerd zodra een drifter wordt gemeld. Een ERTV kan een aanvaring voorkomen als het op tijd ter plaatse is.

Hoewel ERTV's in het algemeen effectief kunnen zijn bij het opvangen van driftende schepen, is hun effectiviteit voor windenergiegebied Nederwiek beperkt door de grote afstand tot de huidige posities van de ERTV's (minimaal 50 NM), wat resulteert in een aanvaartijd van minstens drie uur. Daardoor kunnen ze bij stuurfouten of technische storingen dicht bij een windpark meestal niet snel genoeg ingrijpen. De OvV bevestigt de beperkte effectiviteit. De inzetbaarheid hangt sterk af van aanvaartijd, de mogelijkheid tot het maken van een sleepverbinding, technische betrouwbaarheid en trekkracht, waarbij begeleiding vanaf windkracht 6 al uitdagend kan zijn.

Wel neemt de effectiviteit toe wanneer een ERTV dichter bij windenergiegebied Nederwiek wordt gestationeerd. Uit een recente MOSWOZ-studie blijkt dat ERTV's waardevol zijn voor incidentbestrijding, maar dat optimalisatie van responstijden, sleepverbindingen en eisen aan de ERTV-vloot noodzakelijk is. Ook moet worden onderzocht wat de meest geschikte vlootsamenstelling is. De beleidsevaluatie

[86] *H. Huisman, C. Beenhakker. Mogelijkheden VTM in en rondom windparken, Arcadis & MARIN, WXE7ZPM25JS7-1374141725-73, 8 maart 2023*
[87] *IALA G1162 The marking of offshore man-made structures 17 december 2021 edition 1.1*

Noodhulp op de Noordzee onderschrijft deze aanbeveling en adviseert daarnaast een verkeersmonitoringsnorm te ontwikkelen om onbeheersbare schepen sneller te herkennen, zodat ERTV's meer handelingsruimte krijgen. Een eerste onderzoek naar de implementatie van de ERTV-maatregel in het SAMSON-model is in 2024 afgerond, maar daadwerkelijke integratie moet (op moment van schrijven) nog plaatsvinden.

8.6.1.5 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 MARIN[88] werd er vooral gekeken naar recreatievaart, omdat die groep vaak het minst zelfredzaam is ten opzichte van de andere scheepvaart. Dicht bij 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 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 zee[89]. 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 SAR lanes binnen het windpark.

8.6.1.6 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. De kans op incidenten neemt wel toe maar de kans op reële olie-uitstroom op een vergelijkbaar niveau blijft vanwege het toenemende aantal schepen met dubbelwandige bunkertanks (zie Bijlage 6). De uitstroom van niet-drijvende stoffen/verontreinigingen zijn niet of minder goed te bestrijden. Dit is een aandachtspunt gezien de verwachte toekomstige scheepsbrandstoffen (zie paragraaf 8.2.4)

8.6.1.7 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 D[74], tegen te houden. Echter is verder onderzoek nodig naar andere schepen, zwaarder weer en operationele aspecten van een "vaste" barrière rond windparken. Op basis van initiële modeltesten blijkt dat het fysiek tegenhouden van een bulk carrier mogelijk is. Het onderzoek bevindt zich nog in een vroege fase. Drie concepten zijn tot nu toe alleen op modelschaal getest, en dan ook slechts voor één specifiek scheepstype namelijk een bulk carrier. Om deze concepten verder te brengen, is vervolgonderzoek nodig. Dit onderzoek moet leiden tot prototypes waarvan de werking bewezen is onder uiteenlopende omstandigheden en voor verschillende typen schepen.

[88] *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)*
[89] *Antea Group 10 oktober 2023, SAR ver op zee, projectnummer 0485025.100*

8.6.1.8 Noordzeeloods

Een noordzeeloods (diepzeeloods) op schepen kan schepen op de Noordzee ondersteunen door de kapitein te adviseren over de optimale navigatieroute en zo de doorvaart veiliger en efficiënter te maken. De loods verhoogt de *situational awareness* van de kapitein, maar het inzetten van een noordzeeloods is niet verplicht. Uit een recente MOSWOZ-simulatorstudie blijkt dat het gebruik van noordzeeloodsen een waardevolle veiligheidsmaatregel is bij het navigeren tussen windenergiegebieden. Dankzij hun kennis van lokale omstandigheden, ervaring en communicatieve vaardigheden kunnen loodsprofessionals beter helpen bij het voorkomen van aanvaringen en effectiever communiceren met partijen zoals VTMon en ERTV tijdens crisissituaties.

8.6.1.9 Resumé

In het MOSWOZ eindrapport[90] staat juist opgemerkt dat de samenhang tussen enkele van de hiervoor genoemde maatregelen uiteindelijk de mate bepaalt waarin de risico's kunnen worden beperkt. Hierbij wordt het *Sense-Decide-Act* principe genoemd, met daarbij als voorbeeld de combinatie tussen:

- de sensoren (paragraaf 8.6.1.1) die het mogelijk maken om risicovolle situaties tijdig te detecteren;
- VTMon-operators (paragraaf 8.6.1.2) die de informatie van de sensoren verwerken en op basis daarvan vroegtijdig schepen in nood te herkennen en de juiste actie in gang te zetten;
- De ERTV (paragraaf 8.6.1.4) die als laatste verdedigingslinie de fysieke interventie uitvoert.

Daarnaast wordt ook in dit MOSWOZ eindrapport onderkent dat de nodige onzekerheden bestaan over de effectiviteit van maatregelen.

[90] *Geraadpleegd via: https://noordzeeloket.nl/functies-gebruik/energietransitie-zee/windenergie-zee/scheepvaartveiligheid-moswoz/nieuwsbrieven-moswoz/moswoz-special-september-2025/samen-koersen-veilige-toekomst-noordzee/*

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 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)[75] 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 programma MOSWOZ zijn/worden onderzoeken uitgevoerd met als doel nieuwe en verbeterde inzichten te verkrijgen in de (beheersing van) risico's voor de scheepvaart als gevolg van windparken op zee. Ook wordt er binnen het programma gekeken naar de effectiviteit van de mitigerende maatregelen.

9 Landschap

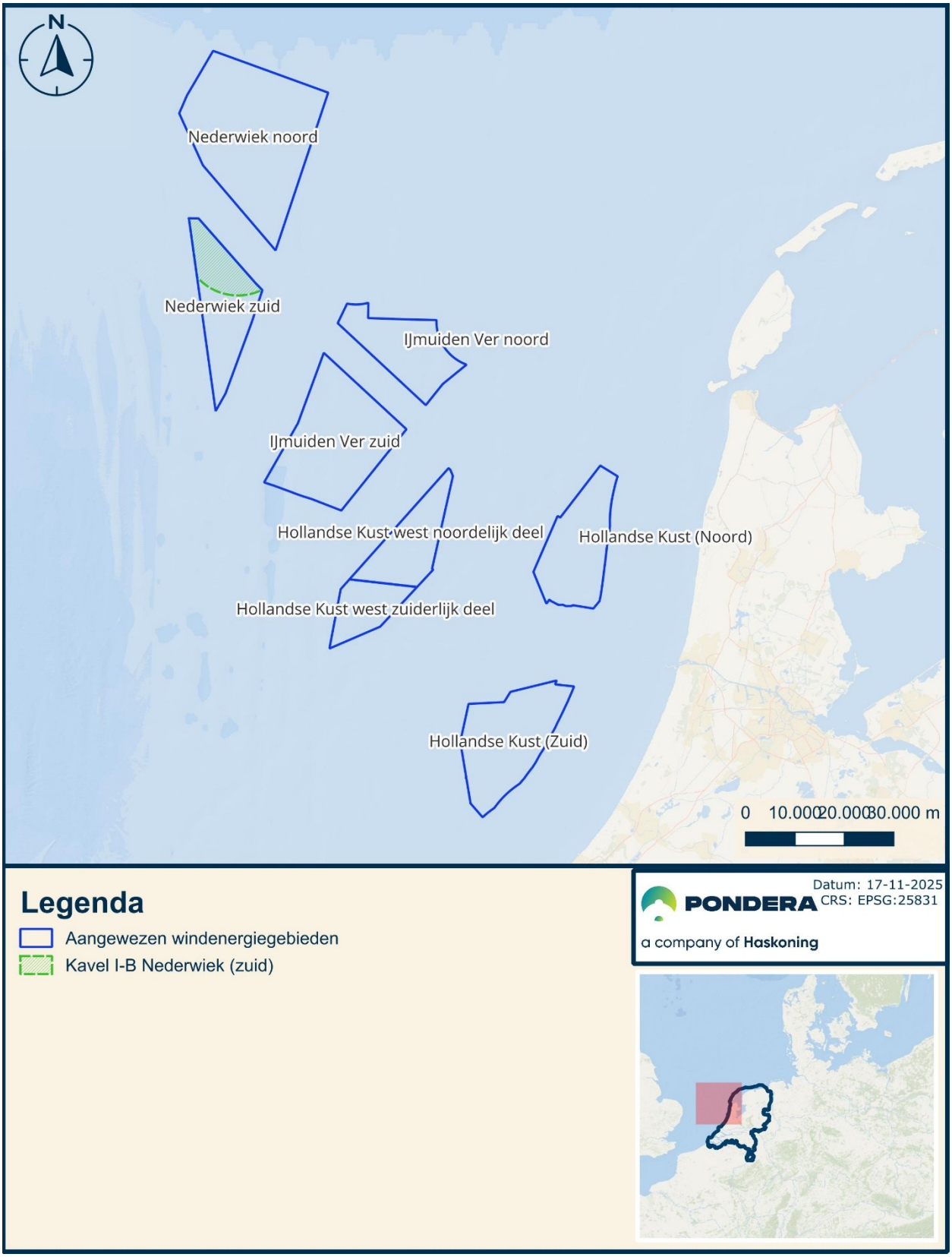
9.1 Inleiding

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 gedaan[91]. 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. De inzichten van deze studie sluiten nog steeds goed aan op de huidige situatie, omdat moderne windparken met grotere turbines verder uit de 12-mijlszone worden gepland.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de zichtbaarheid van windturbines in kavel I-B van het windenergiegebied Nederwiek (zuid), gezien vanaf de Nederlandse kust. Kavel I-B is weergegeven in Figuur 9-1.

[91] *Nierman et al. (2010). Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee*



Figuur 9-1 Windenergiegebieden op de Noordzee en kavel I-B Nederwiek

9.2 Beoordelingskader

In Tabel 9-1 staat het beoordelingskader voor het aspect landschap. In dit hoofdstuk worden, op basis van het beoordelingskader, de effecten van een windpark in kavel I-B op het landschap 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 windturbines (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 windturbineopstellingen. Voor de analyse worden daarom de buitenranden van de kavelvlakken 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 windturbines;
- de tiphoogte van de te plaatsen windturbines;

Andere kenmerken, zoals de manier waarop de windturbine wordt gefundeerd 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 windturbine.

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 de 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-B 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-B.

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 Kader 9-1 en de schematische weergave in Figuur 9-2. De hoogte van een waarnemer is bij kimduiking van belang. Bij een waarneemhoogte van 1,6 meter (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:

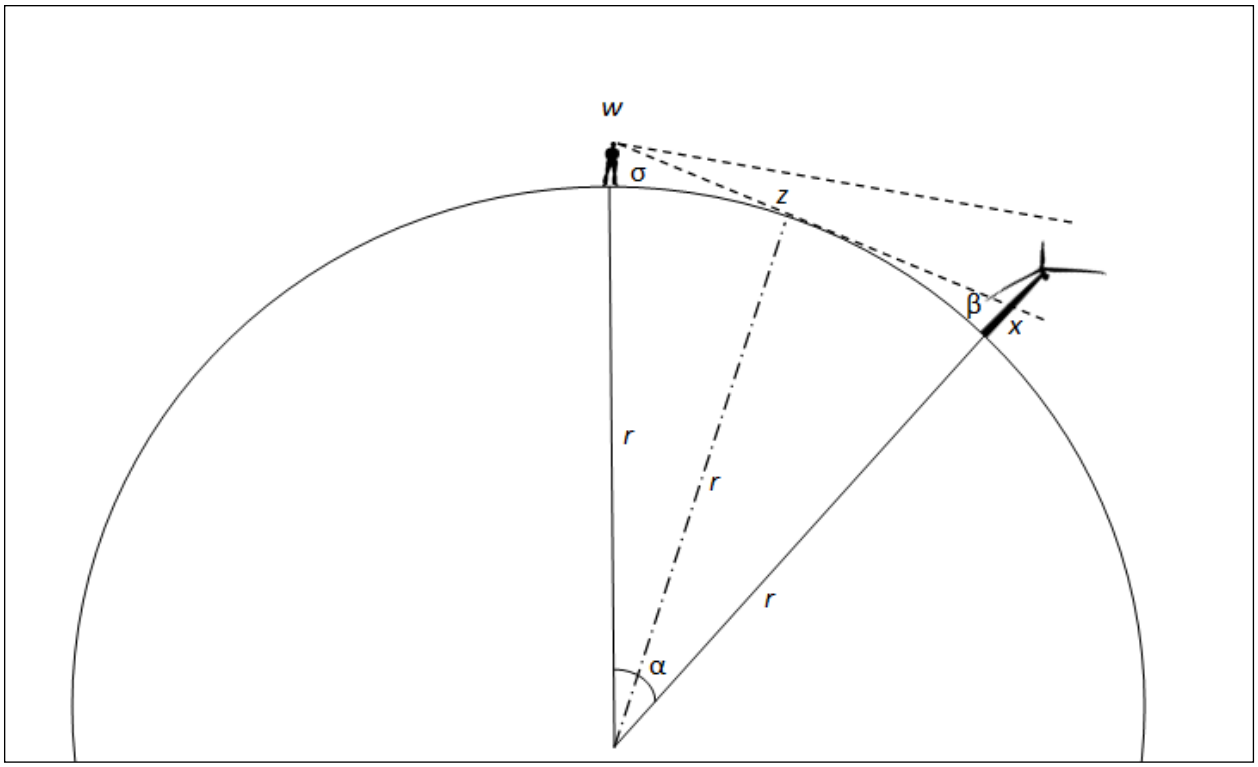
$$x = \frac{r}{\sin \beta} - r$$

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

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**



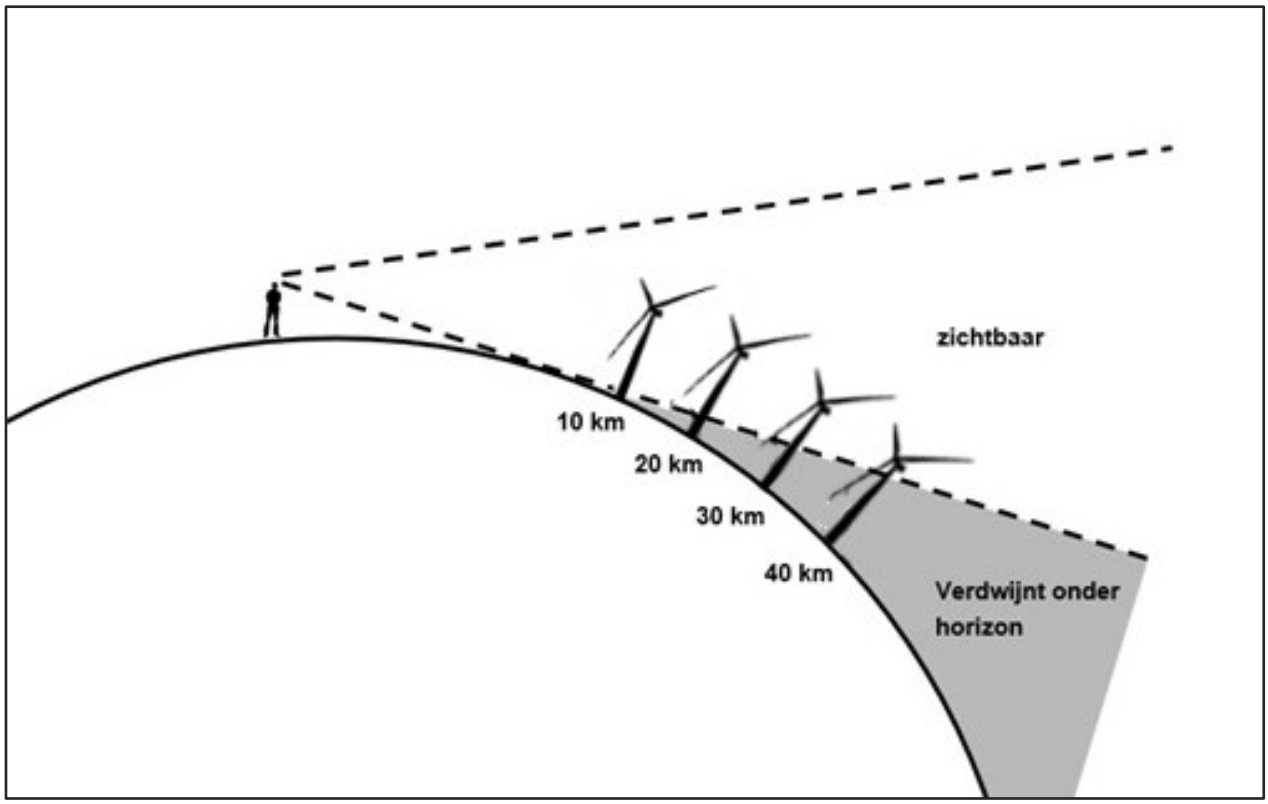
* Bron: Lörzing et al., 2007

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 maximale 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

Afstand tot object	Deel niet meer zichtbaar	
	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-B van windenergiegebied Nederwiek (zuid) ligt op een minimale afstand van 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-B van windenergiegebied Nederwiek (zuid) volledig aan het zicht worden onttrokken.

De obstakelverlichting die voorgeschreven wordt voor windturbines voor de vliegveiligheid[92], 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.

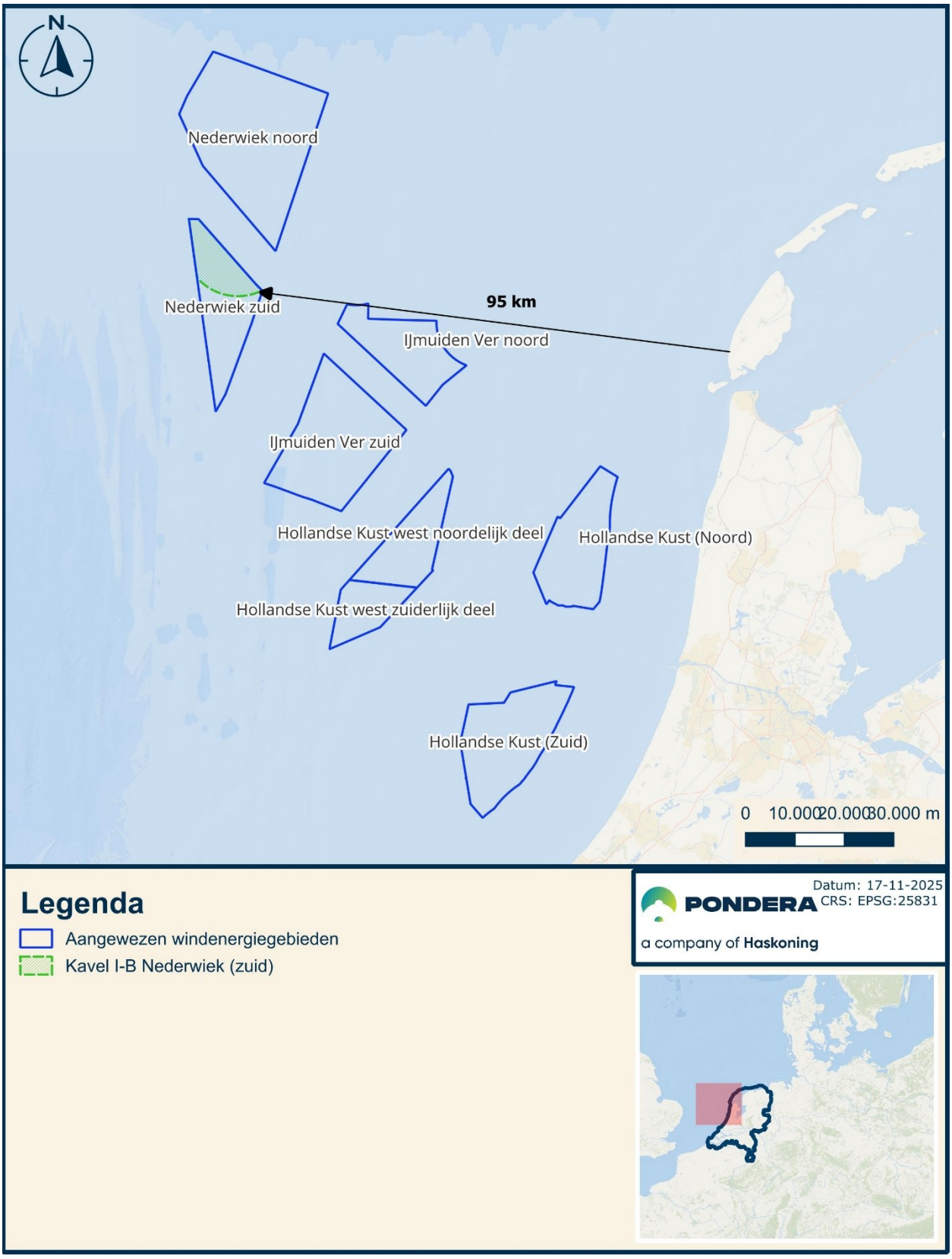
Theoretische zichtbaarheid wordt ook bepaald door de visus van het menselijke oog. Kavel I-B van Nederwiek (zuid) wordt al volledig van het zicht onttrokken door kimduiking, waardoor de visus geen invloed heeft op de theoretische zichtbaarheid. Ook andere eigenschappen van de windturbines dan de afmetingen, zoals kleur en materiaal zijn niet relevant als de windturbines niet theoretisch zichtbaar zijn. Deze aspecten wordt daarom niet verder behandeld.

Doordat kavel I-B niet zichtbaar is vanaf de Nederlandse kust, is het thema landschap neutraal (0) beoordeeld (zie Tabel 9-4).

[92] *Informatieblad aanduiding offshore windturbines en offshore windparken (2016)*

Tabel 9-4 Effectbeoordeling aspect landschap

Beoordelingscriterium	Beoordeling
Zichtbaarheid	0



Figuur 9-4 Kavel I-B Nederwiek (zuid) en minimale afstand tot de kust

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 zichtbaarheidsanalyses[93] 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. Op basis van zichtbaarheidsanalyses[93] 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.

Kavel I-B ligt op 95 kilometer afstand van de kust, en is daardoor niet zichtbaar. Er wordt daarom geen bijdrage aan de cumulatieve effecten verwacht door de exploitatie van een windpark in kavel I-B. 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.

[93] *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 windturbines en parkbekabeling.

In dit hoofdstuk, betreffende overige gebruiksfuncties, zijn de effecten voor onderstaande deelaspecten[94] 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 deelaspect beschreven wat de referentiesituatie is (huidige situatie en eventuele relevante autonome ontwikkelingen), hoe en wanneer er effecten optreden en welke beoordeling de alternatieven krijgen tijdens de exploitatie, 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 referentiesituatie, als ook de effectbeschrijving en -beoordeling op te nemen. Hiermee wordt de leesbaarheid van het hoofdstuk vergroot.

[94] *Sommige deelaspecten zijn strikt gezien geen 'gebruiksfunctie' zoals archeologie,cultuurhistorie. Voorliggend hoofdstuk worden ook overige aspecten beoordeeld die in de andere hoofdstukken geen 'plek' hebben.*

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 windturbine), 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 zoals 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.

Voor kavel I-B worden in dit MER vier (inrichtings)alternatieven onderzocht binnen de kavelgrenzen. In Hoofdstuk 4 (paragraaf 4.2.2) zijn de alternatieven beschreven. De alternatieven bestaan uit twee basisalternatieven (15MW en 20MW) en voor beide basisalternatieven is er een overplantingsscenario van 15%. In Tabel 10-1 zijn de alternatieven weergegeven.

Bij de beoordeling van effecten op de criteria die in voorliggend hoofdstuk worden beoordeeld wordt er aangegeven of er een verschil in effectbeoordeling is tussen de verschillende alternatieven. In die zin, wanneer relevant, wordt er aangeven of er een alternatief *worst-case* is bij de effectbeoordeling.

Tabel 10-1 Overzicht onderzochte alternatieven

Alternatief	Vermogen windturbine (MW)	Aantal windturbines	Indicatief totaal vermogen (MW)	Maximale rotordiameter (m)	Maximale ashoogte (m)
Alternatief 1a	15	67	1.005	236	261
Alternatief 1b (15%-overplanting)	15	76	1.140	236	261
Alternatief 2a	20	50	1.000	280	305
Alternatief 2b (15%-overplanting)	20	57	1.140	280	305

10.3 Beoordelingskader

Voor elk te onderzoeken onderwerp in het hoofdstuk overige gebruiksfuncties is minimaal één beoordelingscriterium opgesteld in Tabel 10-2. 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 10-2 Onderzochte onderwerp van het milieuaspect overige gebruiksfuncties en hun beoordelingscriteria.

Onderwerp	Beoordelingscriterium
Visserij	Beperkingen visserij
Mijnbouw	Beperkingen olie- en gaswinning
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart
	Interferentie helikopterverkeer
	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 (zeebodem en ondergrond) wordt het continentaal plat genoemd. De Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) komt grotendeels overeen met het Nederlandse Continentaal Plat (NCP).[95] Het heeft een oppervlakte van ongeveer 57.000 km^2 wat verdeeld is in blokken (A – T), die op hun beurt

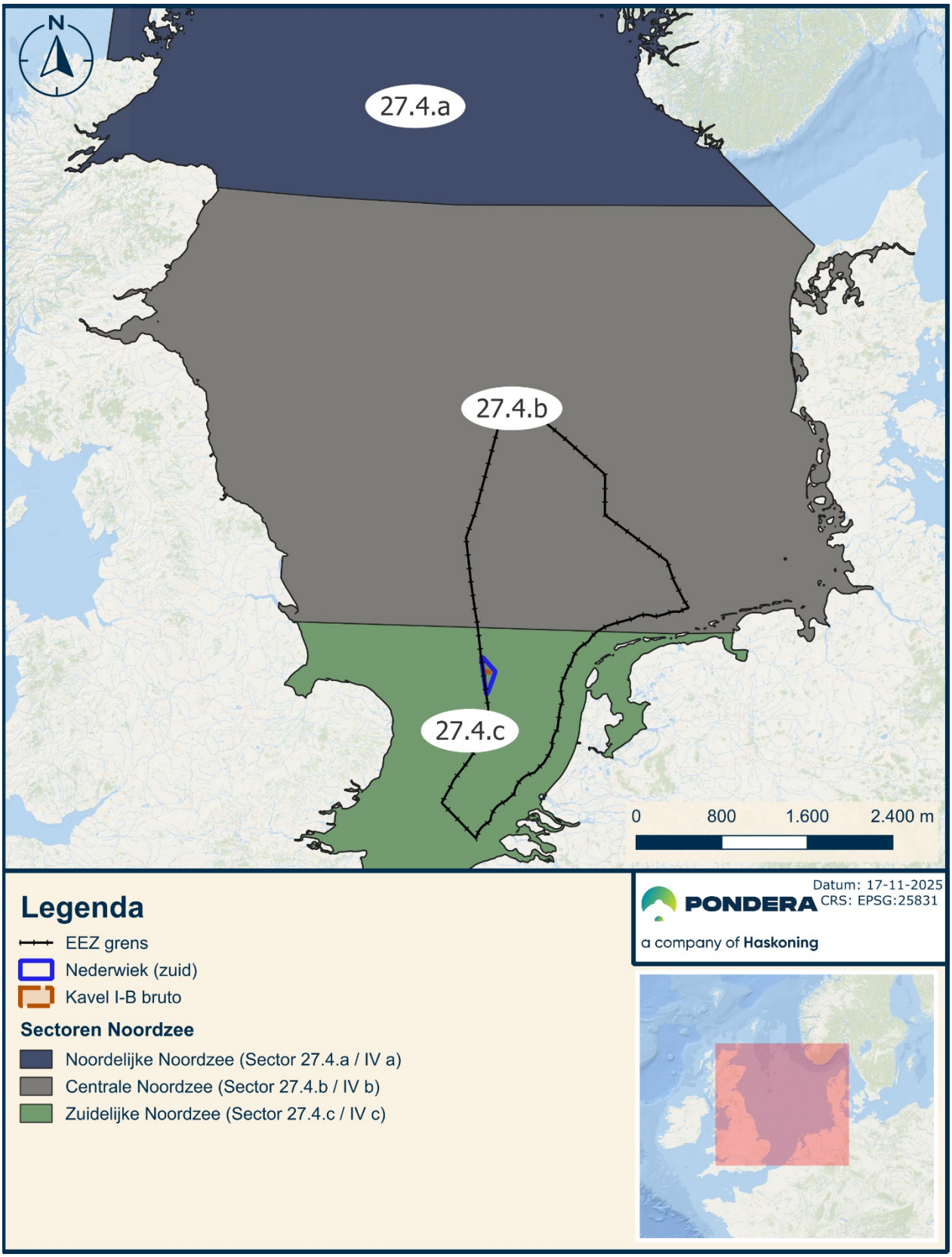
[95] *Het Nederlandse grondgebied staat niet gelijk aan de EEZ en het NCP. Binnen de EEZ heeft Nederland enkel soevereine rechten, o.a. ten aanzien van exploitatie van natuurlijke hulpbronnen. Zie ook: https://www.noordzeeloket.nl/beheer/maritieme-zones/*

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 handelsbenamingen Noordelijke, Centrale en Zuidelijke Noordzee.[96] Kavel I-B Nederwiek (zuid) ligt in de zuidelijke Noordzee (27.4.c).

Binnen de grenzen van het NCP zijn veel Nederlandse vissers actief. Het 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. Ook zijn er drie natuurgebieden gevrijwaard van bodemberoerende visserij. Het verbod op bodemberoerende visserij geldt voor de gebieden Friese Font, Centrale Oestergronden en Klaverbank (onder andere op basis van het VIBEG-akkoord[97]). Het kan hierbij gaan om het hele natuurgebied dat gevrijwaard is of om bepaalde delen van het natuurgebied. Binnen de 12-nautische mijlsgrens vanaf de kust 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.

[96] *Handelsbenamingen EU, Bron: https://fish-commercial-names.ec.europa.eu/fish-names/area_nl?code=27 (geraadpleegd juni 2022)*

[97] 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.

10.4.1.1 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 10-3 staat een overzicht van de voornaamste vistechnieken en doelsoorten van de verschillende Nederlandse visserijsectoren.

Tabel 10-3 Soorten visserijschepen en voornaamste vistuigen en doelsoorten.

Visserijsector	Type schip en vistuig	Doelsoort	Type visserij
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

10.4.1.2 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 bevist worden. Ook de mosselcultuur en oestervisserij zijn sterk locatie gebonden en vinden voornamelijk plaats in de kustgebieden, zoals de Waddenzee en de Oosterschelde.

Een ruimtelijke analyse van demersale visserijtypen[98] laat zien dat deze vissers specifieke visbestekken opzoeken en relatief intensief bevissen. Binnen deze visbestekken liggen leefgebieden die binnen de Noordzee relatief zeldzame bentische[99] habitats vormen en daardoor aantrekkelijk zijn voor demersale vissoorten. Het onderzoek geeft 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.

10.4.1.3 Nederlandse demersale visserij

De Nederlandse demersale visserij was in de periode van 2010 tot en met 2024, met een aanvoer van 959 miljoen kg, goed voor zo’n 17,9 % van de totale visaanvoer[100]. Met behulp van satelliet-positiegegevens van Nederlandse demersale vissersschepen is gekeken naar de verdeling van demersale visintensiteit over de Noordzee. Figuur 10-2 t/m Figuur 10-5 laten het gemiddeld aantal beviste km^2 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 van het Verenigd Koninkrijk, België, Duitsland en Denemarken.

De scholvisserij vist verspreid op zee en voornamelijk buiten het NCP, in het noordelijke deel van de Noordzee (Figuur 10-2). Er lijkt een voorkeur te zijn voor de toppen van zandgolven, die op de flanken van bijvoorbeeld de Doggersbank liggen. In kavel I-B Nederwiek (zuid) wordt niet significant op schol gevist.

Noorse kreeften worden actief bevist in de modderigste gebieden van de Noordzee, voornamelijk in de noordelijke (diepere) delen van de Noordzee. Deze gebieden liggen ver ten noorden van kavel I-B. Binnen kavel I-B 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 10-3.

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. Op de grens van kavel I-B ligt een hotspot voor tongvisserij. Zie Figuur 10-4.

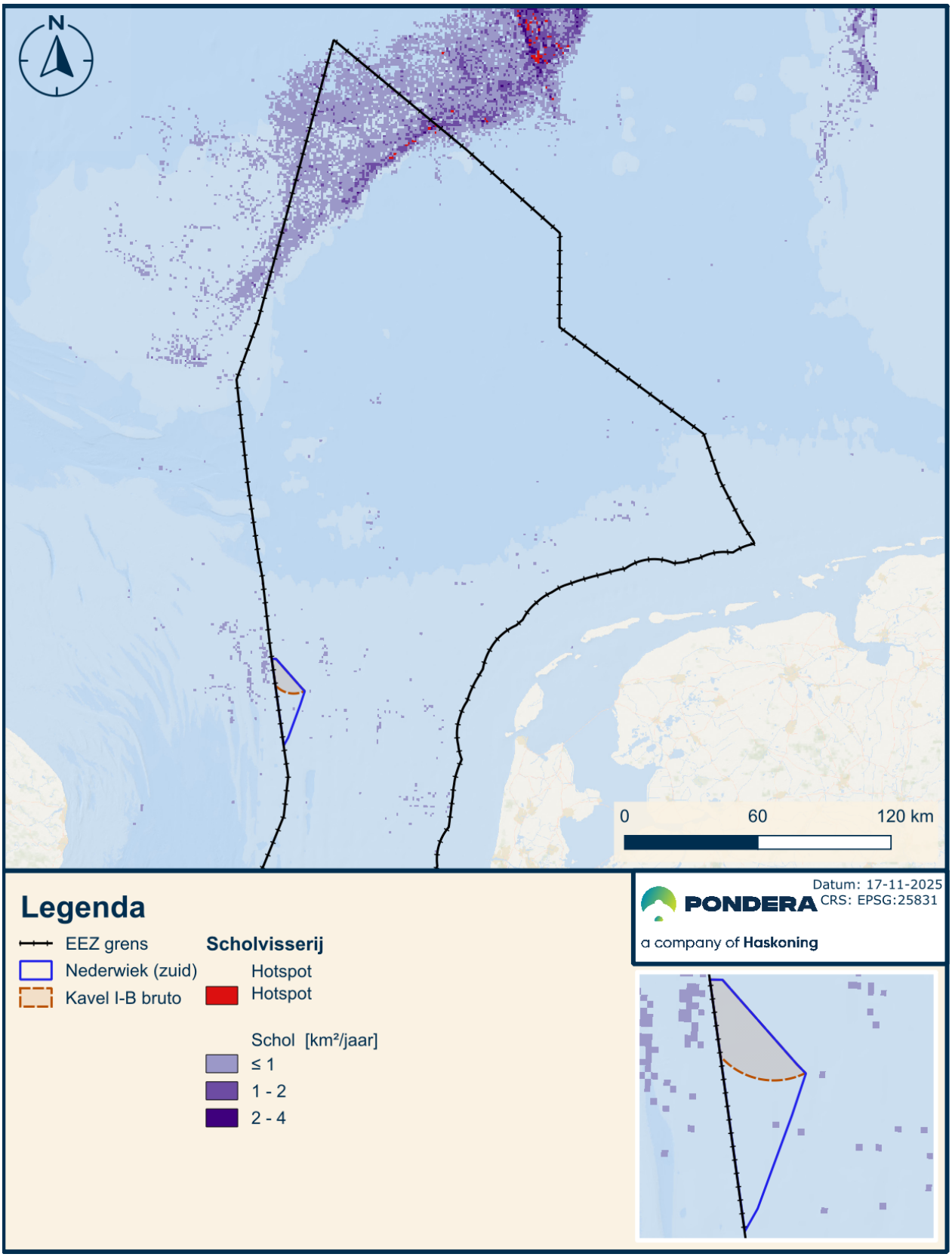
---

[98] 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

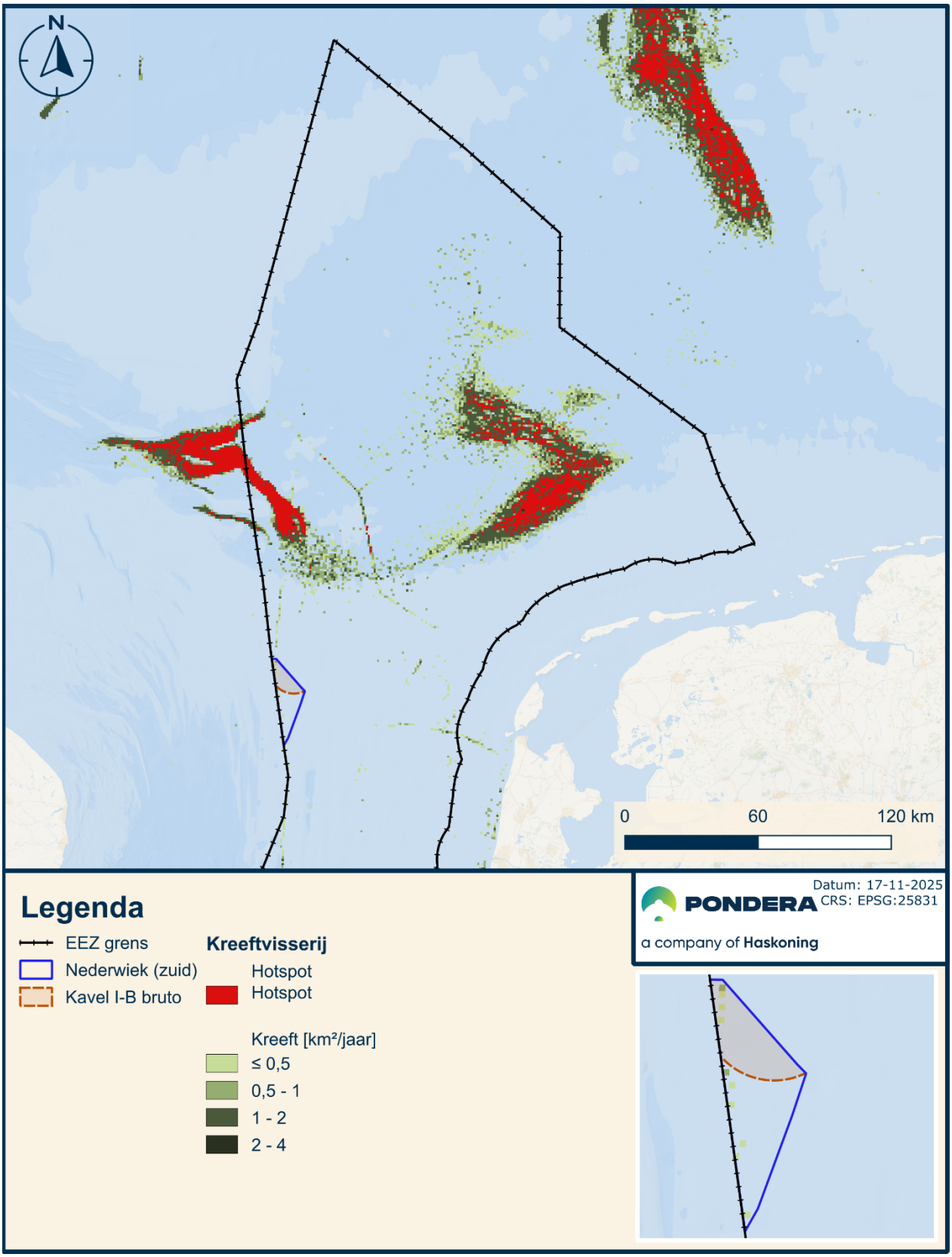
[99] Van ‘benthos’: een verzamelnaam voor alle organismen die op of rondom de bodem van wateren leven.

[100] https://agrimatie.nl/visserij/atotz/vaartuigen-en-aanvoer-in-de-visserij/#Soort_18638

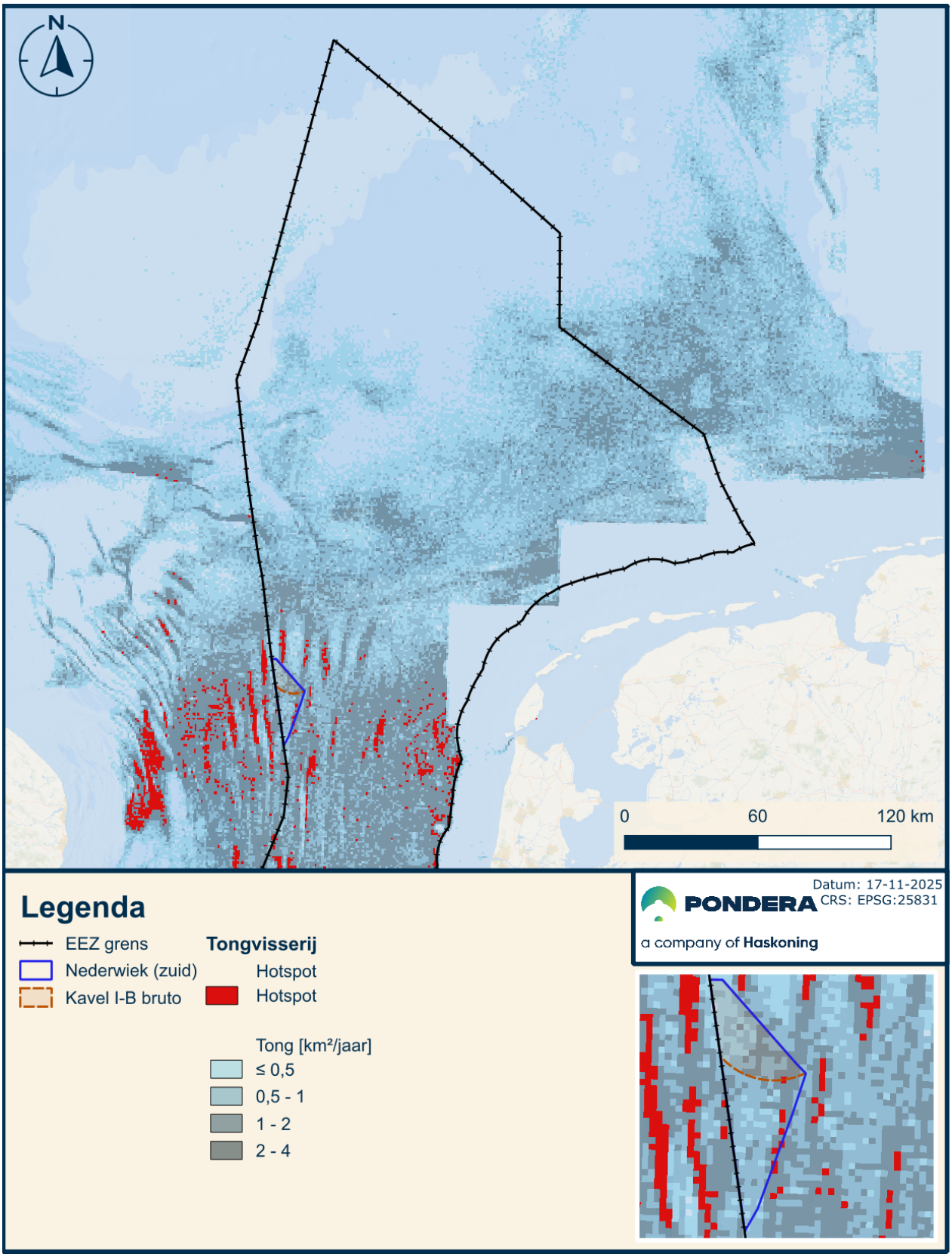
De overige demersale visactiviteiten (bijvoorbeeld op garnalen) concentreren zich vooral in gebieden langs de Nederlandse kust en in enkele gebieden verder op zee (Figuur 10-5). Deze specifieke voorkeuren zijn gekoppeld aan het voorkomen van de doelsoorten op deze locaties. Kavel I-B omvat slechts enkele versnipperde gebieden die licht intensief bevist worden door deze vissers.



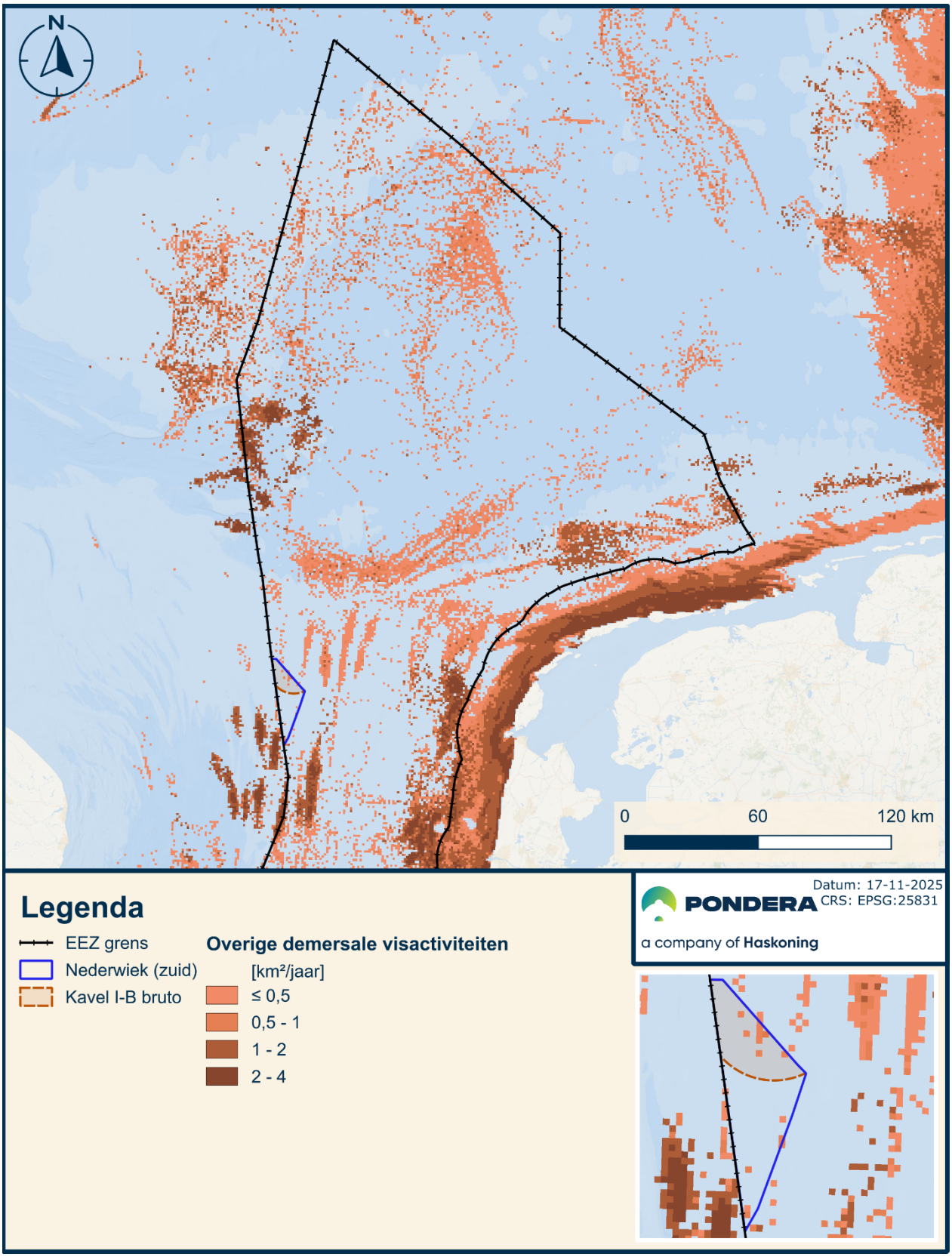
Figuur 10-2 Bevissingsintensiteit schol. Gemiddeld aantal beviste km² per jaar tussen 2008 tot en met 2015.[98]



Figuur 10-3 Bevissingsintensiteit kreeft. Gemiddeld aantal beviste km² per jaar tussen 2008 tot en met 2015.[98]



Figuur 10-4 Bevissingsintensiteit tong. Gemiddeld aantal beviste km² per jaar tussen 2008 tot en met 2015.[98]



Figuur 10-5 Bevissingsintensiteit overig demersale vis. Gemiddeld aantal beviste km² per jaar tussen 2008 tot en met 2015.[98]

10.4.1.4 Ontwikkeling Nederlandse visserijsector tot 2024

In Tabel 10-4 is de ontwikkeling van de Nederlandse vlootsamenstelling tussen 2009 en 2024 te zien. Het aantal actieve schepen is in deze periode gedaald met 24,6% van 666 in 2009 naar 502 in 2024.

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 2024. De grote zeevisserij groeide tussen 2020 en 2021, en blijft vanaf 2022 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 212 schepen in 2024. Dit is een relatieve afname van 30 %. De overige kleine zeevisserij nam met 26% in omvang af van 273 schepen in 2009 naar 218 in 2024.

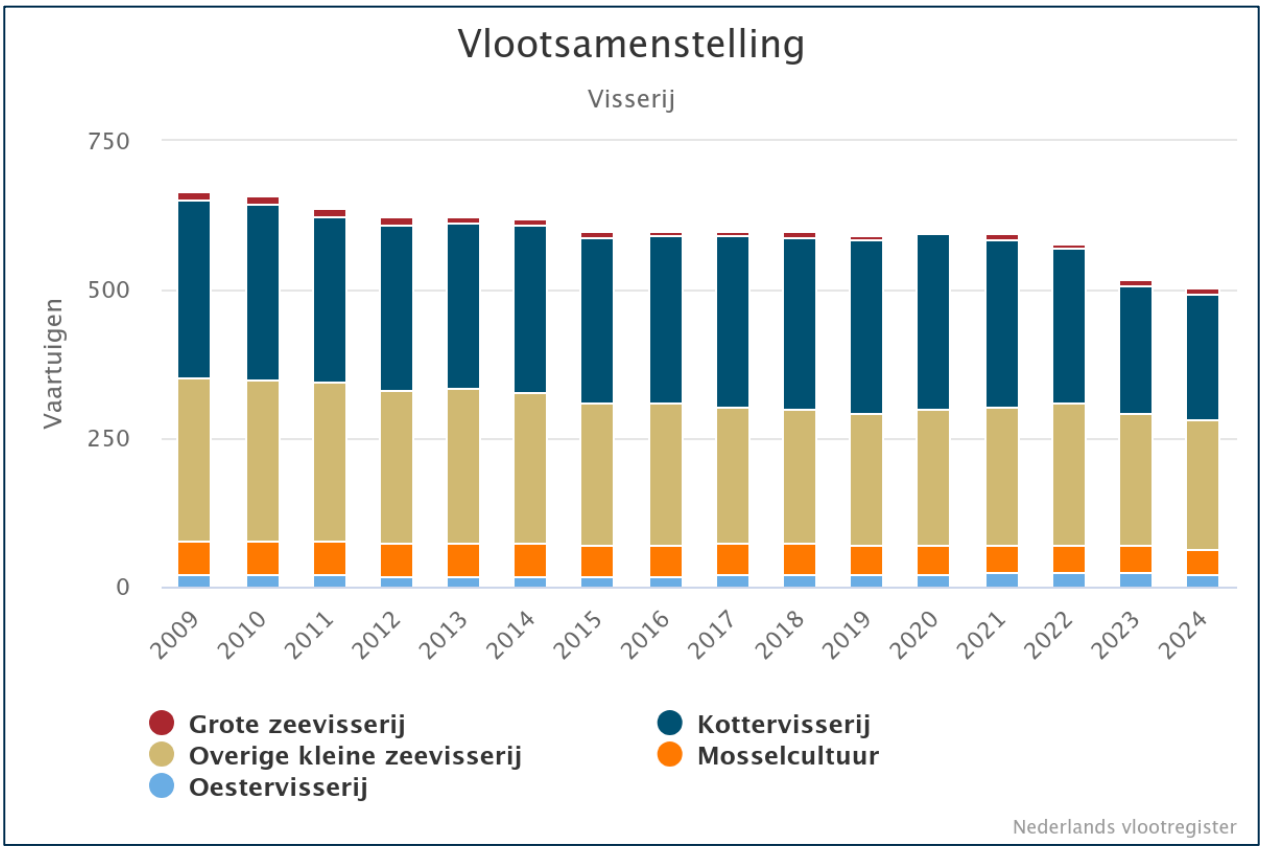
De omvang van de mosselvloot nam af met drie schepen en komt uit op 42 schepen in 2024. De oestersector kende een groei in 2022 maar de vloot is afgenomen in 2023 en 2024. Meerdere mosselkotters worden ook voor oestervisserij ingezet en vice versa. Dat verklaart grotendeels de toename van 19 naar 26 oesterschepen in de periode 2015-2020 en de vermindering van oesterschepen in 2023 en 2024.

In Figuur 10-7 en Figuur 10-8 is de aanvoer van de Nederlandse visserij in miljoenen kg weergegeven in de periode 2009-2021. De grote zeevisserij (pelagisch), die meerdere weken uit kan varen naar gebieden ver buiten het NCP, is in 2024 verantwoordelijk voor ongeveer 79% van de visaanvoer. De kottervisserij (demersaal) voor ongeveer 11%. Het overige deel bestaat uit aanvoer vanuit de schelpdiervisserij (mossels en oesters) en overige kleine zeevisserij.

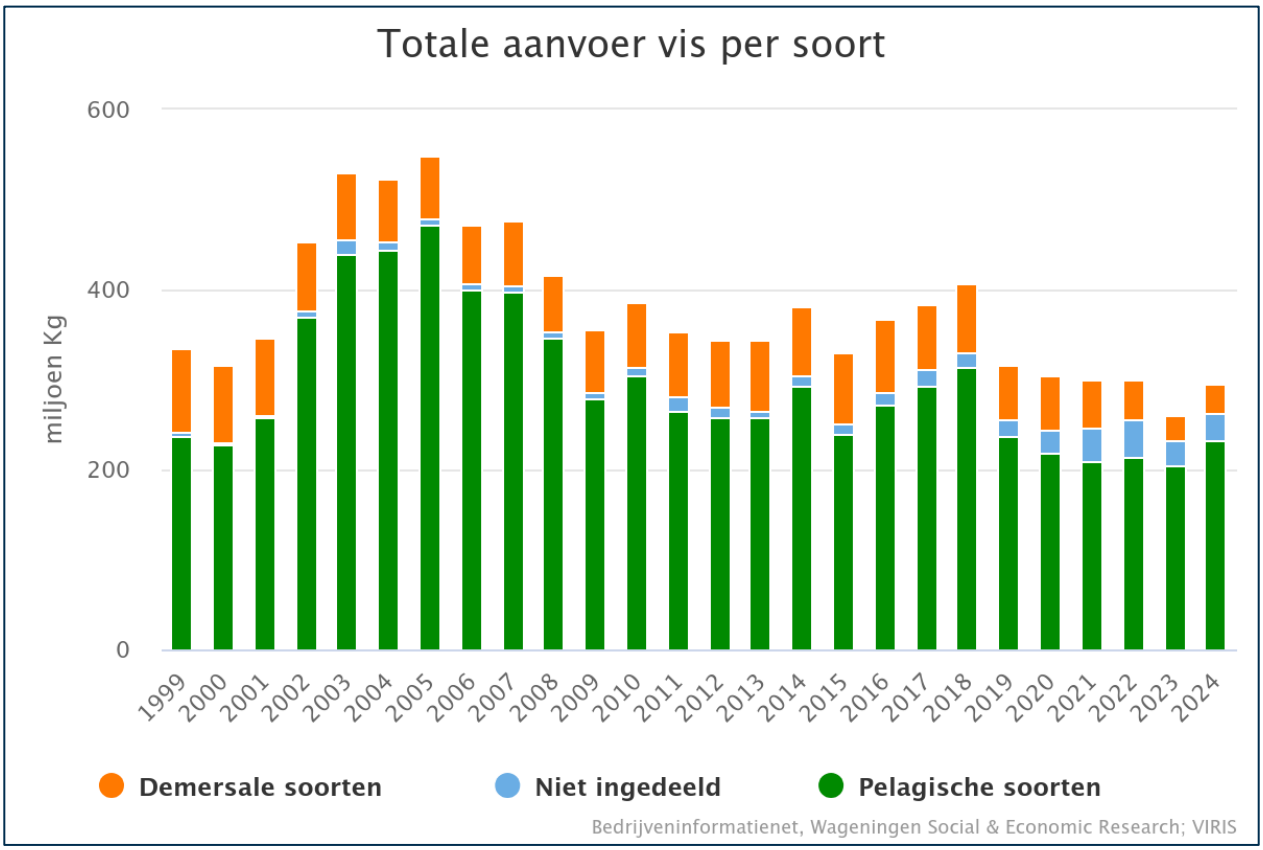
Tabel 10-4 Aantal actieve visbedrijven in de periode 2009-2024 voor geselecteerde jaren. Bron: Wageningen University (2024)

	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
2023	8	216	223	45	24	516
2024	8	212	218	42	22	502
Absoluut verschil 2009-2024	-6	-88	-55	-15	0	-164

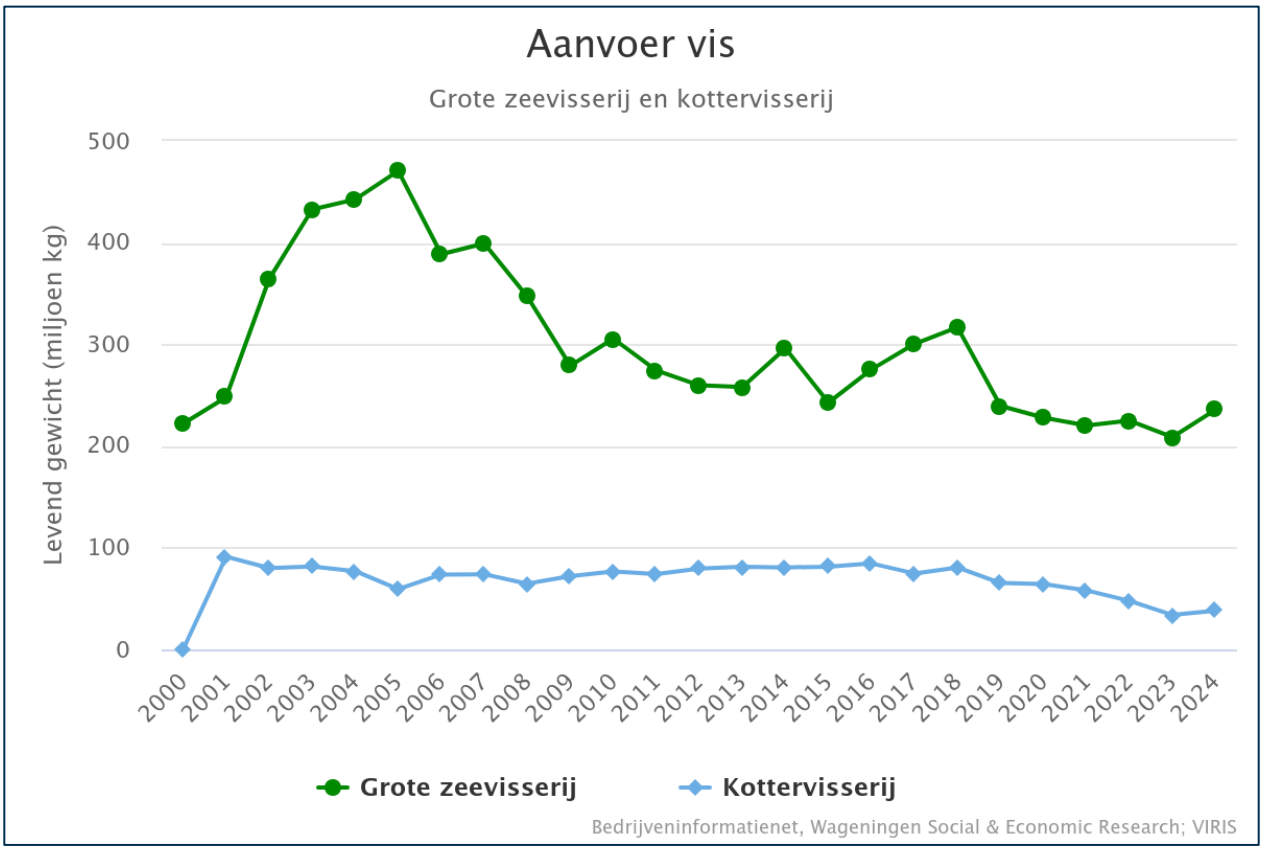
Absoluut verschil 2009-2024	-42,9 %	-30,3 %	-26,1 %	-20,1 %	0%	-24,6 %



Figuur 10-6 Nederlandse visserijvlootsamenstelling in de periode 2009-2024. (Bron: Wageningen University, 2024)



Figuur 10-7 Aanvoer van vissoorten (Bron: Wageningen University, 2024)



Figuur 10-8 Aanvoer (levend gewicht) Kottervisserij en Grote zeevisserij (Bron: Wageningen University, 2024)

Afname vangstvolumes

Sinds 2017 nemen de vangstvolumes van bijna alle commerciële doelsoorten in de Noordzee af. Tevens laten de cijfers (zie Tabel 10-4) 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 bijvangsten van over-quota vissoorten aangeland moeten worden, ingesteld ter bestrijding van discarden (teruggooien van bijvangsten). Bijvangst neemt visruim in en kost extra manuren voor de vangstverwerking, waardoor de netto-opbrengsten van visbedrijven onder de plicht kunnen lijden.

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 voor de Nederlandse visserij door een mogelijke sluiting van de Britse EEZ in 2025 (als deel van de Brexit-deal). Echter, in mei 2025 hebben de Europese Unie en Groot-Brittannië een twaalfjarig akkoord gesloten met betrekking tot de toegang van Britse wateren voor visserijactiviteiten. 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[101,102]. 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 verbieden[103]. Ruim een kwart van de totale Nederlandse vloot (84 schepen) maakte tot het verbod gebruik van deze vistechniek. Het verbod heeft in de jaren na 2021 grotere veranderingen in de kottervisserij veroorzaakt.

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 samengaan[104]. 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.[105] 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 blijven[106]. Tussen 17 maart en 2 mei 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 terechtkwamen. 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

[101] *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-brexit-adjustment-reserve-en-nationale-invulling, geraadpleegd in juni 2022*
[102] *Vissersbond, Ontwikkelingen sanering vanuit BAR, https://www.vissersbond.nl/ontwikkelingen-sanering-vanuit-bar/, geraadpleegd in juni 2022*
[103] *NU.nl. Europees hof houdt verbod pulsvissen overeind ondanks bezwaren Nederland. 15 april 2021. Geraadpleegd 31 maart 2023, via https://www.nu.nl/economie/6127831/europees-hof-houdt-verbod-pulsvissen-overeind-ondanks-bezwaren-nederland.html.*
[104] *Noordzeeoverleg. Informatie over het Noordzeeakkoord. Geraadpleegd 16 april 2023 via https://www.noordzeeoverleg.nl/noordzeeakkoord/default.aspx.*
[105] *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-oekraine-poetin*
[106] *Vissersbond, Brandstofprijscrisis kottervisserij, https://www.vissersbond.nl/brandstofprijscrisis-kottervisserij/, bron geraadpleegd in juni 2022*

aangemeld voor de saneringsregeling.[107] Van de in totaal 283 kottervisbedrijven in Nederland, visten er anno 2021 ruim 120 op vis.

In een persbericht[108] 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 saneringssubsidie[109]. 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 2022[110].

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 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 toekomst-bestendige, duurzame visserijsector. De transitie is belangrijk voor het voortbestaan van de sector. In de Nationale Omgevingsvisie 2020[111] 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 bijvangsten 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. Binnen toekomstige windparken wordt voortaan ook de mogelijkheid tot passieve visserij en maricultuur onderzocht.

10.4.2 Effectbeschrijving

10.4.2.1 Effecten tijdens de exploitatie

Waarde van windenergiegebieden voor de Nederlandse demersale visserij
In een onderzoek van Deetman et al.[112] uit 2020 is voor de op dat moment (anno 2020) bekende zoekgebieden voor windenergie na 2030 berekend wat de vangstvolumes, monetaire opbrengst, bruto

[107] *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/.*
[108] *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.*
[109] *In totaal kwamen 146 vsiserijschepen in aanmerking voor de regeling.*
[110] *CBS, Pompprijzen motorbrandstoffen; locatie tankstation, brandstofsoort. Gewijzigd 3-8-2023, geraadpleegd 18-8-2023 via https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/81567NED*
[111] *Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Nationale Omgevingsvisie, 2020.*
[112] *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*

toegevoegde waarde en visserij-inzet zijn. Tabel 10-5 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.[112] , 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 2019[113]. Deze data kunnen worden gebruikt om de waarde van Nederwiek (zuid) kavel I-B 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 homogeen[114] verdeeld is, zie kolom 'NW I-B' in Tabel 10-5. De waarde van kavel I-B voor de Nederlandse demersale visserij is ingeschat en weergegeven in Tabel 10-6.

Tabel 10-5 Karakteristieken van de onderzochte Noordzeegebieden in het 2019-onderzoek van Mol et al.[113] en het 2020-onderzoek van Deetman et al.[112], jaarlijks gemiddelde in de periode 2010-2017 (B tot TW) of 2010-2019 (NW en NWI). De onderzochte gebieden zijn de windenergiegebieden die op het moment van publiceren (2019) aangewezen waren in de 2030-Routekaart voor wind op zee.

Kenmerk	Borssele	Hollande Kust (noord)	Hollandse Kust (zuid)	IJmuiden Ver (Alpha en Beta)	Hollandse Kust (west)	Ten noorden van de Waddenzee	**Nederwiek**	**Nederwiek (zuid) kavel I-B**
Aanlanding in kg. per kW-dag[1)]	1,67	1,87	1,88	1,99	1,64	1,69	2,71	0,31
Opbrengst in € per kW-dag	7,86	7,47	7,59	6,89	6,02	6,57	5,43	0,63
Opbrengst in € per kg	4,72	4,00	4,03	3,46	3,67	3,90	2,00	0,23
Bruto toegevoegde waarde in mln. Euro	0,41	0,30	0,22	0,35	0,22	0,03	0,90	0,10
Bruto toegevoegde waarde per kW-dag	3,19	3,11	3,18	2,71	2,31	2,51	2,71	0,31
Bruto toegevoegde waarde per kg.	1,91	1,67	1,69	1,36	1,41	1,49	1,00	0,12
Gemiddelde inspanning in kW-dagen per km²	954	351	442	315	267	88	348	40
Gemiddelde aangelande kg per km² (vangst)	1590	656	831	628	438	149	942	109

Nederlandse visserij. (Rapport / Wageningen Economic Research; No. 2020-125). Wageningen Economic Research. https://doi.org/10.18174/536640

[113] 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.

[114] 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.

Gemiddelde opbrengst in € per km² (x €1000)	7,51	2,63	3,35	2,17	1,61	0,58	2,00	0,23
Gemiddelde bruto toegevoegde waarde per km² in €	3042	1094	1406	853	617	222	943	109

[1)] Een kW-dag is een maat voor de inzet van visvaartuigen. Het totaal aantal kW-dagen in een periode wordt berekend als het product van de totale motorvermogen van de ingezette vaartuigen (in kW) en de totaal gevaren tijd.

Tabel 10-6 Schatting van de waarde van Nederwiek (zuid) kavel I-B voor de Nederlandse demersale visserij in de periode 2010 – 2019, jaarlijks gemiddelde. Bron: Deetman et al.[112].

Eigenschap	Waarde
Gemiddelde inspanning per jaar (kW-dagen per jaar)[1)]	38.287
Gemiddelde aangelande vangst (kg per jaar)	103.705
Gemiddelde opbrengst (miljoen € per jaar)	0,21
Gemiddelde bruto toegevoegde waarde per jaar (miljoen € per jaar)	0,10

[1)] Een kW-dag is een maat voor de inzet van visvaartuigen. Het totaal aantal kW-dagen in een periode wordt berekend als het product van de totale motorvermogen van de ingezette vaartuigen (in kW) en de totaal gevaren tijd.

Vissen binnen windenergiegebieden

Het uitgangspunt van voorliggend MER is dat uitsluitend passieve visserij als vorm van medegebruik binnen windenergiegebied Nederwiek Zuid kan worden toegestaan. Bodemberoerende (actieve) visserij is conform huidig beleid niet toegestaan binnen dit windenergiegebied. 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 gevist, 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."

Voor passieve visserij geldt dat in windenergiegebieden dus niet gevist mag 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 gebiedssluitingen 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-visserijschepen kunnen minder ver en lang uitvaren op zee en hebben daardoor een kleiner areaal aan beschikbare visgronden dan pelagische visserijschepen.

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 visserijschepen met windturbines toeneemt. Het is nog onzeker of dergelijke visserijactiviteiten worden toegestaan in de toekomst. In dit MER worden de effecten van kavel I-B Nederwiek (zuid) in cumulatie beoordeeld met autonome ontwikkelingen maar niet met mogelijke en onzekere toekomstige ontwikkelingen. Bodemberoerende (actieve) visserij wordt in dit MER niet beschouwd, omdat deze activiteit op dit moment niet is toegestaan binnen het windenergiegebied Nederwiek Zuid. Indien actieve visserij in windparken op zee in de toekomst wordt toegestaan, 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 Ecorys[115] de kansen, risico's en kosten voor de demersale visserij onderzocht, wanneer visserij niet is toegestaan binnen windenergiegebieden van de oorspronkelijke Routekaart windenergie op zee. 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 Ecorys[115] 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.

[115] *Ecorys, Kansen, risico's en kosten voor de visserij bij toestaan sleepnetvisserij in windenergiegebieden Eindrapportage, Rotterdam, 30 juli 2019.*

10.4.2.2 Effectbeoordeling

Effecten tijdens de exploitatie

De totale oppervlakte van kavel Nederwiek I-B bedraagt 110,1 km^2. Dit betekent dat, gelet op het huidige beleid en gezien de grootte van het NCP (57.000 km^2), circa 0,19% van het NCP (aanvullend) onbereikbaar wordt voor visserij. Het totale bevisbare oppervlak op het NCP is echter wel kleiner dan 57.000 km^2, 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 I-B ligt voor de demersale visserij een hotspot voor tongvisserij, op de kavelgrens. Op kreeft, schol of overige demersale vissoorten wordt niet significant gevist in de kavel.

Kijkend naar de locatieafhankelijkheid van individuele schepen die momenteel vissen binnen windenergiegebied Nederwiek, kan een windpark in kavel I-B in individuele gevallen een grotere beperking veroorzaken voor bepaalde type visserijschepen. Dit is te verwachten voor boomkorschepen en in mindere mate voor schepen uitgerust met flyshoottuigen.

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 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 kavel I-B 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 gebiedsafhankelijkheid 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. Wel geldt dat de effecten tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud tijdelijk zijn, terwijl de effecten tijdens de exploitatie permanent optreden. 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 of voorkomens voor opslag van CO_2 worden seismische onderzoeken uitgevoerd om de kansrijke locaties te bepalen waar putten geboord kunnen worden. Om de velden vervolgens te ontsluiten, wordt er een mijnbouwplatform opgericht met daarop de juiste faciliteiten en een pijpleiding aangelegd. 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 (verlaten) 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

10.5.1.1 Mijnbouwfaciliteiten, velden en boorgaten

Figuur 10-9 laat de ligging van kavel I-B zien ten opzichte van mijnbouwfaciliteiten (zoals boorplatforms), olie- en gasvelden en boorgaten. Voor de gas- en olievelden wordt onderscheid gemaakt tussen producerende, niet-producerende en (tijdelijk) verlaten velden.

Uit de gegevens blijkt dat er binnen dekavel Nederwiek I-B één niet-producerend gasveld ligt, namelijk veld K16-5. Met “niet-producerend” wordt bedoeld dat in elk geval de komende 5 jaar er geen mijnactiviteiten zullen plaatsvinden. Bij dit gasveld is er geen mijnbouwwerken gebouwd om het aanwezige gas te ontginnen. Binnen kavel I-B zijn er tevens geen andere vormen van mijnbouwfaciliteiten aanwezig.

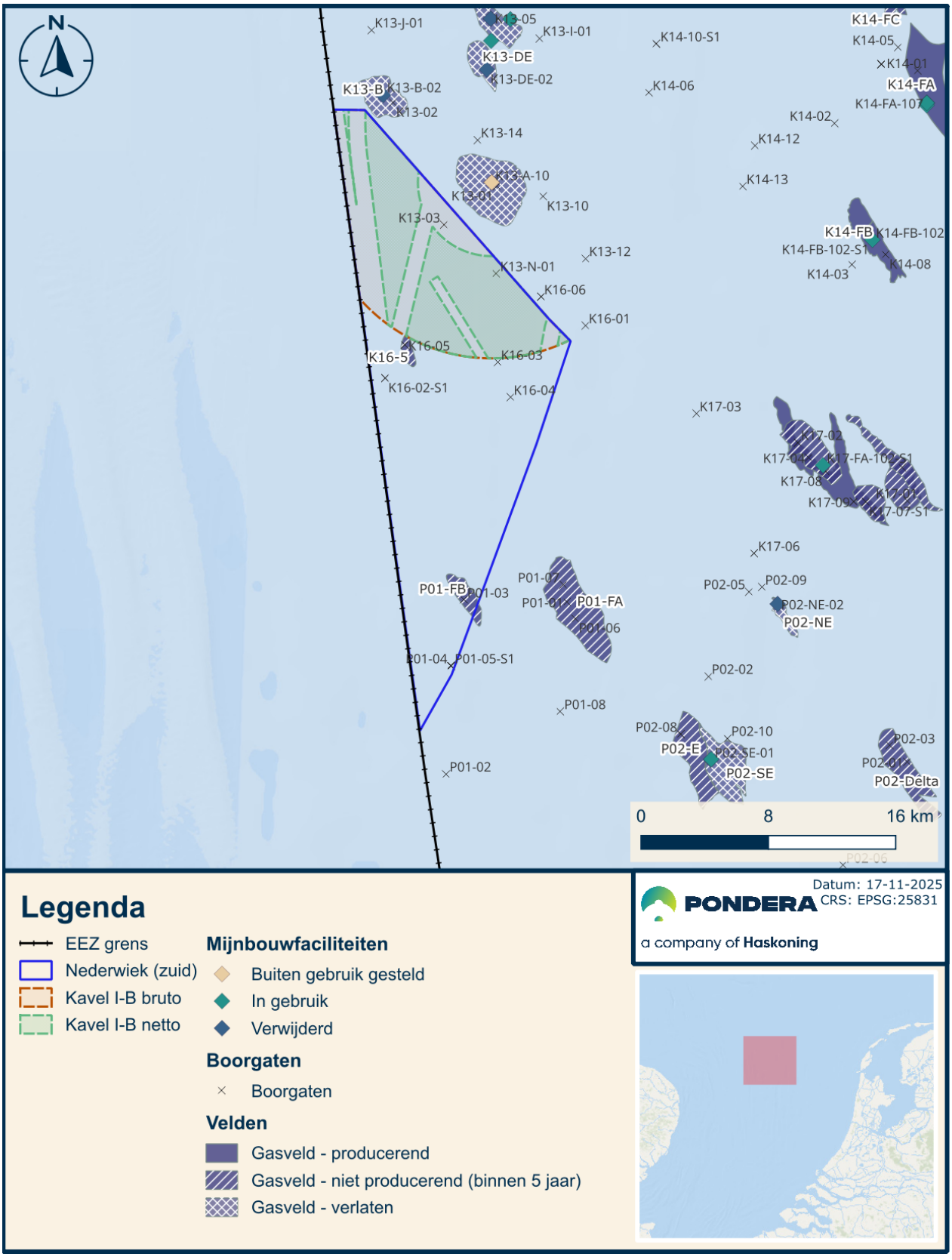
Op een aantal locaties in de kavel hebben er in het verleden boringen plaatsgevonden, waardoor nog boorgat(rest)en kunnen bestaan (zie Figuur 10-9). Twee van deze boringen zijn direct uitgevoerd in gasvelden P01-FB en K16-5. Zie Tabel 10-7 voor een overzicht van de boringen binnen kavel I-B. Tot slot is gasdoorvoerplatform K13-A gelegen direct ten noorden van kavel I-B.

Tabel 10-7 Overzicht van boorgaten binnen kavel I-B Nederwiek (zuid)

Boring identificatie	Begindatum boring	Einddatum boring	Vorm boortraject[116]	Reikdiepte (t.o.v. MSL[117])
K13-N-01	19-05-1980	19-06-1980	Gedevieerd	2,800 km
K13-03	03-10-1973	14-10-1973	Gedevieerd	1,701 km

Brondata: NLOG, update november 2025.

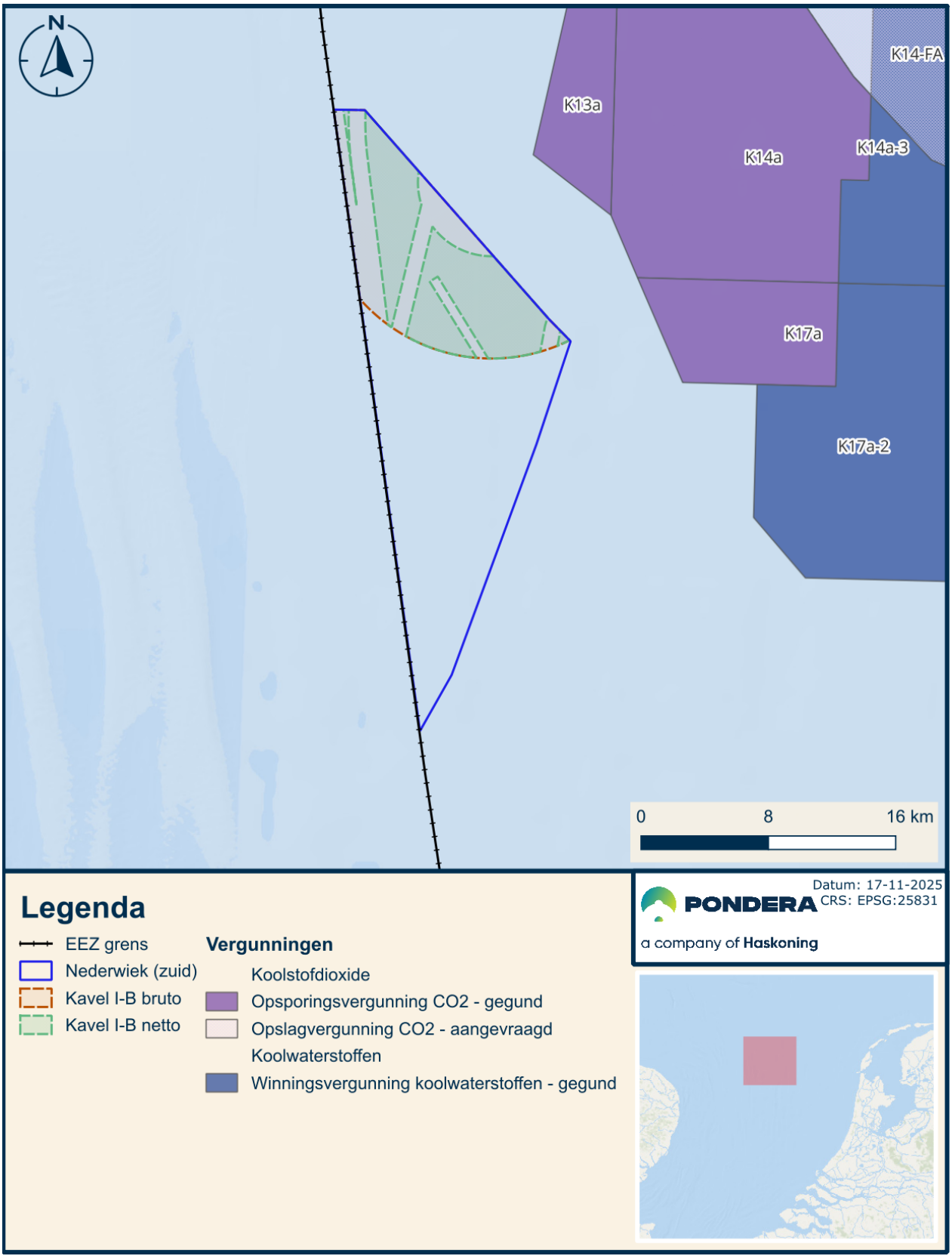
[116] *Bij een verticale boring wordt er direct (verticaal) naar beneden geboord, bij een gedevieerde boring vinden er horizontale uitwijkingen plaats.*
[117] *MSL = Mean Sea Level, het gemiddeld zeeniveau.*



Figuur 10-9 Mijnbouwfaciliteiten, velden en boorgaten in en rondom Nederwiek (zuid) kavel I-B. Brondata: NLOG, update november 2025.

10.5.1.2 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 of gas). Houders van opsporingsvergunningen doen door middel van één of meerdere proefboringen onderzoek naar de aanwezigheid van gas of olie in een gas- of olieveld of de geschiktheid van een voorkomen voor de opslag van CO_2. 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 de houder van de vergunning het alleenrecht om de (gevonden) delfstoffen te winnen. Uit gegevens van NLOG blijkt dat kavel I-B geen overlap heeft met gebieden waarvoor een winningsvergunning of opsporingsvergunning is afgegeven (zie Figuur 10-10).



Figuur 10-10 Mijnbouwvergunningen in de omgeving van kavel I-B van windenergiegebied Nederwiek (zuid). Brondata: NLOG, update november 2025

10.5.2 Effectbeschrijving

10.5.2.1 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 de grenzen van kavel I-B.

Ook mogelijke toekomstige mijnbouwactiviteiten zoals toekomstig transport van CO_2 van en naar een opslaglocatie kan wel door het windpark worden belemmerd. Een gasleiding kan lastiger door het park worden aangelegd vanwege de ruimtelijke impact van de onderhoudszone van een dergelijke gasleiding. Het 20 MW-alternatief heeft grotere tussenafstanden tussen de turbines en is daarom (gering) gunstiger dan het 15 MW-alternatief voor de plaatsing van mijnbouwinfrastructuur. 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.

10.5.2.2 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. De verwachting is dat de hinder slechts nihil is, omdat het platform K13-A hoofdzakelijk per helikopter wordt bereikt. Omgekeerd kan olie- en gaswinning ook van invloed zijn op de werkzaamheden tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud van het windpark.

Binnen kavel I-B liggen twee verlaten boorgaten. Er moet rekening worden gehouden met een mogelijke veranderde bodemstructuur wanneer windturbines 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 windturbine wordt geplaatst of wanneer de parkbekabeling wordt gelegd. Omdat de directe omgevingen van (afgesloten) boorputten in de kavelbesluitvoorschriften worden uitgezonderd van bodemberoerende activiteiten wordt het risico op nadelige interferentie tussen de boorputten en de aanleg van het windpark als nihil beoordeeld.
Voor de beoordeling geldt dat een windpark met 20 MW windturbines een geringer effect heeft op aanwezige of toekomstige mijnbouwinfrastructuur dan een park met 15 MW windturbines, maar dit is niet voldoende voor een onderscheidende beoordeling. Vanwege de aanwezige boorgatenworden de effecten tijdens aanleg, verwijdering en onderhoud voor alle alternatieven als licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Tabel 10-8 Samenvatting effectbeoordeling mijnbouw

Mijnbouw	Alternatief 1	Alternatief 1a	Alternatief 2	Alternatief 2a
Tijdens exploitatie	0	0	0	0

Tijdens aanleg, verwijdering en onderhoud	0/-	0/-	0/-	0/-

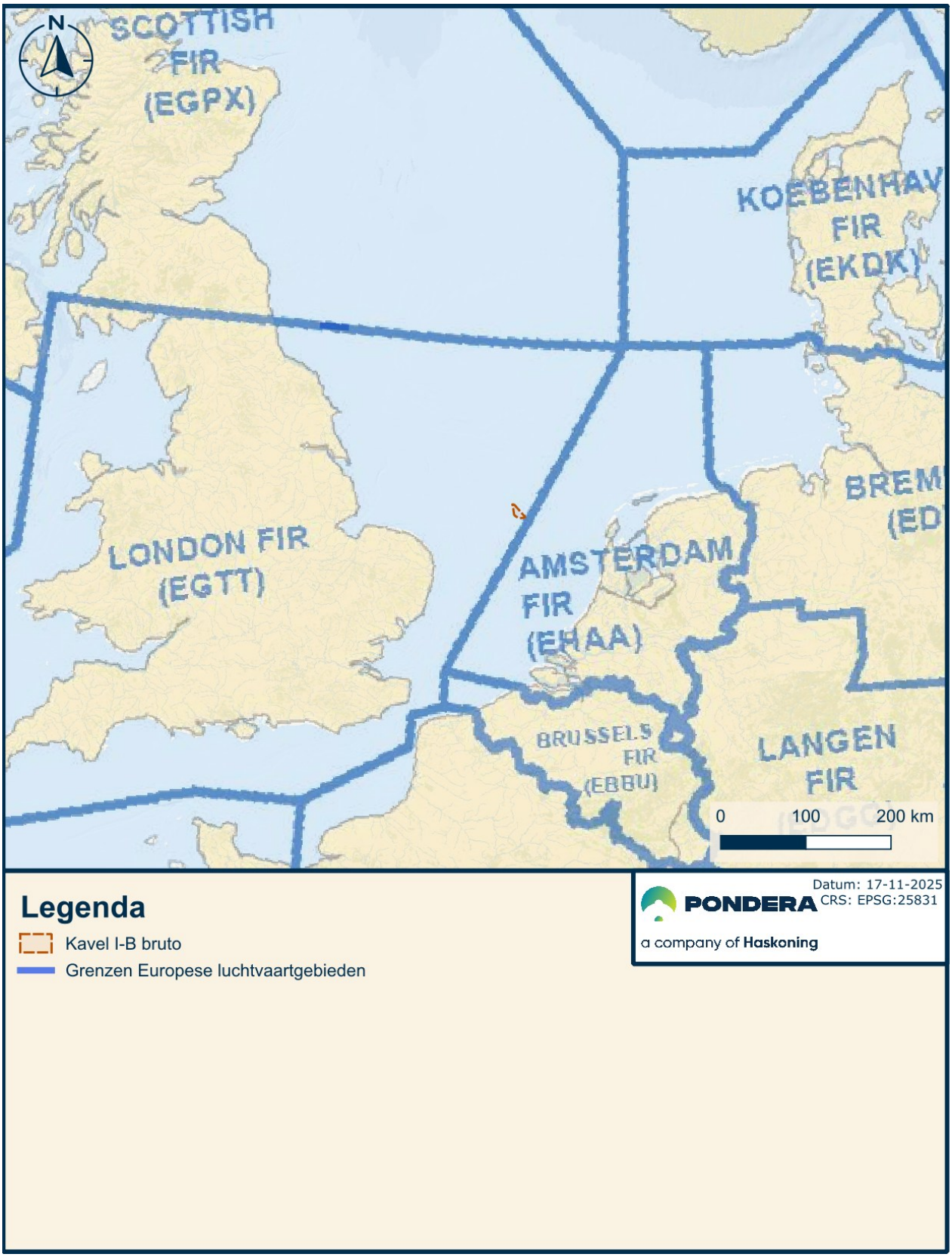
10.6 Luchtvaart

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 *airspaces* 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 10-11 toont de FIR in het luchtruim van noordwest Europa.



Figuur 10-11 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, waaronder kavel I-B, maakt echter deel uit van FIR London (ICAO-code: EGTT). Echter is de verantwoordelijkheid voor het bieden van luchtverkeersdiensten overgedragen aan Nederland. Luchtverkeersleiding Nederland biedt ook hier flight information en alerting service.

Het Nederlandse luchtruim (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 regels. Windenergiegebied Nederwiek valt onder de gecontroleerde luchtverkeersleidingsgebieden CTA[118] *North Sea* en CTA *Amsterdam West*. De ondergrens van de vlieghoogte in deze gebieden is 5.500 voet (circa 1676 meter). De bovengrens is 19.500 voet (circa 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 kaders kennen.

10.6.1.1 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)[119]. De verkeersleiding zorgt ervoor dat de luchtverkeersleiding aan de volgende kenmerken voldoet:

- controle: 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*;
- *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. 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.

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 1.000 voet (circa 305 meter) tussen het luchtvaartuig en het hoogste punt van het obstakel moet zijn.

---

[118] CTA staat voor 'Control Area', luchtverkeersruimte.
[119] Binnen de luchtruimindeling en luchtlagen wordt onderscheid gemaakt in vliegniveaus (in het Engels 'flight levels' (FL)). 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.

10.6.1.2 Helikopterverkeer

Door kavel I-B lopen de *Helicopter Main Routes* (HMRs) KY645 en KY646, zie Figuur 10-12. Binnen deze aanvliegroutes vliegen helikopters relatief laag boven de zeespiegel met een vlieghoogte van circa 610 tot 900 meter (2.000 tot 3.000 voet)[120]. 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 worden[121].

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).

Kavel I-B valt bijna in zijn geheel binnen HTZ K13-A, zie Figuur 10-12. Voor de verkaveling van kavel I-B is een afstand van 2,5 NM rondom het platform K13-A aangehouden. Het proefproject PinS is momenteel nog in uitvoering. Onder voorbehoud van een positieve veiligheidsbeoordeling van de Inspectie Leefomgeving en Transport lijkt de bereikbaarheid vergelijkbare uitkomsten te bieden als de bestaande vliegprocedures.

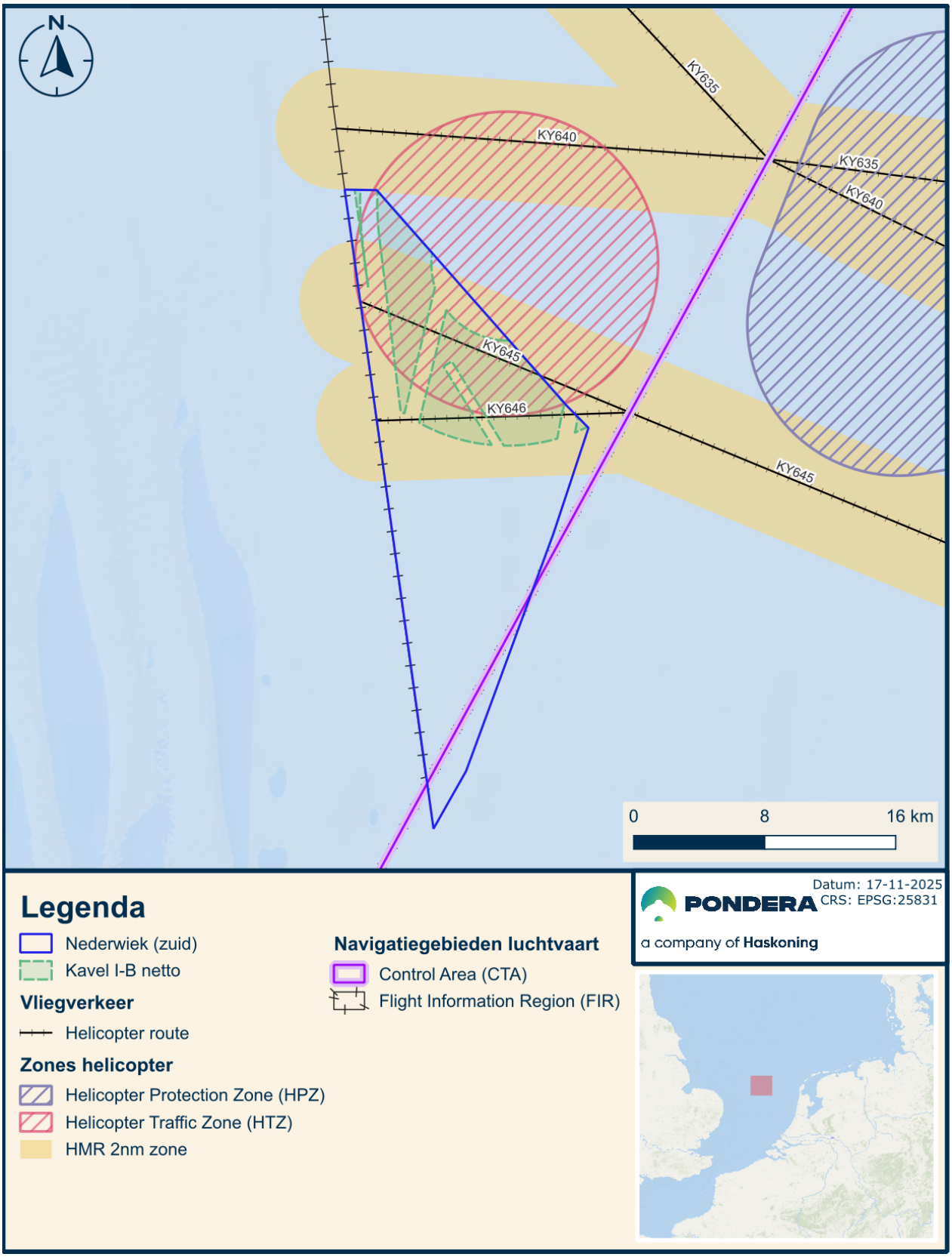
10.6.1.3 Vliegbewegingen van de kustwacht (SAR)

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 platforms. Deze vliegbewegingen mogen uitgevoerd worden op elke vlieghoogte tot 1.000 voet (circa 305 meter). 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.

10.6.1.4 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 kavel I-B zijn er geen militaire luchtvaartgebieden voor oefeningen aanwezig. Dit wordt verder behandeld in paragraaf 10.12.

[120] *Integrated Aeronautical Information Package (juli 2023)*
[121] *Luchtvaartgids, Integrated Aeronautical Information Package, onder ENR 2.2, sub 3.2.1 en sub 3.3.2.3*



Figuur 10-12 Luchtvaartnavigatiegebieden, helikopterroutes en HPZ/HTZ in de omgeving van Nederwiek (zuid) kavel I-B.

10.6.2 Effectbeschrijving

10.6.2.1 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 (circa 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-B van het windenergiegebied Nederwiek (zuid) lopen twee HMRs (KY645 en KY646) die de kavel doorkruisen. Binnen de 2 NM zone aan weerszijden van de HMR geldt een minimale vlieghoogte van circa 2.000 voet (circa 610 meter). Er is ook sprake van een separatie-eis van circa 1.000 voet (circa 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 windturbines 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 I-B 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 bereikbaarheid[122]. Deze studies tonen aan dat wanneer kavel I-B wordt gerealiseerd, het platform K13-A dusdanig minder vaak bereikt kan worden middels de nu gangbare vliegprocedures. 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 effecten op het helikopterverkeer worden negatief beoordeeld (effectbeoordeling: -), vanwege de helikopterbereikbaarheid en -veiligheid van platform K13-A.

Vliegbewegingen 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.[123] Tijdens dat onderzoek is 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:

[122] *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.*
[123] Brown, Offshore Wind Farm Helicopter Search and Rescue Trials Undertaken at the North Hoyle Wind Farm, 2005

- 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 windpark, wanneer de windturbines 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 windturbines 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 onderzocht[124]. 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 windturbines. 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.

10.6.2.2 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 windturbines. Vanaf de aanleg van het windpark worden windturbines ook uitgerust met obstakelverlichting conform de bepalingen van de *International Civil Aviation Organization (ICAO).* De eisen vanuit ICAO met betrekking tot obstakelverlichting en -markeringseisen ter bevordering van luchtvaartveiligheid zijn in Nederlands vertaald naar het ‘Informatieblad verlichting en markering offshore windturbines en offshore windparken’[125]. In deze richtlijn zijn verschillende opties voorgeschreven, met name retro-reflectieve en indirecte verlichting, waarbij de laatstgenoemde de voorkeur geniet.

[124] *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.*
[125] *file:///C:/Users/927736/Downloads/informatieblad-aanduiding-van-offshore-windturbines-en-offshore-windparken-stcrt-2025-6895.pdf*

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. In het Programma Noordzee is 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. Binnen het reserveringsgebied heeft zandwinning voor kustverdediging en ophoging voorrang op andere activiteiten. Hoewel grindwinning nauwelijks nog voorkomt[126], mogen zandwingebieden ook worden gebruikt voor grindwinning. In het plan-MER in het kader van de Partiële Herziening van Programma Noordzee is een uitbreiding van het voorkeursgebied voor zandwinning tot 14 nautische mijl uit de kust onderzocht. Op 20 maart 2026 is de Partiële Herziening vastgesteld met deze uitbreiding van het voorkeursgebied voor zandwinning.

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- & grindwininng gereserveerd gebied liggen. Het gaat dan om verlaten, proefwingebieden of zoekgebieden. Het dichtstbijzijnde winningsgebied ten opzichte van kavel I-B is het proefwingebied (P8A) op circa 51 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.

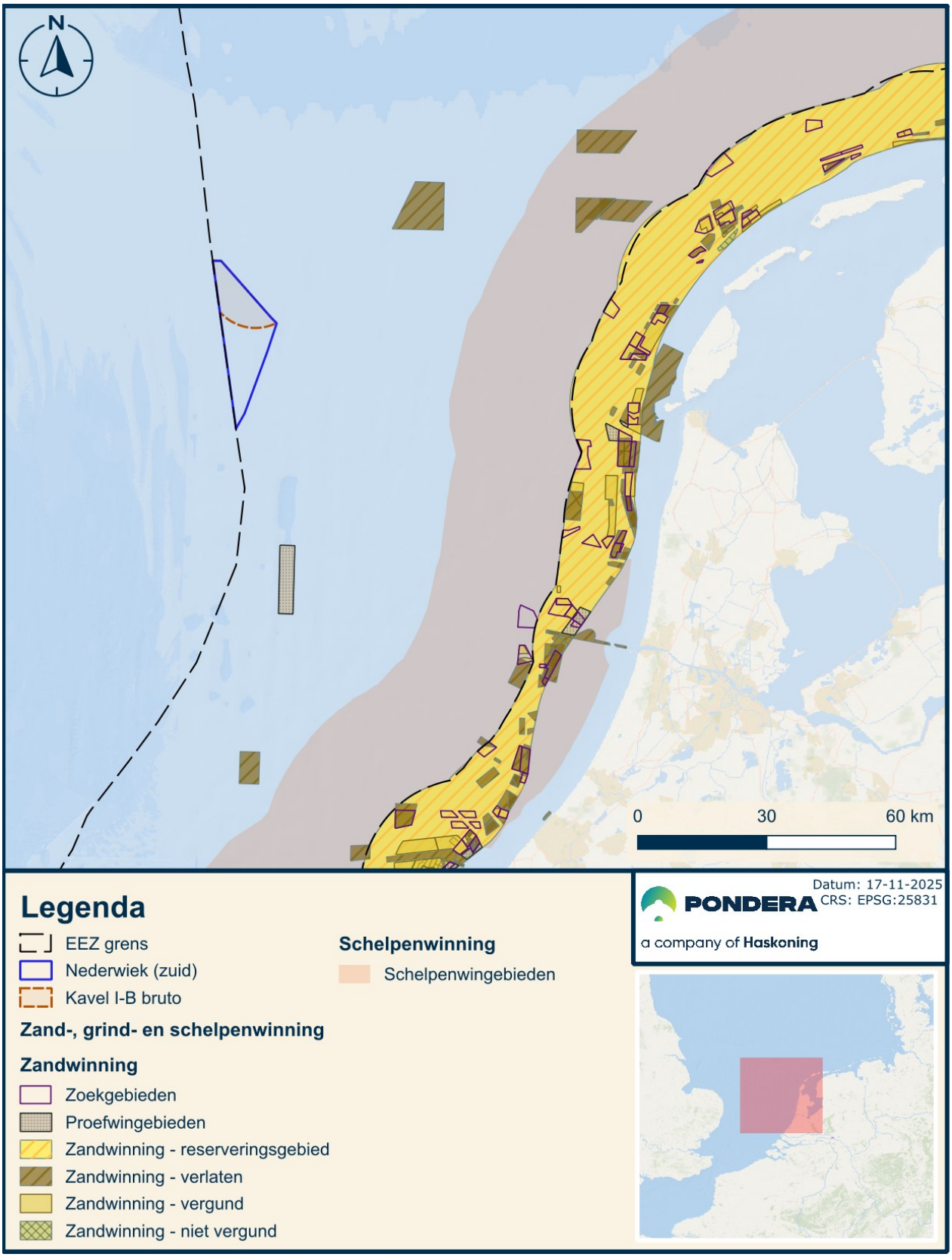
Schelpenwinning vindt zeewaarts vanaf de NAP-5m dieptelijn tot op de 24-nautische mijlsgrens plaats in hoeveelheden die in overeenstemming zijn met de natuurlijke aanwas.

De ligging van kavel I-B ten opzichte van de zand-, grind- en schelpenwingebieden is weergegeven in Figuur 10-13.

10.7.2 Effectbeschrijving

Kavel I-B 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.

[126] *Noordzeeloket, zand- en schelpdierwinning. Geraadpleegd 29-10-2023 via https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/zand-schelpdierwinning/*



Figuur 10-13 Ligging van zand-, grind- en schelpenwinningsgebieden en kavel I-B van windenergiegebied Nederwiek (zuid).

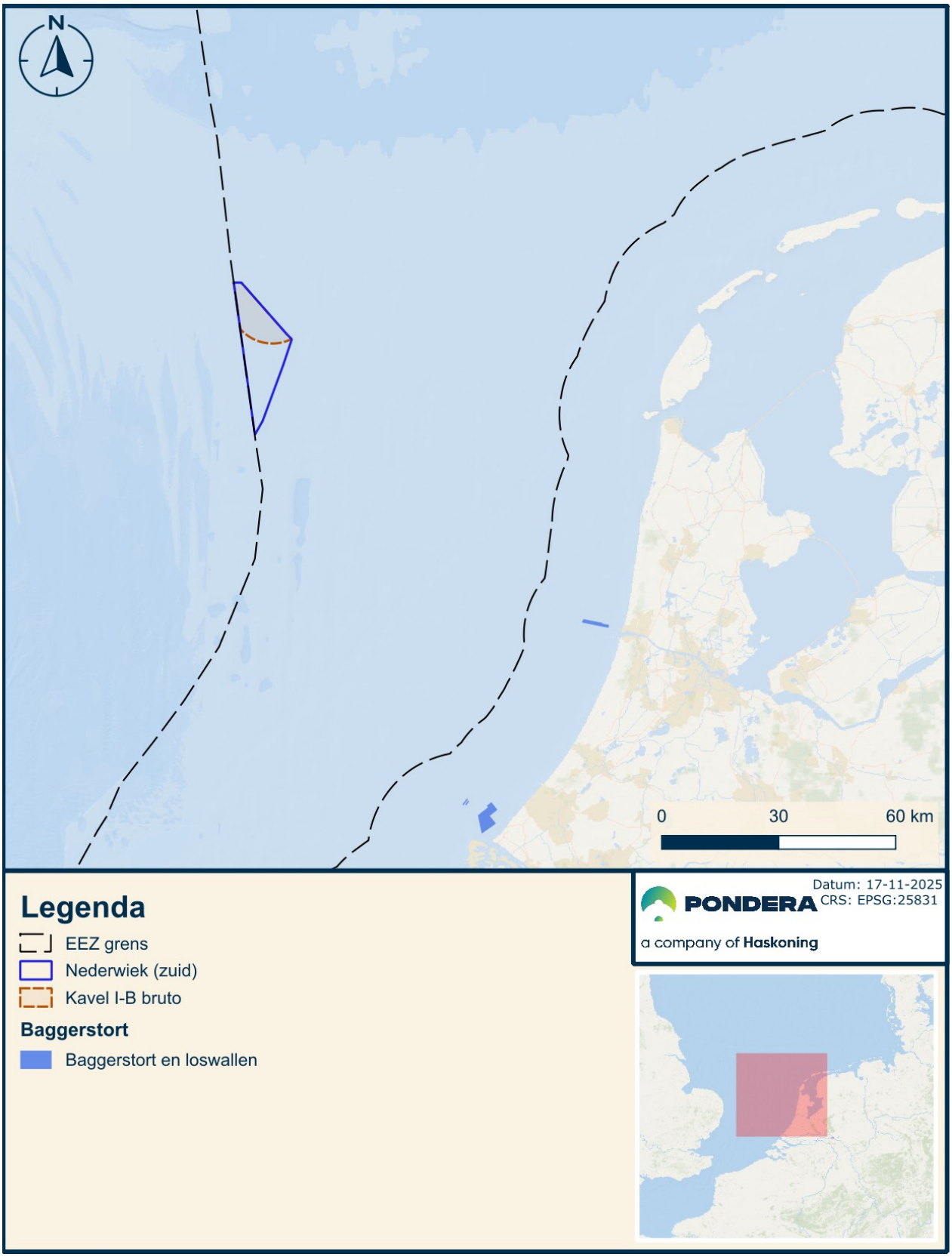
10.8 Baggerstort

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-B ligt op circa 104 kilometer van de dichtstbijzijnde baggerstortlocatie (zie Figuur 10-14).

10.8.2 Effectbeschrijving

Kavel I-B 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.



Figuur 10-14 Ligging van baggerstortgebieden en -putten en kavel I-B van windenergiegebied Nederwiek (zuid).

10.9 Scheeps-, wal- en luchtvaartradar

10.9.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

10.9.1.1 Scheepvaart- en walradar

Langs de Nederlandse kust staan verschillende radarposten, onder andere voor de kust bij Den Haag, IJmuiden en Den Helder (zie Figuur 10-15). 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. Kavel I-B 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.

10.9.1.2 Luchtvaartradar

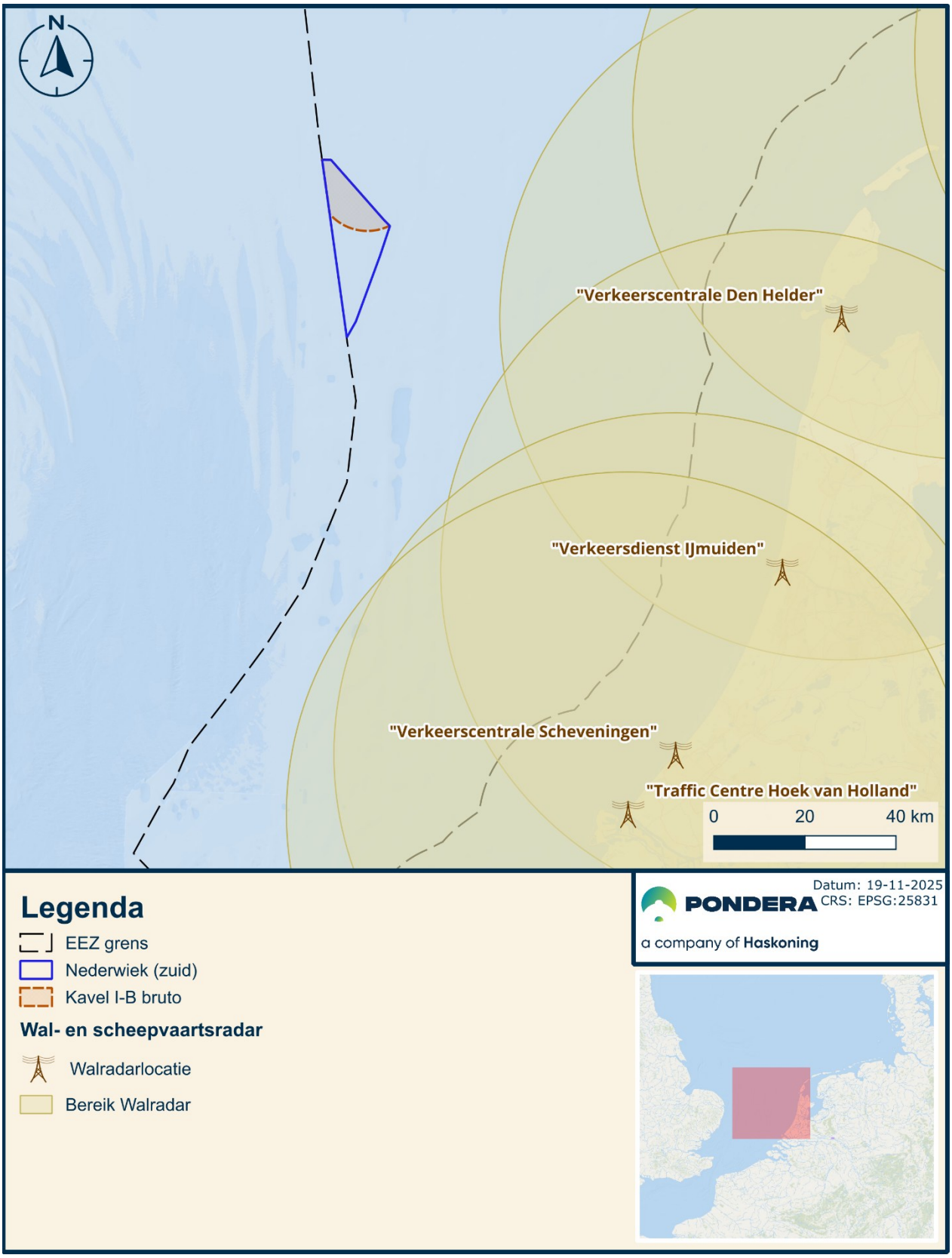
In Nederland staan verschillende militaire en civiele radarposten die dienen voor de vliegveiligheid en de nationale veiligheid. Windturbines en hoogbouw kunnen verstoring op de radar veroorzaken. Voor de zeven defensieradars geldt een toetsingsgebied voor nieuwe windenergieplannen vanaf een bepaalde 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 10-16 laat zien dat windenergiegebied Nederwiek ruim buiten de obstakelvlakken van luchthavens en de toetsingsvlakken voor navigatie- en communicatieapparatuur van LVNL ligt. De ontwikkeling van windparken in Nederwiek (zuid) en een effect op de radar- & communicatieapparatuur is, tijdens het opstellen van het MER voor kavel I Nederwiek (zuid), 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. Dit geldt ook voor kavel I-B.

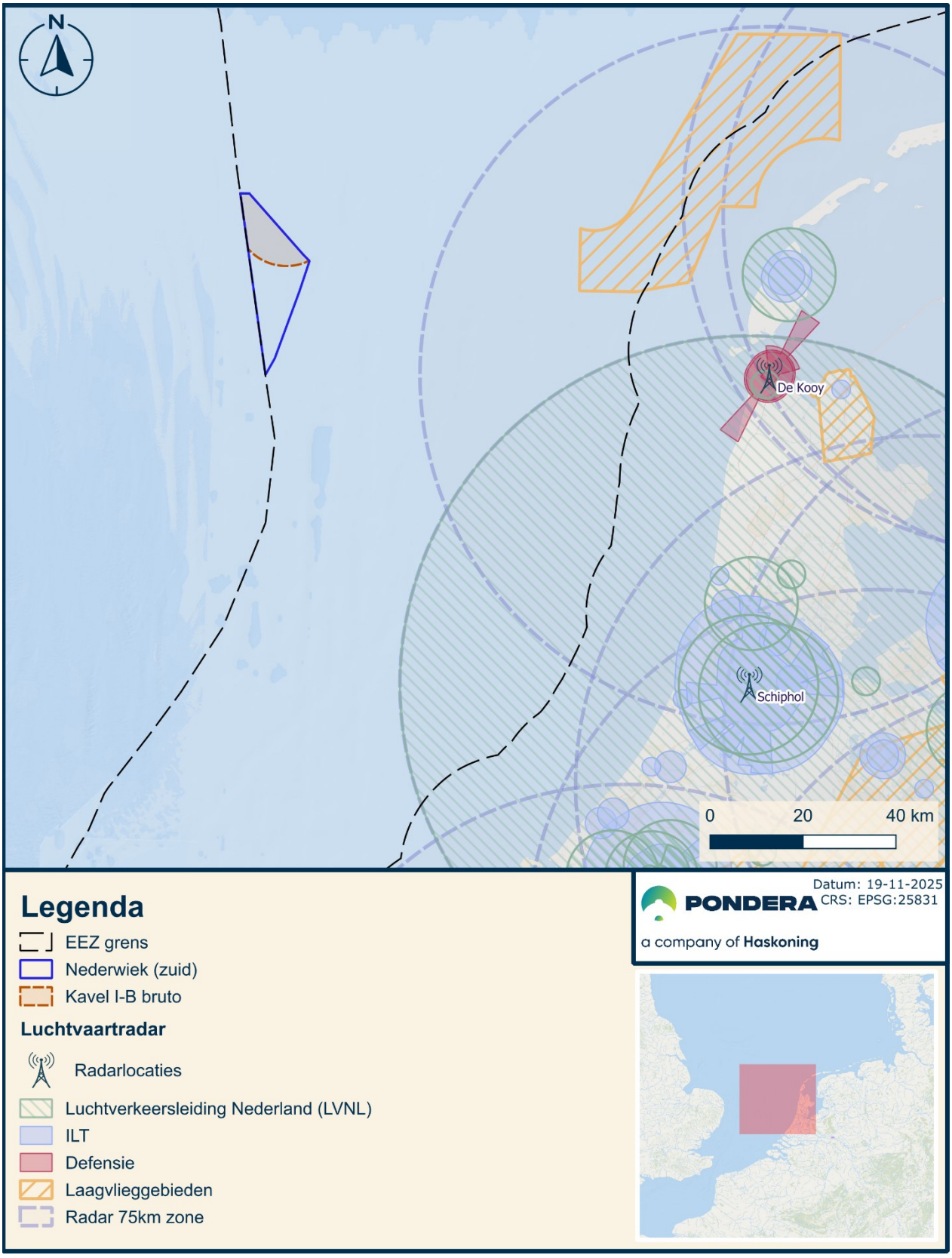
10.9.1.3 Overige meetapparatuur

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 kavel I-B Nederwiek (zuid) en Nederwiek (noord) (zie Figuur 10-9). 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 meter 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 10-15 Positionering en bereik van walradarsystemen en de ligging van kavel I-B van windenergiegebied Nederwiek (zuid).



Figuur 10-16 Luchtvaartradar en de ligging van kavel I-B van windenergiegebied Nederwiek (zuid).

10.9.2 Effectbeschrijving

10.9.2.1 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 hoofdlus 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 MARIN[127] 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 communicatieactiviteiten[128]:

- *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 windturbine 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;

[127] *MARIN, Veiligheidsstudie offshore windpark West Rijn; Nieuwe VSS bij Rotterdam, 2006, Rapport Nr. 20232.621 IAS*
[128] *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.*

- 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 windturbines produceren schaduwgebieden, waardoor andere windturbines 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. Kavel I-B ligt dermate ver uit de kust dat er geen significante invloed meer is op radarsystemen, aanloopgebieden en –routes, inclusief Vessel Traffic Service (VTS)-gebieden.

In het onderzoek van Howard en Brown[128] komt naar voren dat de hoogte van turbines radarresponsies veroorzaakt en zijluseffecten en dubbele of meervoudige reflecties kunnen veroorzaken. Windturbines 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 Holland[129] 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.

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-B, 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 erg beperkt, doordat aanvullende maatregelen zoals het instellen van een verlaagde ontvangstversterking, de veiligheidszone rondom windparken en het gebruik van AIS base-stations op de TenneT platforms en windturbines zorgen voor behoud van detecteerbaarheid van schepen. 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.

[129] *Radio Holland, Onderzoek naar radarverstoring door Prinses Amaliawindpark en Offshore Windpark Egmond aan Zee, Resultaten van de veldexperimenten in 2010 bij kalme zee, 2012*

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 helikopter[130]. 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 zijn[131].

Omdat platform K-13A relatief dichtbij kavel I-B 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 tiphoogte en tiplaagte verstoord zullen zijn.

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 verstorend effect hebben op de oceanografische metingen.

De effecten van het windpark op de LiDAR van K-13A worden negatief beoordeeld (-).

10.9.2.2 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

[130] *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.*
[131] *Cañadillas et al (2020), Offshore wind farm wake recovery: Airborne measurements and its representation in engineering models. Wind Energy, 23(5), 1-7.*

opgeroepen en gewaarschuwd. Zo nodig wordt ook de Kustwacht geïnformeerd. De effecten worden voor alle inrichtingsalternatieven als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Luchtvaartradar
Het windpark bevindt zich op aanzienlijke afstand tot de dichtstbijzijnde luchtvaartradar (101 kilometer tot radarsysteem De Kooy). Daarnaast is uit toetsing van de LVNL gebleken dat er geen effect wordt verwacht op radar- en communicatieapparatuur voor twee windparken (kavel I-A en I-B) in windenergiegebied Nederwiek (zuid). 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 verstorend 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 CO_2- of H_2-transport.

Het Programma Noordzee 2022-2027[132] 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 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.

[132] *Noordzeeloket, Beleid, Programma Noordzee 2022-2027. Geraadpleegd 26 mei 2023 via https://www.noordzeeloket.nl/beleid/programma-noordzee-2022-2027/*

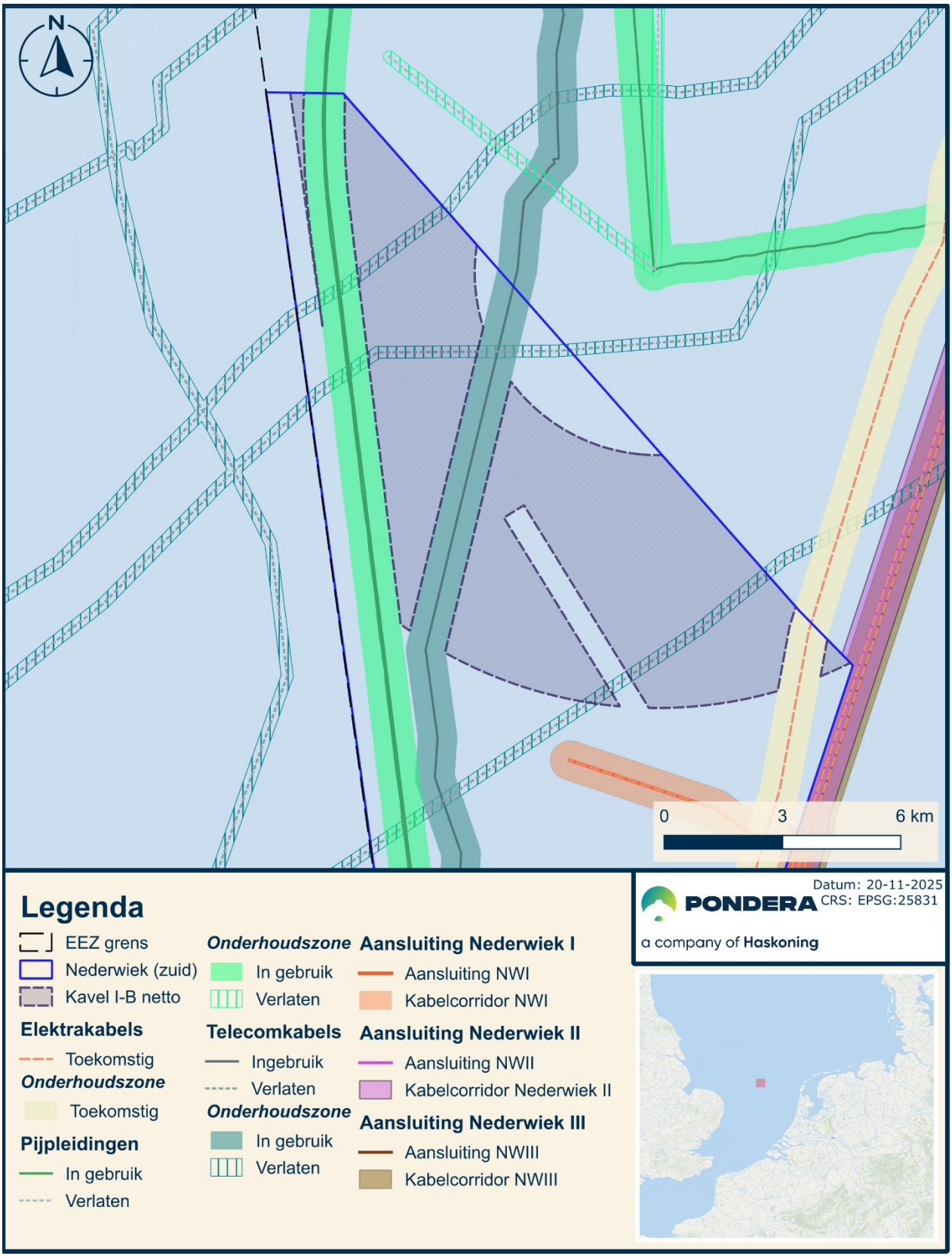
Ook rondom de parkbekabeling (*infield* kabels) van een windpark gelden op grond van het Programma Noordzee onderhoudszones. Deze worden echter niet in het kavelbesluit gereguleerd.
Uit onderzoek is gebleken dat voor het veilig kunnen uitvoeren van het onderhoud aan weerszijden van *infield* kabels een 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 Noordzee[132].

Status Soort	In gebruik (m)*
Elektrakabel	500
Telecomkabel	500
Pijpleiding	500
Parkbekabeling	250

* 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), voor zowel kavel I-A als kavel I-B. 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 begrenzing van kavel I-B. Figuur 10-17 toont de begrenzing van kavel I-B en de nabijgelegen kabels, leidingen en hun onderhoudszones.



Figuur 10-17 Kabels, leidingen en onderhoudszones en de ligging van kavel I-B windenergiegebied Nederwiek. Bron: RWS, update november 2025.

10.10.2 Effectbeschrijving

Tabel 10-10 toont de kabels en leidingen die direct in kavel I-B liggen of daar direct aan grenzen. Verdere naburige kabels, leidingen en – indien van toepassing - hun onderhoudszone liggen op meerdere kilometers afstand van kavel I-B (zie Figuur 10-17). In de netto begrenzing van kavel I-B 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 Figuur 10-17 (met uitzondering van de toekomstige NOZ-bekabeling voor de kavels van windenergiegebieden Nederwiek (zuid) en Nederwiek (noord). De effecten op aanwezige kabels en leidingen worden voor kavel I-B daarom beoordeeld als neutraal (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft hier geen invloed op.

Tabel 10-10 Kabels en leidingen in of direct aangrenzend aan kavel I-B 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	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 november 2025.

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 dwingende verplichting om bij ruimtelijke projecten straalpaden te ontzien. De eigenaar van een straalverbinding is zelf verantwoordelijk voor een goede verbinding. Wel dient ingevolge artikel 3 van de Wet windenergie op zee rekening te worden gehouden met belagen van derden, waaronder ook gevolgen voor straalpaden kunnen worden begrepen.

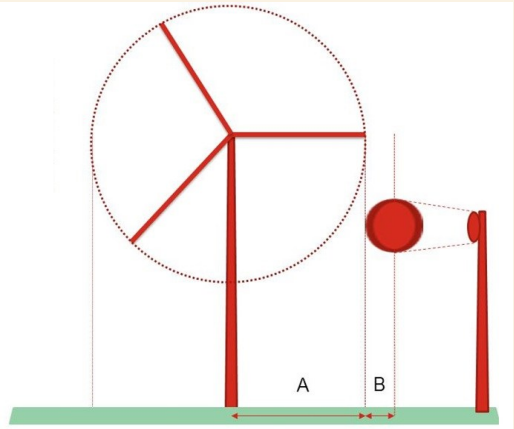
De routes van deze straalpaden worden zo gekozen dat er zo min mogelijk installaties in of nabij een straalpad staan, omdat die de signaaloverdracht kunnen verstoren of verzwakken. Een windturbine die in een straalpad staat, kan mogelijk negatieve effecten hebben op de telecommunicatie. Om te beoordelen of, en zo ja, welke effecten er mogelijk optreden, wordt het ‘toetsingscriterium straalverbindingen en windturbines’ van Rijksinspectie Digitale Infrastructuur (RDI)[133] 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.

[133] *Agentschap Telecom: toetsingscriterium straalverbindingen en windturbines’. Opgesteld in december 2017, gebaseerd op de ervaringen bij de ontwikkeling van windpark Wieringermeer.*

Kader 10.2 Straalpad Fresnelzone[133]

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.



A = halve rotordiameter windturbine (m)

$B = 8{,}66\sqrt{\frac{2D}{f}}$ (m)

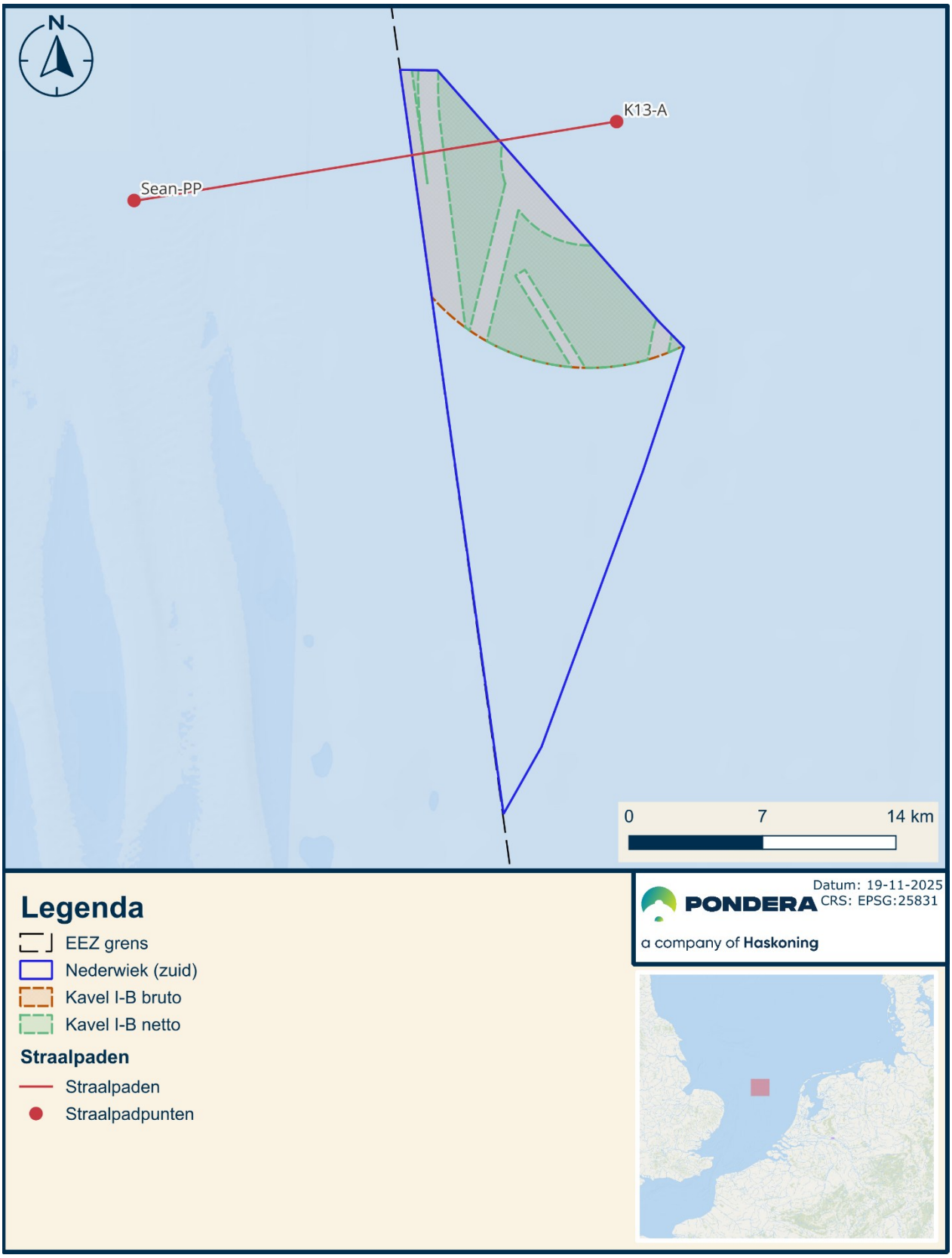
Waarbij:
f = frequentie (GHz)

D = straalpadlengte (km)

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 10-18 toont de positie van kavel I-B 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 K13-A zijn weergegeven in Figuur 10-18. Platform K8-FA-1 en K14-FA-1 zijn niet zichtbaar in Figuur 10-18. Platform K8-FA-1 ligt in Nederwiek (noord) en K14-GA-1 ligt ten oosten van Nederwiek (noord).)



Figuur 10-18 Posities van straalpaden rondom kavel I-B 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-B 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-B 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 tussen het platform SEAN-PP en K13-A doorkruist de kavel dwars. Er kan alleen een effect optreden op het straalpad tijdens de gebruiksfase van het windpark. De gebruiksfase van het windpark in kavel I-B 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 ergens in 2026 worden stopgezet en de verwijdering van het platform zal in 2029 worden afgerond[134]. Dit betekent dat er geen straalpad loopt door het windpark tijdens de gebruiksfase van het windpark. De effecten worden daarom als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

10.12 Militaire activiteiten en ontplofbare oorlogsresten

10.12.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

10.12.1.1 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-B ligt op grote afstand van defensiegebieden (zie Figuur 10-19). Het dichtstbijzijnde defensiegebied is laagvlieggebied EDH-41, op circa 30 km afstand[135]. In december 2025 heeft Defensie nieuwe gebieden aangewezen voor militaire doeleinden in het ‘Nationaal Programma Ruimte voor Defensie. Laagvlieggebied EDH-41 is een van de gebieden die mogelijkerwijs kan worden uitgebreid. Dit gaat slechts om een minimale uitbreiding en heeft geen gevolgen voor het windpark.

10.12.1.2 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- 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 OO in kaart te brengen is het hele windenergiegebied Nederwiek, zowel Nederwiek (noord) als Nederwiek (zuid), onderzocht.[136] 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 het hele windenergiegebied Nederwiek veelvoudig luchtaanvallen hebben plaatsgevonden en dat er in beide wereldoorlogen mijnenvelden in en rond het gebied zijn gelegd.

---

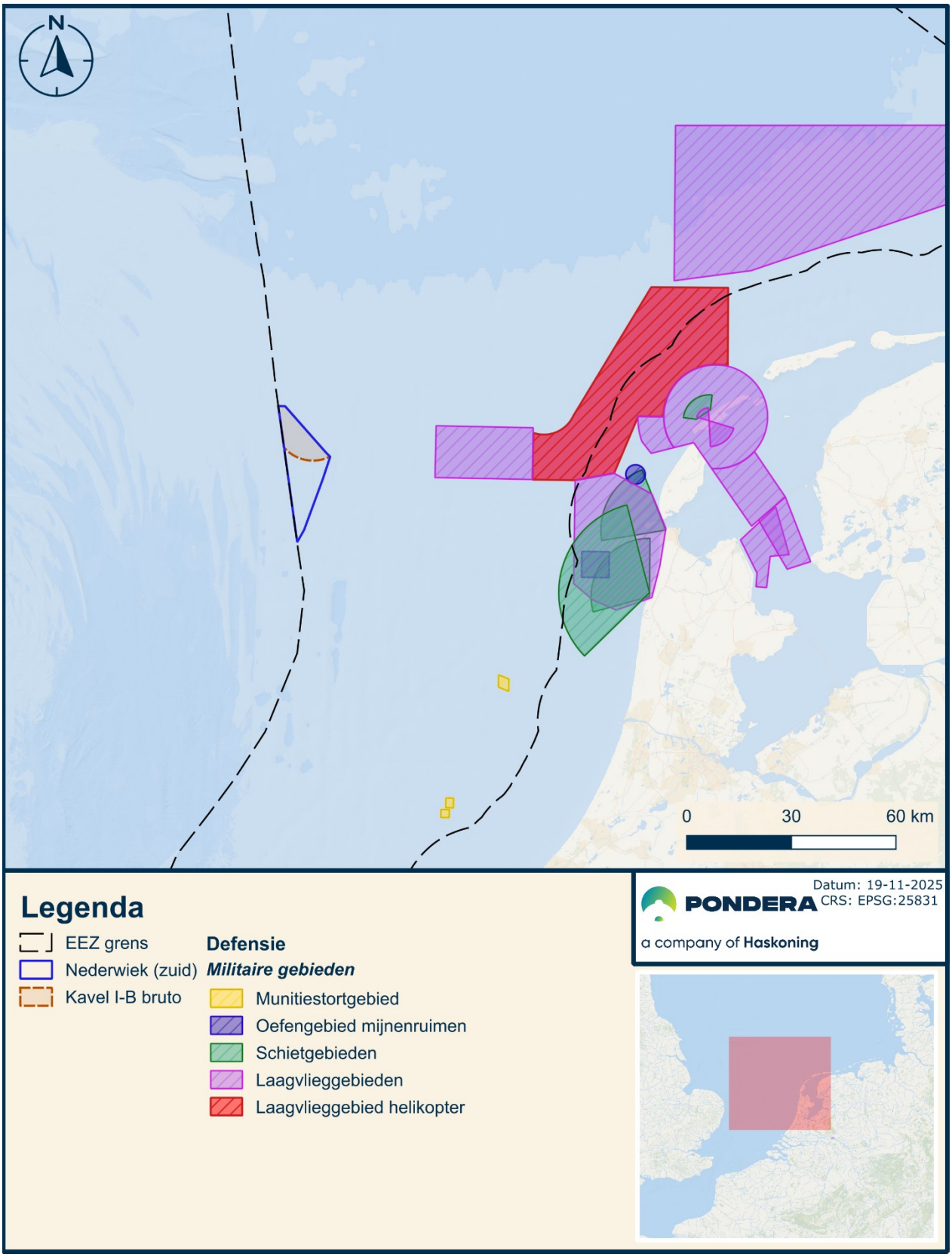
[134] Bron: https://www.offshore-technology.com/projects/sean-gas-field-decommissioning-north-sea-uk/ en https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1027935/Sean_DP.pdf https://nprd.inspraak.defensiedichtbij.nl/f/d35450e8-77b6-490a-829d-761e8d423c26?item=4a3f3cea-36ad-4841-8ff6-e189da95f922&name=Definitief%20Nationaal%20Programma%20Ruimte%20voor%20Defensie&download=false

[136] 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

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 tabel is afkomstig uit het MER van Nederwiek (zuid) kavel I[137], hierin zijn de resultaten voor heel Nederwiek (zuid) beschreven. Onder de tabel volgt een interpretatie van deze bevindingen specifiek voor kavel I-B gegeven. Figuur 10-20 toont de locatie van historische oorlogsactiviteiten of munitietreinen.

Tabel 10-11 geeft een overzicht weer van de aanwezigheidskans van verschillende OO voor windenergiegebied Nederwiek (zuid). Voor kavel I-B gelden gelijke verwachtingswaarden voor torpedo's en zeemijnen (WO I en WO II). Zowel in kavel I-B als in kavel I-A zijn vaartuigen met mogelijke torpedo's tot zinken gebracht tijdens de Eerste en Tweede Wereldoorlog (zie Figuur 10-20). De aanwezigheid van torpedo's wordt daarom ook aannemelijk geacht door het zinken van mogelijke met torpedo's uitgeruste schepen, en aanvallen op dergelijke vaartuigen. Voor kavel I-B geldt een vergelijkbare conclusie met betrekking tot de aanwezigheidskans van zeemijnen, als geschetst in Tabel 10-11 voor heel windenergiegebied Nederwiek (zuid). Binnen kavel I-B zijn gedurende de Tweede Wereldoorlog Britse en Duitse mijnenvelden aangelegd (zie Figuur 10-20). De aanwezigheid van mijnen(velden) en het plaatsvinden van mijnincidenten buiten de bekende mijnenvelden, leidt ertoe dat de kans op het treffen van mijnen waarschijnlijk is in kavel I-B. In tegenstelling tot heel winenergiegebied Nederwiek (zuid), blijkt uit bronmateriaal dat er binnen kavel I-B geen noodafworpen van geallieerde vliegtuigen heeft plaatsgevonden. Wel heeft er een luchtaanval plaatsgevonden net buiten de kavelgrens, ten zuiden van kavel I-B (zie Figuur 10-20).

[137] *https://www.rvo.nl/files/file/2025-05/Milieueffectrapport-Aangepast-WOZ-Nederwiek-Kavel-I-A_0.pdf*

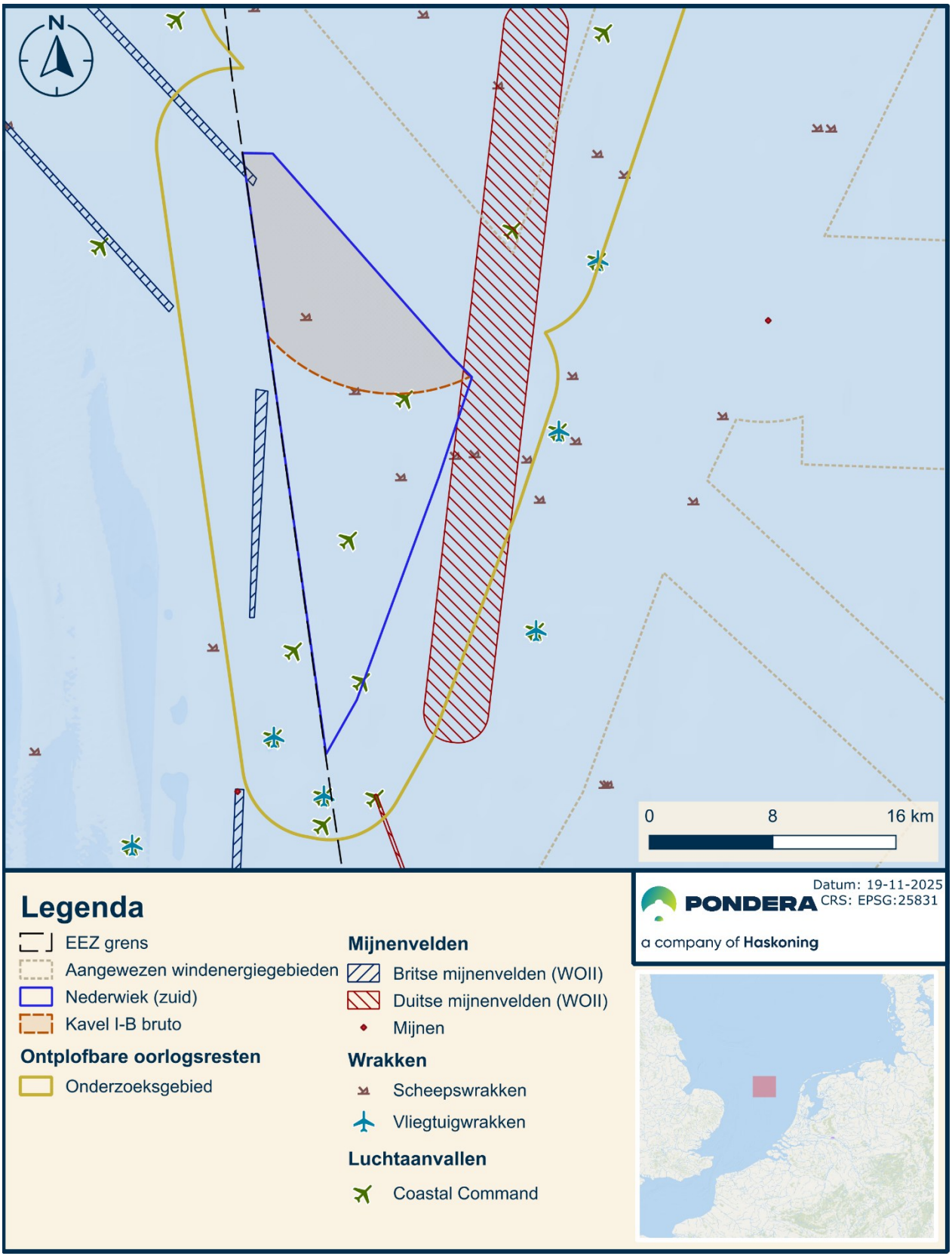


Figuur 10-19 Offshore defensiegebieden en de positie van kavel I-B van windenergiegebied Nederwiek (zuid).

Tabel 10-11 OO-soorten in en rondom het gehele windenergiegebied Nederwiek (zuid), waarvan de aanwezigheid op zijn minst aannemelijk is.[136]

OO-soort	Oordeel t.a.v. aanwezigheidskans	Opmerkingen uit het onderzoek (citaat)
Torpedo's	Aannemelijk	*"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."*
Zeemijnen (WO I)	Waarschijnlijk	*"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."
Zeemijnen (WO 2)	Waarschijnlijk	*"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 mijnenveegobstakels) 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 mijnveegobstakels, gelegd in de Tweede Wereldoorlog, waarschijnlijk is."*
Sub- en afwerpmunitie	Waarschijnlijk	*"Uit het bronnenmateriaal is gebleken dat gedurende de Tweede Wereldoorlog verschillende geallieerde luchtaanvallen hebben plaatsgevonden binnen het onderzoeksgebied. Daarnaast vonden noodafworpen van geallieerde vliegtuigen vaak plaats boven de Noordzee. Ten minste drie noodafworpen hebben binnen het onderzoeksgebied Nederwiek (zuid) 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 noodafworpen 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."*



Figuur 10-20 Resultaten van het onderzoek naar risico's als gevolg ontplofbare oorlogsresten (OO). De kaart toont de locaties van OO, (mogelijke) mijnenvelden, luchtaanvallen, scheepswrakken en zeeslagen, en de locatie van kavel I-B van windenergiegebied Nederwiek (zuid).

10.12.2 Effectbeschrijving

10.12.2.1 Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Militaire activiteiten
Er zijn geen effecten op militaire gebieden omdat deze alle op grote afstand van kavel I-B liggen. De effecten voor militaire activiteiten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft hier geen invloed op.

Ontplofbare oorlogsresten (OO)
Figuur 10-20 toont aan dat op de locatie van kavel I-B er bekende Duitse mijnenvelden uit de Tweede Wereldoorlog liggen, alsmede bekende locaties van torpedo's. De daardoor mogelijke aanwezigheid van OO in het windenergiegebied zorgt voor een risico voor de werkzaamheden die gepaard gaan met de aanleg 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 recreatievissers zijn 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 kavel I-B 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 scheepvaarroute (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 kavel I-B 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-B, 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). In kavel I-B is geen doorvaartpassage voorzien.

10.13.2 Effectbeschrijving

In kavel I-B bevindt zich geen doorvaartpassage, deze bevind zich in kavel I-A. De recreatievaart kan windenergiegebied Nederwiek (zuid) snel en efficiënt passeren/doorkruisen via deze doorvaartpassage. 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 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 op[138].

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.

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 archeologische 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 10-21 geeft de resultaten hiervan weer.

[138] *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.*

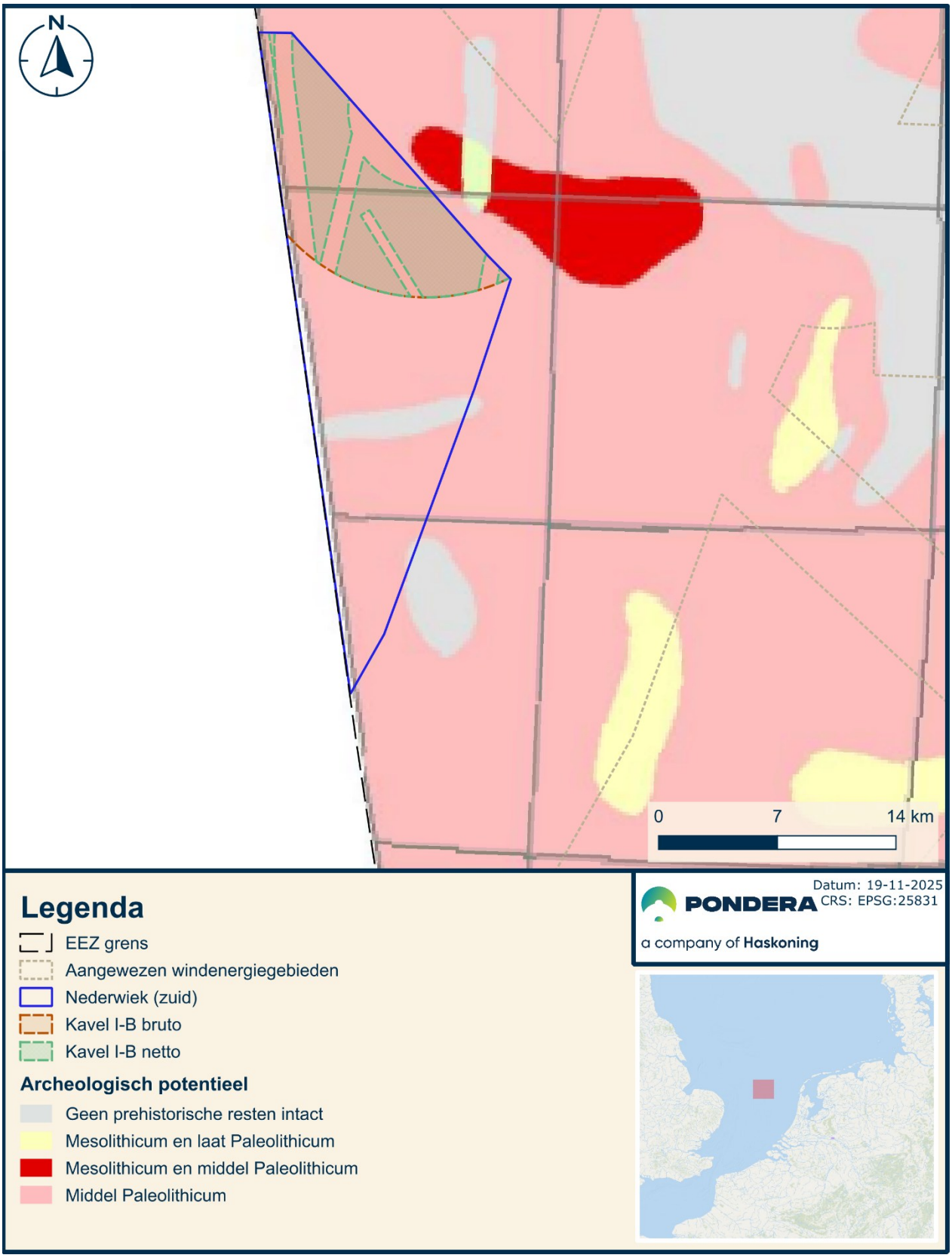
10.14.2 Archeologisch bureauonderzoek

Voor heel 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.

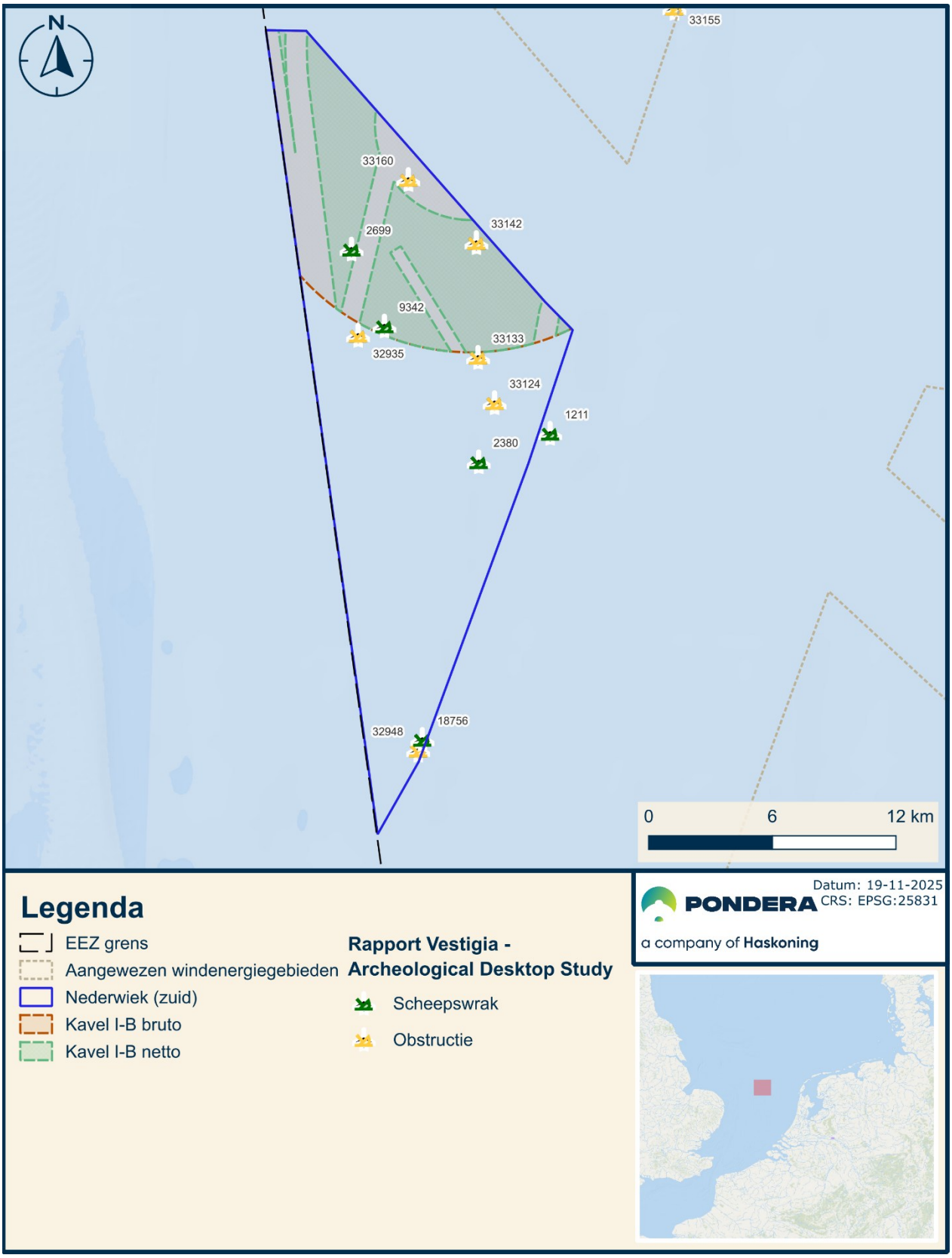
In een archeologisch onderzoek uitgevoerd door onderzoeksbureau Vestigia[139] zijn in totaal 35 contacten met mogelijke archeologische waarden gerapporteerd in de directe omgeving van het windenergiegebied Nederwiek. Deze worden in paragraaf 0 verder uitgelicht.

Figuur 10-21 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.

[139] *Vestigia, Windfarm Zones Nederwiek Noord & Nederwiek ZuidL Archaeological Desktop Assessment. Netherlands Enterprise Agency, report number V2385 (MSDS222236) version 2.1. Published15-12-2023, 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 10-21 Gebieden met archeologische verwachtingen van prehistorische resten.



Figuur 10-22 Archeologische objecten in de omgeving van kavel I-B van windenergiegebied Nederwiek. Bron: Vestigia[139].

10.14.3 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 Vestigia[140]. In het onderzoek hebben onderzoeksschepen een grote hoeveelheid geofysische data van het gebied verzameld met verschillende sensoren zoals side scan sonar (SSS), magnetometer (MM), multibeam echosounder (MBES), en subbottom profiler (SBP).

Uit de voorbereidende locatieonderzoeken voor het windpark komt waardevolle informatie beschikbaar over de geologie van het gebied, waarmee een beter beeld kan ontstaan over de kans dat plaatselijk nederzettingen aanwezig zijn geweest. Hoewel bij bestudering van onder andere de geotechnische boordata nog geen prehistorische vondsten of vindplaatsen zijn geïdentificeerd, hebben deze onderzoeken meer inzicht gegeven in zowel de paleolandschappelijke ontwikkeling van het gebied, als ook waar binnen het onderzochte gebied nog restanten van de landschappen uit het paleolithicum en de (vroeg-) mesolithische periode aanwezig zijn.

10.14.3.1 Oppervlakkige archeologische waarden

Tijdens het onderzoek zijn in totaal 162 oppervlakkige objecten met mogelijke archeologische waarde geïdentificeerd. In het onderzoek worden de objecten gerangschikt naar “hoge”, “medium” en “lage” waarden (Figuur 10-23 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.

In Tabel 10-12 zijn het aantal waarden weergegeven binnen de begrenzing van kavel I-B.

Tabel 10-12 Geregistreerde oppervlakkige archeologische waarden binnen het onderzoeksgebied. Bron: [139][140].

	Soort	Binnen kavel I-B
Lage waarden	Ketting, kabel of touw	3
	Mogelijk geologisch	6
	Potentieel puin	29
	Lijnvormige objecten anders dan ketting of touw	3
	Visgereedschap	2
	Heuvel	1
	Potentieel	0
	Totaal	**44**

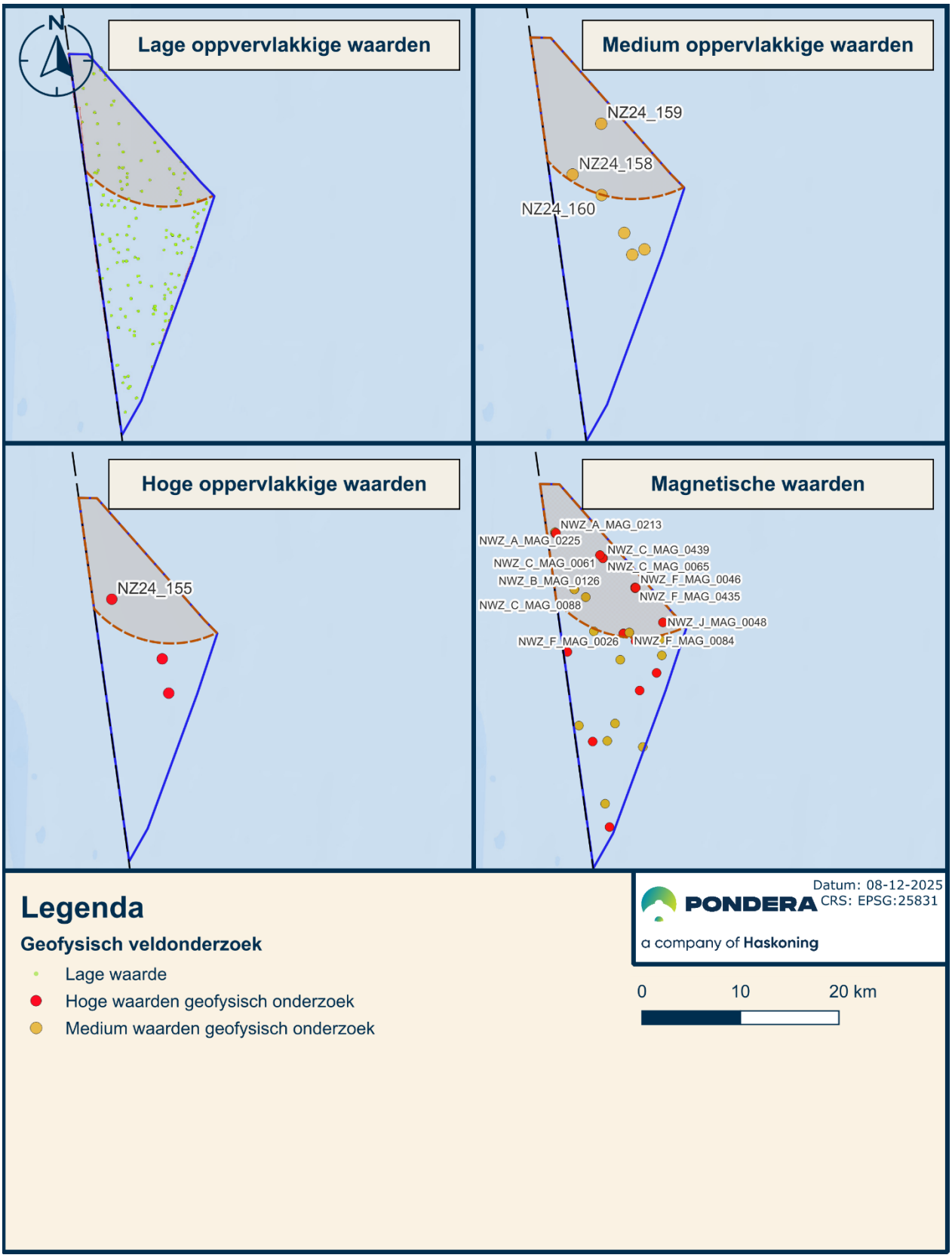
[140] *James, M.; Polakowski, M. MSDS Marine & Vestigia, in opdracht van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Archeological Assessment of Geophysical and Hydrographic Data. Rapportnummer 2024/MSDS22236/1, november 2024. Geraadpleegd 23-12-2025.*

Medium waarden	Potentieel puin	2
	Mogelijk vistuigen	1
	Wrakpuin	0
	Totaal	**3**
Hoge waarden	Wrak	1
	Potentieel wrak	0
	Totaal	**1**

10.14.3.2 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.

Als er enkel binnen de begrenzing van kavel I-B wordt gekeken dan blijkt uit het onderzoek een selectie van 14 magnetische waarden binnen kavel I-B (met “hoge” of “medium” waarden) waarvoor tijdelijke archeologische exclusiezones worden geadviseerd. Deze magnetische waarden zijn in Figuur 10-23 genummerd.



Figuur 10-23 Archeologische waarden uit geofysisch veldonderzoek.

Het rapport geeft de volgende adviezen ten aanzien van de waarden en magnetische objecten met medium of hoge waarde (zie Tabel 10-13).

Tabel 10-13 Voorgestelde adviezen in het geofysisch veldonderzoek.

Soort waarde	Advies
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 100 meter rondom het middelpunt van het object.
Hoge waarde, oppervlakkig	Tot de drie geïdentificeerde hoge oppervlakkige waarden adviseert het rapport om een permanente archeologische exclusiezone (AEZ) in te stellen van 100 meter (voor object NZ24_155) 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 100 meter voor medium en hoge waarden rondom het middelpunt van het object.

10.14.4 Effectbeschrijving

Binnen kavel I-B zijn verschillende objecten aangetroffen die als (mogelijke) archeologische waarden beschouwd moeten worden (Figuur 10-22). 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 1.400 m^2 voor een *tripod* fundering (15 MW), tot 35.300 m^2 voor een *suction bucket* fundering (20 MW) (zie Hoofdstuk 5.1.2). 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 883.600 m^2 de grootste totaaloppervlakte aan funderingen en erosiebescherming (zie Hoofdstuk 5.1.2). Ook deze oppervlakte is, ten opzichte van de gehele kaveloppervlakte, zeer gering. Bovendien zijn de locaties van ondiepe archeologische waarden bekend waardoor er beter rekening kan worden gehouden met deze archeologische waarden.

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 OO 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 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 (bijvoorbeeld 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 10-24 laat de bestaande en geplande windparken in de omgeving van Nederwiek (zuid) zien. Het gehele windenergiegebied Nederwiek zal in totaal ruimte bieden aan zes windparken. 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-B, dat circa 10 kilometer zuidelijkwestelijker ligt, zorgt tevens voor merkbare windafvang bij de noordelijke kavels. Kavel I-A zorgt voor windafvang bij kavel I-B. De effecten van de noordelijke kavels op kavel I-B zijn beperkter van omvang aangezien de wind op de Noordzee voornamelijk uit zuidwestelijke richting waait.

Nederwiek (zuid) grenst ten westen direct aan het vergunde en geplande Britse windpark Norfolk Boreas. Naar verwachting zal dit windenergiegebied de grootste windafvang veroorzaken voor kavel I-B van Nederwiek (zuid). Voor de opbrengst van Norfolk Boreas geldt dat de omvang van de windafvang door kavel I-B beperkter is in omvang, omdat kavel I-B ten oosten ligt (en de dominante windrichting op de Noordzee het zuidwesten is).

In de directe omgeving van kavel I-B liggen, naast de overige kavels van windenergiegebied Nederwiek en het Britse Norfolk Boreas, nog andere windparken. Een overzicht van windparken nabij Nederwiek kavel I-B is weergegeven in Tabel 10-14.

Tabel 10-14 Windparken nabij Nederwiek Zuid kavel I-B.

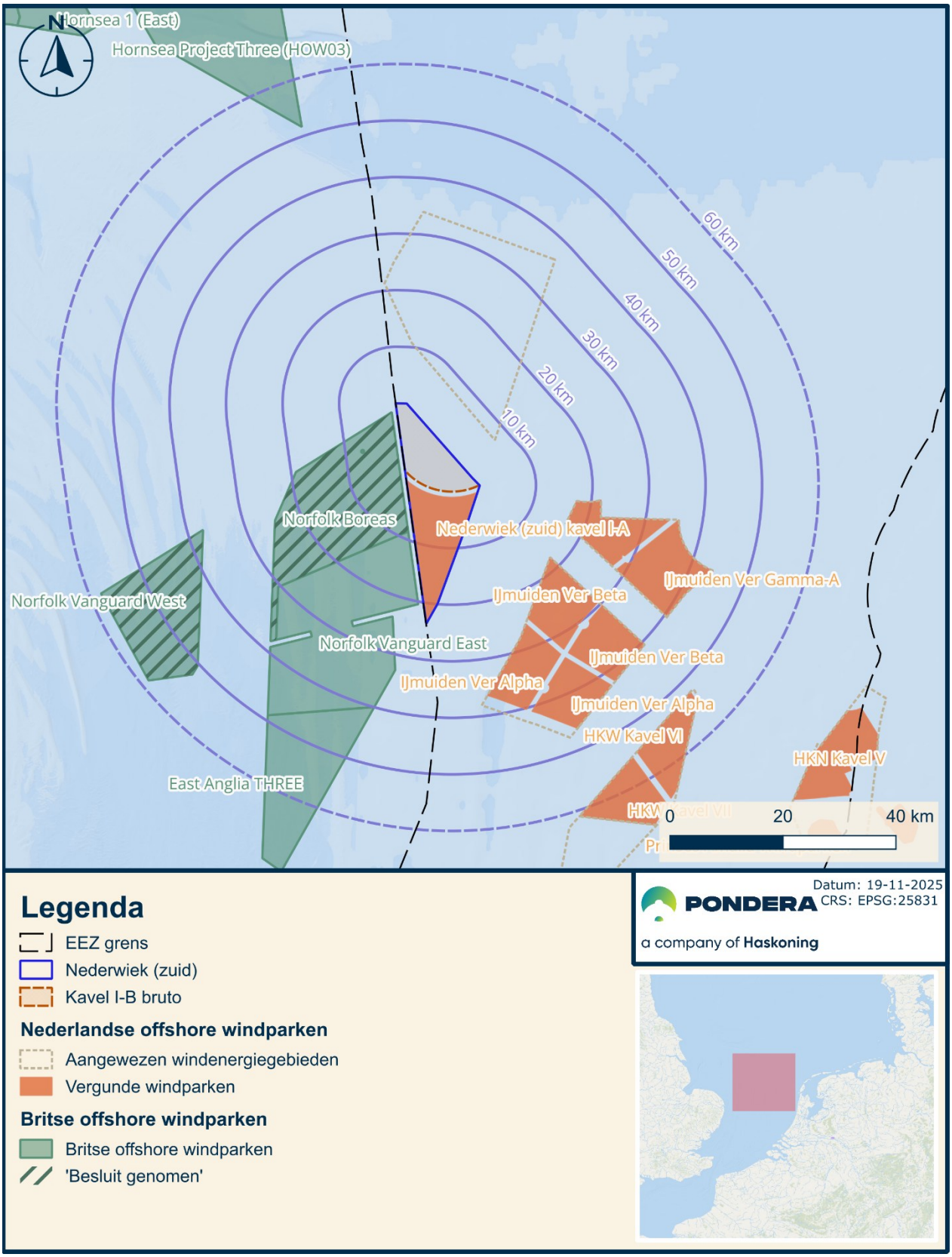
Windenergiegebied, kavel(s)	Land	Afstand tot kavel I-B	Status
Nederwiek Zuid Kavel I-A	NL	Ca. 1 km	Vergunning verleend; In aanbesteding
Wind Farm East Anglia 3	GB	Ca. 40 km	Vergunning verleend; In aanbouw
Hollandse Kust West kavel VI - VII	NL	Ca. 55 km	Vergunning verleend; In ontwikkeling

Norfolk Boreas	GB	Ca. 1 km	Vergunning verleend; In ontwerp
IJmuiden Ver kavel Alpha + Beta	NL	Ca. 30 km	Vergunning verleend; In ontwikkeling
IJmuiden Ver kavel Gamma	NL	Ca. 17 km	Vergunning verleend; In aanbesteding
Norfolk Vanguard East	GB	Ca. 8 km	Vergunning verleend; In ontwikkeling
Norfolk Vanguard West	GB	Ca. 37 km	Vergunning verleend; In ontwikkeling
Hollandse Kust West kavel VIII	NL	Ca. 60 km	Zoekgebied
Nederwiek Noord	NL	Ca. 7 km	In vooronderzoek

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 10-24 Bestaande en geplande windparken op de Noordzee. Te zien zijn de afstandscontouren om kavel I-B.

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 10-15 laat voor elk onderwerp de effectbeoordeling voor kavel I-B 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 kavel I-B 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, omdat de bereikbaarheid na de plaatsing van het windpark beperkt afneemt. Dit geldt ook voor helikopterverkeer voor de Kustwacht (SAR), omdat uit onderzoek blijkt dat effecten door windturbines op het helikopterverkeer bij draaiende windturbines 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. Ook is er een licht negatief effect op bestaande windparken doordat Nederwiek (zuid) kavel I-B windafvangeffecten veroorzaakt op omliggende windparken. De kavel zelf ondervindt ook windafvangeffecten door (met name), kavel I-A, 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 10-15 Effectbeoordeling van kavel I-B tijdens de exploitatie fase. Effect van de onderzochte onderwerpen van het milieuaspect overige gebruiksfuncties.

Onderwerp	Beoordelingscriterium	Effectscore
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 verder in hoofdstuk 11 onderzocht.

10.17.1 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 km^2). [141] Het gebied dat daardoor verloren gaat voor de visserij betreft gemiddeld gunstige visgronden, waardoor in cumulatie 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. Vissersschepen tot 46 meter mogen hier van gebruik maken waarmee de noodzaak tot omvaren beperkt wordt. Voor kavel I-B is dit niet van toepassing.

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 vergroot 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.

10.17.2 Archeologie en ontplofbare oorlogsresten (OO)

Met een groter aantal windturbines 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.

10.18 Mitigerende maatregelen

Voor de volgende criteria zijn licht tot (zeer) negatieve effecten te verwachten:

- Visserij
- Mijnbouw
- Luchtvaart, alleen voor:
  - Interferentie helikopterverkeer
  - Interferentie Kustwacht
- Scheeps-, wal- en luchtradar en overige meetapparatuur, alleen voor
  - Interferentie meetapparatuur op en rondom platforms op zee
- Militaire activiteiten en OO, alleen voor:
  - OO
- Cultuurhistorie en archeologie
- Bestaande windparken

[141] *https://windopzee.nl/onderwerpen/wind-zee/hoeveel-ruimte/*

In onderstaande paragrafen worden mogelijke mitigerende maatregelen beschreven en of dit van invloed is op de effectbeoordeling. Voor de criteria mijnbouw en bestaande winparken zijn geen mitigerende maatregelen mogelijk en worden hieronder daarom niet behandeld.

10.18.1 Visserij

Het effect op de visserij is met name het verlies aan areaal waar gevist kan worden aangezien visserij in windparken op zee niet is toegestaan. Het toestaan van passieve visserij binnen toekomstige windparken kan bijdragen aan het verminderen van de effecten voor de visserijsector. Voor het toestaan van passieve visserij is het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) bevoegd gezag. Actieve visserij, mits dat wordt toegestaan binnen het windenergiegebied, kan dienen als mitigerende maatregel. Momenteel wordt onderzoek verricht naar de mogelijkheden voor het toestaan van actieve visserij binnen windparken. De resultaten van dit onderzoek zullen worden voorgelegd aan verschillende bevoegde gezagen, die hierover een besluit zullen nemen. Hierbij wordt gekeken naar diverse visserijtechnieken binnen de actieve visserij. Voor bepaalde technieken zal actieve visserij niet worden onderzocht, waardoor voor deze sectoren het verlies aan visserijgebied blijft bestaan.
Op basis van huidig beleid met betrekking tot medegebruik kan in de kavel passieve visserij worden toegestaan. Echter, onderzoeken laten vooralsnog zien dat voor de betrokken partijen in zijn geheel, de baten momenteel niet op lijken te wegen tegen de kosten voor passieve visserij.

10.18.2 Luchtvaart

Om de effecten op helikopterverkeer (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 opgestart voor een innovatieve, ruimtebesparende en veilige manier van vliegen – Point in Space (PinS)[142]. Mogelijke mitigerende maatregelen die hier uit voortkomen zal het Rijk implementeren om voldoende bereikbaarheid te waarborgen.

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.

10.18.3 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 kavel I-B om een deel van de wind “goed” te kunnen meten. Hiervoor moet er wel een geschikte locatie zijn om de LiDAR te plaatsen, bijvoorbeeld op een ander platform op zee dat zich aan de rand van kavel I-B bevindt.. Hiermee zal de negatieve (-) beoordeling tot een licht negatieve (0/-) leiden. Het is niet geheel te voorkomen dat de windturbines in kavel I-B invloed hebben op de meetapparatuur.

[142] *Kamerbrief 21 november 2024 (33 561)*

10.18.4 Ontplofbare oorlogsresten (OO)

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.

10.18.5 Cultuurhistorie en archeologie

Ten aanzien van archeologische waarden kan aantasting ook voorkomen worden door *micro-siting* of het archeologisch object te ruimen/op te graven. Ook kan behoud worden toegepast door een contour rondom het archeologisch object op te nemen in het kavelbesluit, inclusief specifieke voorschriften over het vermijden van ankeren binnen deze zone. De negatieve effecten kunnen hiermee volledig gemitigeerd worden waardoor de effectbeoordeling neutraal wordt (effectbeoordeling: 0). 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.

10.19 Leemten in kennis

Voor het milieuaspect overige gebruiksfuncties zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de effectbeschrijving in dit MER.

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. Ook draagt windenergie op zee bij aan de energieonafhankelijkheid van Nederland en Europa. Hoe hoger de elektriciteitsopbrengst, 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.

Een 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 kavel I-B in windenergiegebied Nederwiek (zuid) is de aansluitcapaciteit vastgesteld op maximaal 1,15 gigawatt (GW).

Daarnaast is de elektriciteitsopbrengst afhankelijk van het aantal windturbines en hun maximale vermogen, het windklimaat, maar ook de opstelling en onderlinge tussenafstand van de windturbines. Wanneer veel windturbines erg dicht op elkaar staan, zorgt dit bijvoorbeeld voor een hogere “windafvang”. Windturbines die verderop in de wind staan (en daarmee meer windafvang ondervinden), 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 indicatie van de elektriciteitsopbrengst, en de daardoor vermeden emissies, worden gegeven.

Het onderzoek naar de elektriciteitsopbrengst is uitgevoerd voor heel windenergiegebied Nederwiek (zuid), dus nog vóór de splitsing van één kavel in twee kavels. Kader 11-1 schetst hoe dit hoofdstuk is benaderd en wat dit betekent voor de resultaten in dit hoofdstuk. Voor de elektriciteitsopbrengst zijn er voor dit MER twee scenario’s berekend, namelijk:

1. Scenario 1 is de situatie waarin een windpark in kavel I-B is gerealiseerd waarbij er bij de berekeningen rekening is gehouden met winparken in de omgeving die al zijn gerealiseerd, in aanbouw zijn of waarvoor een definitief besluit is genomen dan wel een vergunning is verleend.
2. Scenario 2 (in dit hoofdstuk als ‘cumulatiescenario’ genoemd) is de situatie zoals beschreven in scenario 1 waarbij er additioneel rekening wordt gehouden met nabijgelegen windparken waar nog geen besluit/vergunning voor is genomen/gegeven.

Hierna wordt voor kavel I-B beschreven voor welke alternatieven er is gekozen binnen de bandbreedte, volgens welk beoordelingskader de alternatieven onderzocht worden, en ten opzichte van welk scenario de beoordeling plaatsvindt. Tevens wordt benodigde energie voor het realiseren van windenergie beschreven en wordt de circulariteit van windturbines op zee op hoofdlijnen behandeld. Vervolgens worden de effecten beschreven en beoordeeld, en wordt stilgestaan bij cumulatie-effecten, eventuele mitigerende maatregelen en leemten in kennis.

Kader 11-1 Onderzoeksbenadering elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

Onderzoeksbenadering
De berekening van de elektriciteitsopbrengst is oorspronkelijk uitgevoerd voor één 2 GW kavel in windenergiegebied Nederwiek (zuid), namelijk kavel I Nederwiek (zuid). Deze kavel is opgesplitst in twee kavels van elk 1 GW. Dit zijn kavel I-A en kavel I-B. Beide kavels bieden ruimte voor een maximaal geïnstalleerd vermogen van 1,15 GW, met een maximaal van 76 windturbines van 15 MW per windturbine. In Hoofdstuk 1 en 3 van het MER is de splitsing van één 2 GW kavel in windenergiegebied Nederwiek (zuid) in twee kavels toegelicht.

Om de resultaten van kavel I-B te schetsen, zijn de berekende waarden voor kavel I Nederwiek (zuid) gehalveerd en vervolgens naar verhouding aangepast op basis van de verliespercentages. Bij deze benadering is aangenomen dat de verdeling van het vermogen en de bijbehorende opbrengsten gelijkmatig plaatsvindt tussen kavel I-A en kavel I-B. Het is echter belangrijk om te benadrukken dat kavel I-B ten noorden van kavel I-A ligt. Dit kan leiden tot iets lagere werkelijke elektriciteitsopbrengsten (lager dan de helft) voor kavel I-B ten opzichte van kavel I-A, aangezien kavel I-A zich in de dominante windrichting (zuidwestelijk) bevindt en daarmee wind kan afvangen voor kavel I-B. Naar verwachting zal deze windafvang door kavel I-A geen significante verschillen in elektriciteitsopbrengst voor kavel I-B veroorzaken.

Voor het cumulatiescenario is aangenomen dat de oorspronkelijke elektriciteitsberekening voor kavel I Nederwiek (zuid),dus voor de splitsing in twee kavels, de zogverliezen van kavel I-B als gevolg van kavel I-A inherent heeft meegenomen. Dit komt doordat zowel kavel I-A als kavel I-B gezamenlijk in de opbrengstberekening zijn beschouwd, inclusief de onderlinge interacties. Om deze reden is er geen afzonderlijke berekening uitgevoerd voor het specifieke effect met betrekking tot elektriciteitsverliezen van kavel I-A op kavel I-B. De resultaten van de oorspronkelijke berekening kunnen daarom, op basis van *expert judgement,* als representatief worden beschouwd voor het cumulatiescenario.

De benadering om de resultaten van de elektriciteitsopbrengst te halveren geeft dus een indicatieve weergave van de te verwachten elektriciteitsopbrengst. De werkelijke opbrengsten voor kavel I-B zullen naar verwachting licht afwijken van de waarden zoals weergegeven in Tabel 11-5 en Tabel 11-7.

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 windturbines in de 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 maximaal 1,15 GW in kavel I-B.

In eerdere MERs[143] [144] is gebleken dat voor de elektriciteitsopbrengst het verschil of 1 GW aan opgesteld vermogen wordt gehaald met een hoger aantal kleinere windturbines (67 x 15 MW = 1.005 MW), of met een kleiner aantal grotere windturbines (50 x 20 MW = 1.000 MW), beperkt is. De effectbeoordeling in dit hoofdstuk is dan ook gelijk voor beide alternatieven. In dit hoofdstuk zal daarom slechts één windturbinevermogen (15 MW) worden onderzocht, met twee mogelijke turbineaantallen (67 en 76). De

[143][143] *Pondera. (2025). Milieueffectrapport kavel I Nederwiek. In RVO. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Geraadpleegd op 20 november 2025, van https://www.rvo.nl/files/file/2025-05/Milieueffectrapport-Aangepast-WOZ-Nederwiek-Kavel-I-A_0.pdf*
[144] *Pondera. (2025). Milieueffectrapport kavel Gamma. In RVO. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Geraadpleegd op 20 november 2025, van https://www.rvo.nl/files/file/2025-05/MER-Aangepast-WOZ-IJmuiden-Ver-Gamma-A.pdf*

kenmerken van de alternatieven staan in Tabel 11-1 en zijn gebruikt als invoer voor het rekenmodel van de opbrengstberekening.

Tabel 11-1 Onderzochte alternatieven voor elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies voor kavel I-B Nederwiek (zuid).

Onderwerp	Bandbreedte MER	Alternatief 67 x 15 MW windturbines (geen overplanting)	Alternatief 76 x 15 MW windturbines (15 % overplanting)
Aantal windturbines	Maximaal 76	67	76
Windturbinetype (referentie)	n.v.t.	Offshore 15.000 reference (IEA)	Offshore 15.000 reference (IEA)
Nominaal vermogen van windturbine	Minimaal 15 MW	15 MW	15 MW
Rotordiameter	236 – 280 m	240 m	240 m
Tiplaagte	Minimaal 25 m	30 m	30 m
Tiphoogte	Maximaal 305 m	270 m	270 m
Ashoogte	n.v.t.	150 m	150 m

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. Het deelaspect ‘vermeden emissies’ in onderstaande tabel beschrijft hoeveel uitstoot van de luchtvervuilende stoffen CO_2, NO_x en SO_2 wordt vermeden omdat de opgewekte offshore windenergie anders door fossiele centrales geproduceerd zou zijn.

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]

Naast de vermeden emissies van broeikasgassen, is er wel sprake van een toename in emissies van microplastic. Door weer en wind eroderen windturbinebladen en komen microplastics vrij. In vergelijking met de jaarlijkse emissie van microplastic van offshore windturbines met andere bronnen van emissie in Nederland, dragen offshore windturbines slechts in geringe mate bij aan de totale emissies. In 2017 kwam in Nederland ongeveer 23 kton microplastic rechtstreeks in het milieu terecht, waarvan ongeveer 70% afkomstig was van autobanden.

Door Caboni *et al* (2025)[145] zijn modellen gebruikt om de hoeveelheid microplastics te schatten als gevolg van erosie van de windturbinebladen van offshore windturbines in de Nederlandse Noordzee. Voor een 15 MW windturbine wordt een emissie van microplastic geschat op 240 gram per jaar. Voor kavel I-B in Nederwiek (zuid) van 67 windturbines van 15 MW komt dit neer op circa 16 kg per jaar. Voor de huidige windturbines op het Nederlandse Noordzee komt dit neer op circa 100 kg per jaar. Dit bedraagt minder dan één duizendste van de totale offshore-emissie van microplastic in Nederland. Emissie van microplastic op de Noordzee komt grotendeels van de verf en coatings van schepen en het verlies van visserij equipment. Vanwege de verwachte toename van het aantal windturbines in de Nederlandse Noordzee kan dit in 2041 stijgen tot circa 650 kg per jaar. De auteurs noemen verder dat hun schatting gebaseerd is op talrijke aannames en dat zij geen rekening hebben gehouden met andere bronnen van microplastics afkomstig van windturbinecomponenten of onderhoudsactiviteiten zoals reparaties, welke significant kunnen zijn, maar kennis ontbreekt om dit te kwantificeren. Er bestaat dus een kennisleemte als het gaat om de totale uitstoot van microplastics, alsmede welk effect deze microplastics (polymeren) hebben in de mariene omgeving wanneer deze afbreken.
Als het gaat om mitigatie van erosie van windturbinebladen kan gedacht worden aan de toepassing van anti-erosiecoatings (Mishnaevsky et al., 2023)[146], de implementatie van effectieve onderhoudspraktijken voor erosiepreventie en de toepassing van erosieveilige modi (Bech et al., 2018)[147].

Op basis van bovenstaande wordt de emissie van microplastic verder niet behandeld in de effectbeoordeling van dit hoofdstuk.

11.4 Berekende scenario's

Een windpark in kavel I-B kan door 'windafvang' negatieve effecten hebben op de opbrengst van andere windparken op zee. Op diezelfde wijze kan een windpark in kavel I-B dit ook ondervinden van andere windparken. Het wel of niet meenemen van deze windparken in de opbrengstberekeningen kan de berekende elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies beïnvloeden. Omdat het effect van windparken die verder liggen dan 50 kilometer minimaal is, worden die niet in berekeningen meegenomen. Er is een 50 km contour genomen om kavel I Nederwiek (zuid) omdat één kavel in windenergiegebied Nederwiek (zuid) het uitgangspunt was voor de modelberekening (zie Kader 11-1).

In de berekeningen is rekening gehouden met twee scenario's:

- Scenario 1 is de situatie waarin een windpark in kavel I-B is gerealiseerd waarbij er bij de berekeningen rekening is gehouden met winparken in de omgeving die al zijn gerealiseerd, in aanbouw zijn of waarvoor een definitief besluit is genomen dan wel een vergunning is verleend[148].
- Scenario 2 (in dit hoofdstuk als 'cumulatiescenario' genoemd) is de situatie zoals beschreven in scenario 1 waarbij er additioneel rekening wordt gehouden met nabijgelegen windparken waar nog geen besluit/vergunning voor is genomen/gegeven.

[145] *Caboni, M., Schwarz, AE, Slot, H., en van der Mijle Meijer, H.: Schatting van microplasticemissies van offshore windturbinebladen in de Nederlandse Noordzee, Wind Energ. Sci., 10, 1123–1136, https://doi.org/10.5194/wes-10-1123-2025, 2025.*
[146] *Mishnaevsky, L., Tempelis, A., Kuthe, N., en Mahajan, P.: Recente ontwikkelingen in de bescherming van windturbinebladen tegen voorranderosie: materiaaloplossingen en voorspellende modellering, Renew. Energ., 215, 118966, https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.118966 , 2023.*
[147] *Bech, JI, Hasager, CB en Bak, C.: Verlenging van de levensduur van de voorranden van windturbinebladen door de tipsnelheid te verlagen tijdens extreme neerslaggebeurtenissen, Wind Energ. Sci., 3, 729–748, https://doi.org/10.5194/wes-3-729-2018 , 2018.*
[148] *Dit is in die zin de referentiesituatie plus een windpark in kavel I-B. In een MER worden de effecten altijd vergeleken met de referentiesituatie. Dat is de situatie die in de toekomst ontstaat als het project, in dit geval een windpark in kavel I-B, niet wordt gerealiseerd, maar andere ontwikkelingen wel. De referentiesituatie bestaat uit de optelsom van de huidige situatie en de autonome ontwikkelingen. Voor de effecten op de elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies wordt er niet vergeleken met de referentiesituatie maar maakt een windpark in kabel I-B inherent onderdeel uit van de situatie voor de berekeningen.*

In beide scenario's is een berekening gemaakt voor de inrichtingsalternatieven van 15 MW (zonder en met overplanting). Zie Tabel 11-1 voor de specificaties van deze alternatieven.

Scenario 1 omvat, naast het windpark in kavel I-B, alle windparken binnen 50 km van windenergiegebied Nederwiek (zuid) die gerealiseerd of in aanbouw zijn of waarvoor een definitief kavelbesluit is genomen (Nederland) dan wel een vergunning is verleend (Verenigd Koninkrijk). In Figuur 11-1 is aangegeven welke windenergiegebieden binnen 50 km van windenergiegebied Nederwiek (zuid) zijn gelegen. Winparken in de groene windenergiegebieden worden meegenomen in de berekening van scenario 1. Deze winparken zijn opgenomen in Tabel 11-3. Het gaat op de volgende kavelbesluiten of vergunde (Britse) windparken:

- Windenergiegebied IJmuiden Ver:
  - Kavel Alpha met een opgesteld vermogen van 2 GW
  - Kavel Beta met een opgesteld vermogen van 2 GW
  - Kavel Gamma met een opgesteld vermogen van 2 GW
- Windenergiegebied Nederwiek, kavel I-A gelegen ten zuiden van kavel I-B, met een opgesteld vermogen van 1-1,15 GW
- Windenergiegebied Hollandse Kust West in het noordelijke deel, kavels VI en VII met een opgesteld vermogen van 1,52 GW
- De Britse windparken:
  - Wind Farm East Anglia 3 met een opgesteld vermogen van 1,4 GW
  - Norfolk Boreas met een opgesteld vermogen van 1,8 GW
  - Norfolk Vanguard East met een opgesteld vermogen van 1,8 GW
  - Norfolk Vanguard West met een opgesteld vermogen van 1,8 GW

Scenario 2 (cumulatiescenario) omvat alle windparken uit de Routekaart windenergie op zee [149] en de ontwikkelingen in het buitenland die zijn gelegen binnen 50 km van windenergiegebied Nederwiek (zuid). Het is de situatie dat is beschreven bij scenario 1 plus de toekomstige windparken waarvoor nog geen besluit is genomen of vergunning is verleend. Cumulatie wordt verder beschreven in paragraaf 11.7. In Figuur 11-1 is aangegeven welke windenergiegebieden binnen 50 km van windenergiegebied Nederwiek (zuid) zijn gelegen. Naast winparken in de groene windenergiegebieden worden additioneel windparken in de rode windenergiegebieden meegenomen in de berekening van scenario 2. Deze winparken zijn opgenomen in Tabel 11-3. Het gaat op de volgende kavelbesluiten:

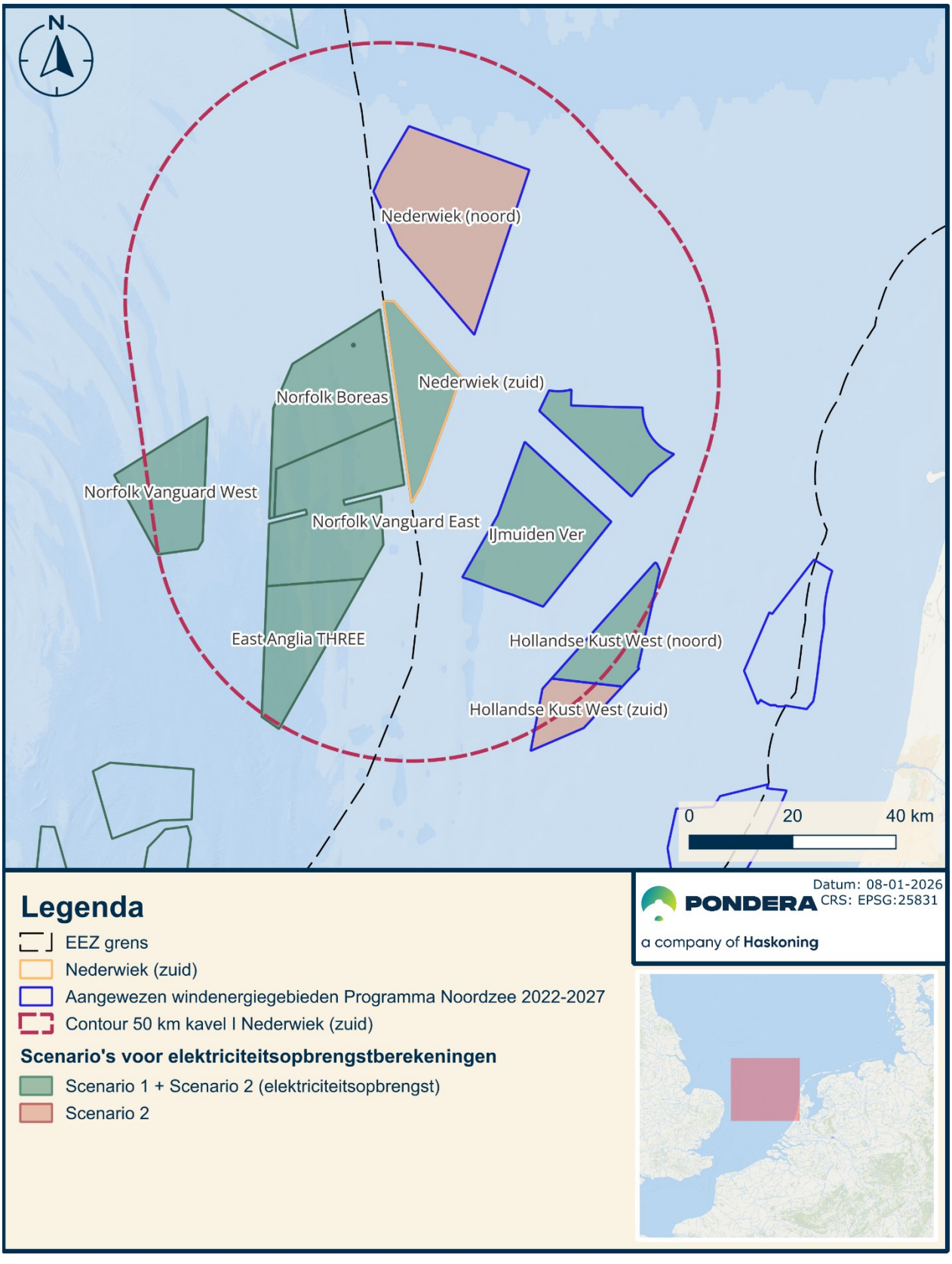
- Windenergiegebied Hollandse Kust West in het zuidelijke deel, kavel VIII met een opgesteld vermogen van 760 MW
- Windenergiegebied Nederwiek, de kavels in het noordelijke deel met een gezamenlijk opgesteld vermogen van 4 GW.

Tabel 11-3 Kavels van windenergiegebieden op zee die onderdeel zijn van de scenario 1 of scenario 2 voor de berekeningen van de elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies van kavel I-B.

Windenergiegebied, kavel(s), windpark	Land	Opgesteld vermogen	Meegenomen in	Status

[149] *Windenergiegebied Lage Lander wordt niet meegenomen in de elektriciteitsopbrengstberekeningen 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)*

Nederwiek Zuid kavel I-B	NL	1,15 GW	Scenario 1 + Scenario 2	In vooronderzoek
Nederwiek Zuid Kavel I-A	NL	1,15 GW	Scenario 1 + Scenario 2	Vergunning verleend; In aanbesteding
Wind Farm East Anglia 3	GB	1,4 GW	Scenario 1 + Scenario 2	Vergunning verleend; In aanbouw
Hollandse Kust West kavel VI - VII	NL	1,52 GW	Scenario 1 + Scenario 2	Vergunning verleend; In ontwikkeling
Norfolk Boreas	GB	1,8 GW	Scenario 1 + Scenario 2	Vergunning verleend; In ontwerp
IJmuiden Ver kavel Alpha + Beta	NL	4 GW	Scenario 1 + Scenario 2	Vergunning verleend; In ontwikkeling
IJmuiden Ver kavel Gamma	NL	2 GW	Scenario 1 + Scenario 2	Vergunning verleend; In aanbesteding
Norfolk Vanguard East	GB	1,8 GW	Scenario 1 + Scenario 2	Vergunning verleend; In ontwikkeling
Norfolk Vanguard West	GB	1,8 GW	Scenario 1 + Scenario 2	Vergunning verleend; In ontwikkeling
Hollandse Kust West kavel VIII	NL	0,76 GW	Scenario 2	Zoekgebied
Nederwiek Noord	NL	4 GW	Scenario 2	In vooronderzoek


N
Nederwiek (noord)
Nederwiek (zuid)
Norfolk Boreas
Norfolk Vanguard West
Norfolk Vanguard East
IJmuiden Ver
East Anglia THREE
Hollandse Kust West (noord)
Hollandse Kust West (zuid)
0
20
40 km
Legenda
EEZ grens
Nederwiek (zuid)
Aangewezen windenergiegebieden Programma Noordzee 2022-2027
Contour 50 km kavel I Nederwiek (zuid)
Scenario's voor elektriciteitsopbrengstberekeningen
Scenario 1 + Scenario 2 (elektriciteitsopbrengst)
Scenario 2
Datum: 08-01-2026
PONDERA
CRS: EPSG:25831
a company of Haskoning

Figuur 11-1 Ligging offshore windparken opbrengstberekening voor kavel I-B Nederwiek (zuid). Het figuur is gebaseerd op Nederwiek Zuid (zie Kader 11-1)

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 windturbine (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 windturbines 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 windturbine wordt verstoord door de aanwezigheid van andere windturbines. 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 2022[150]. 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 CO_2, NO_x en SO_2 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.

Tabel 11-4 Kentallen substitutiemethode vermeden emissies

Kentallen	Waarde	Toelichting
Elektriciteitsverbruik per woning	2.550 kWh per jaar	Woning is gedefinieerd als BAG-object met woonfunctie. (CBS, referentiejaar 2024.
Rendement elektriciteitscentrales	44,6 %	Elektrisch rendement op primaire fossiele energie (Lower Heating Value). (CBS, referentiejaar 2023).

[150] *Het Protocol Hernieuwbare Energie – herziening 2022 is te vinden via: https://www.rvo.nl/onderwerpen/beleid-duurzame-energie/protocol-monitoring*

Emissiefactor CO_2 grijze stroom	0,499 kg CO2-equivalent/kWh[151]	Emissiefactor CO2 voor grijze stroom (incl. infrastructuur). Referentiejaar 2025.
Emissiefactor CO_2 windenergie	0,016 kg CO2-equivalent/kWh[152]	Emissiefactor CO2 voor windenergie. Referentiejaar 2025.
Emissiefactor NO_x	0,71 g/kWh	Luchtvervuilende ketenemissies grijze stroom per kWh afgenomen elektriciteit. Referentiejaar 2013[153].
Emissiefactor SO_2	0,39 g/kWh	

In Tabel 11-5 zijn de elektriciteitsopbrengsten voor twee alternatieven van kavel I-B weergegeven voor scenario 1. Ook de emissiereducties van CO_2, NO_x en SO_2 zijn berekend en uitgedrukt in ton per jaar. De energieopbrengstwaarden zijn berekend met de rekensoftware WindPro. De energieopbrengstwaarden voor kavel I-B zijn afgeleid uit de berekeningen van kavel I door deze te halveren (zie Kader 11-1). De opbrengstwaarden zijn 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-B Nederwiek (zuid) en vermeden emissies op basis van de gekozen referentieturbine (daadwerkelijke windturbinekeuze vindt later plaats door de vergunninghouder) voor de opstellingen met 67 x 15 MW (geen overplanting) en 76 x 15 MW (15 %-overplanting) in scenario 1..

Onderwerp	**Alternatieven**	
	Alternatief 67 x 15 MW	**Alternatief 76 x 15 MW**
Gemiddelde windsnelheid op ashoogte [m/s]	10,35	10,35
Bruto elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	5.605.325	6.400.313
Zogverlies [%]	15	16
Park elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	4.763.876	5.345.074
Beschikbaarheidsverliezen [%]	5,2	5,2
Prestatieverliezen [%]	2,0	2,0
Elektraverliezen [%]	3,6	3,6
Omgevingsverliezen [%]	2,5	2,5
Curtailment-verliezen [%]	0	0
Totale verliezen t.o.v. bruto opbrengst[154] [%]	13	14

[151] *CO2 emissiefactoren (2025). Elektriciteit. Bron: https://co2emissiefactoren.nl/factoren/2025/11/elektriciteit/*
[152] *CO2 emissiefactoren (2025). Elektriciteit. Bron: https://co2emissiefactoren.nl/factoren/2025/11/elektriciteit/*
[153] *Emissiekentallen elektriciteit*
[154] *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 %.*

Netto elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	**4.161.507**	**4.669.214**
Netto elektriciteitsopbrengst [GJ/jaar]	**14.981.425**	**16.809.171**
CO_2-reductie [ton/jaar]	2.010.008	2.255.230
NO_x-reductie [ton/jaar]	2.955	3.315
SO_2-reductie [ton/jaar]	1.623	1.821

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.[155,156,157]

Ter indicatie: Vestas heeft voor offshore windpark met 15 MW windturbines een levenscyclusbeoordeling (*Life Cycle Assessment* – LCA) uitgevoerd volgens internationale standaarden.[158] 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 13 maanden. Tijdens de hele levenscyclus produceert het windpark ruim 27 keer meer energie dan het gebruikt. Zolang in de levenscyclus ook fossiele brandstoffen worden gebruikt heeft windenergie een kleine, indirecte CO_2 uitstoot.

De CO_2-uitstoot over de hele levenscyclus van het hierboven beschreven windpark bedraagt 7 gram per kWh (gCO_2eq/kWh). Voor kolencentrales ligt dit circa tussen de 700 en 1.700 gCO_2eq/kWh, en voor gascentrales tussen de 300 en 900 gCO_2eq/kWh.[159] Van de totale milieu-impact van het hierboven beschreven windpark, uitgedrukt in gram CO_2-equivalent per kWh, is 71% afkomstig van het winnen van grondstoffen en de verwerking ervan tot de juiste materialen, met name voor de productie van de fundatie (25%). Het bouwen van de componenten heeft hierin een bijdrage van 4%, en de installatie en exploitatie 17%. De ontmanteling van het windpark, inclusief inzet scheepvaartverkeer, recycling en afvalverwerking, kan deze milieu-impact met circa 22% reduceren wanneer de gebruikte materialen gerecycled worden. Dit reductiepotentieel is gebaseerd op scenario's waarin staal, koper, aluminium en compositiematerialen deels worden teruggewonnen en worden gerecycled en gedeeltelijk achterblijven op locatie. Voor een verdere reductie zijn afspraken tussen alle partijen in de waardeketen nodig.

---

[155] *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*

[156] *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*

[157] *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*

[158] *Allekotte, L., & Garrett, P. (2024). Life cycle assessment of electricity production from an offshore V236-15 MW wind plant. Vestas. Geraadpleegd op 29 september 2025, van https://www.vestas.com/content/dam/vestas-com/global/en/sustainability/environment/LCA%20of%20Electricity%20Production%20from%20an%20offshore%20V236-15MW.pdf.coredownload.inline.pdf*

[159] *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.*

11.5.3 Bijdrage aan Nederlandse doelstelling voor duurzame energie

Het aandeel hernieuwbare energie in het totale energieverbruik bedroeg 19,8% in 2024; een groei van 2,4 procentpunt (%-punt) ten opzichte van de 17,4% in 2023. 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 2024 (Bron: Statline[160]). Toen bedroeg het landelijke energieverbruik 2.063 PJ (waarvan circa 18,2% elektriciteit). Dit is gelijk aan 727 TWh en wordt ook wel het bruto energetisch eindverbruik genoemd. Kavel I-B levert met een energieproductie van 4.161,2 GWh (in het geval van de 67 x 15 MW turbineopstelling) een extra bijdrage van 0,57 %-punt aan een duurzame energieproductie (t.o.v. 2024). Deze productie komt overeen met het elektriciteitsverbruik van circa 1.631.963 huishoudens[161].

11.5.4 Circulariteit op zee

Circulariteit richt zich op efficiëntere omgang met grondstoffen, materialen, producten en afval. De constructie van een offshore windpark is een complex en kostbaar proces, waardoor het essentieel is om materialen en grondstoffen, die bovendien schaarster worden, 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.
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.

11.5.4.1 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.

11.5.4.2 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 consumptiegoederen[162]. 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

[160] *https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83140NED/table?ts=1758812042483*
[161] *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.*
[162] *https://open.overheid.nl/documenten/ronl-a6ce8220-07e8-4b64-9f3d-e69bb4ed2f9c/pdf*

prioritaire productgroepen adviesroutekaarten 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 CO_2-reductie en een bijdrage aan het verbeteren van de leveringszekerheid van de productie-industrie.

De circulariteitsdoelen hangen samen met de belangrijkste ontwikkelingen in de productie-industrie 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
- Samenhangend onderzoeksprogramma opzetten
- Inkoop circulaire windparken op land versnellen
- De afweging tussen circulariteit van materialen en CO_2-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.

11.5.4.3 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 windturbines 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.

11.6 Effectbeoordeling

Het overplantingsalternatief met 76 x 15 MW windturbines geeft een iets grotere elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie. De opbrengsten en vermeden emissies zijn logischerwijs groter voor een groter aantal windturbines. Dit geeft echter geen verschil in de effectbeoordeling. De effecten op de deelaspecten elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie worden voor de twee alternatieven zeer positief (++) beoordeeld, zie Tabel 11-6.

Tabel 11-6 Overzicht effectbeoordeling elektriciteitsopbrengst en emissiereductie zonder mitigatie

Deelaspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling alternatief 67 x 15 MW	Effectbeoordeling alternatief 76 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 scenario 1, maar van scenario 2 (het cumulatiescenario). In Tabel 11-3 is voor kavel I-B opgenomen welke Nederlandse en Britse windparken onder dit scenario vallen.

De resultaten voor het cumulatiescenario zijn voor kavel I-B weergegeven in Tabel 11-7. Ten opzichte van scenario 1 (zie Tabel 11-6) 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 67 windturbines), en de netto elektriciteitsopbrengst neemt af met 5,56% van 4.162 GWh/j tot 3.930 GWh/j. Deze toename in zogverliezen in het cumulatiescenario voor kavel I-B sluit aan bij de bevindingen uit de Whiffle Wake Study[163], waarin de wake-effecten voor de volledige offshore-wind roadmap tot 2031 zijn doorgerekend. Whiffle rapporteert voor de totale roadmap gemiddelde aerodynamische verliezen van 21,7%, wat goed

[163] *Whiffle. (2025). 21GW Roadmap Wake Study. In offshorewind.rvo.nl. Geraadpleegd op 12 januari 2026, van https://offshorewind.rvo.nl/file/download/3ca8c67a-93f4-456c-8ff9-f0ad43380d40/anc_20250811_wakestudy_whiffle_report_f.pdf*

overeenkomt met het hierboven genoemde zogverlies van 20% voor kavel I-B. De hoeveelheid vermeden emissie neemt hierdoor ook af met 5,56%.

Tabel 11-7 Elektriciteitsopbrengsten voor kavel I-B Nederwiek (zuid) en vermeden emissies op basis van de gekozen referentieturbine (daadwerkelijke windturbinekeuze vindt later plaats door de vergunninghouder) voor de opstelling met 67 x 15 MW en 76 x 15 MW windturbines in het cumulatiescenario (scenario 2).

Onderwerp	**Cumulatiescenario**	
	Alternatief 67 x 15 MW	**Alternatief 76 x 15 MW**
Gemiddelde windsnelheid op ashoogte [m/s]	10,35	10,35
Bruto elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	5.605.325	6.400.313
Zogverlies [%]	20	21
Park elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	4.498.771	5.028.126
Beschikbaarheidsverliezen [%]	5,2	5,2
Prestatieverliezen [%]	2,0	2,0
Elektraverliezen [%]	3,6	3,6
Omgevingsverliezen [%]	2,5	2,5
Curtailment-verliezen [%]	0	0
Totale verliezen t.o.v. bruto opbrengst[164] [%]	30	31
Netto elektriciteitsopbrengst [MWh/jaar]	3.929.923	4.392.343
Netto elektriciteitsopbrengst [GJ/jaar]	14.147.722	15.812.434
CO_2-reductie [ton/jaar]	1.898.153	2.121.502
NO_x-reductie [ton/jaar]	2.790	3.119
SO_2-reductie [ton/jaar]	1.533	1.713

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

[164] *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 %.*

gevalideerd op basis van productiedata van bestaande windparken en heeft daardoor een empirische grondslag.

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 milieueffecten. 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. De daadwerkelijke energieopbrengst kent onzekerheden doordat het windklimaat nog niet met voldoende nauwkeurigheid is vastgesteld. Met een windmeetcampagne kan een meer accurate benadering van het windklimaat worden gesimuleerd die leidt tot betrouwbaardere resultaten.

12 Conclusie

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 geadviseerd wordt in het kavelbesluit inclusief te nemen mitigerende maatregelen (12.8). Het hoofdstuk wordt afgesloten met een paragraaf over leemten in kennis en informatie (12.9) en een paragraaf over monitoring en evaluatie (12.10).

12.2 Toetsing aan wettelijke kaders

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 (PB) uitgevoerd (zie Bijlage 8). Uit deze PB blijkt dat significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden uitgesloten kunnen worden.

Overige wet- en regelgeving is waar relevant besproken in de diverse (milieu)aspectenhoofdstukken en waar nodig vertaald naar concrete normen. Bijvoorbeeld in het hoofdstuk onderwaterleven is de (KEC 5.0) normstelling beschreven om een maat voor aanvaardbare populatiereductie te bepalen voor bruinvissen en zeehonden.

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-B. 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-B 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. Binnen het MER is, waar mogelijk, onderzocht binnen welke maximale bandbreedte effecten kunnen optreden. 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 twee 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.

- 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 twee overplantingsalternatieven van 15 % beschouwd, zoals weergegeven in Tabel 12-1.

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van het gebruik van een windpark in kavel I- B Nederwiek (zuid) en de inter-array kabels zijn zeer beperkt van omvang. De exploitatie brengt, gedurende de levensduur van het windpark, veranderingen met zich mee die vooral licht negatief zijn beoordeeld. De veranderingen door kavel I-B, 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 de inter-array kabels, 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.

De verwachte veranderingen ten gevolge van het windenergiegebied zijn hetzelfde voor de overplantings- als voor de basisalternatieven. De overplantingsalternatieven leiden marginaal tot grotere effecten. Deze toename van effecten voor de overplantingsalternatieven, vanwege een aantal extra windturbines ten opzichte van de basisalternatieven, 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

Criterium (gedurende exploitatie)	Alternatief 1a (67x15 MW)	Alternatief 2a (50x20 MW)	Overplantingsalternatief 1b (15%) (76x15 MW)	Overplantingsalternatief 2b (15%) (57x20 MW)
Golven	0/-	0/-	0/-	0/-
Waterbeweging (waterstand en stroming)	0/-	-	0/-	-
Waterdiepte en bodemvormen	0/-	0/-	0/-	0/-
Bodemsamenstelling	0/-	0/-	0/-	0/-
Troebelheid	0/-	0/-	0/-	0/-
Waterkwaliteit	0	0	0	0
Stratificatie	0/-	0/-	0/-	0/-

Sedimenttransport	0/-	0/-	0/-	0/-

12.3.2 Vogels en vleermuizen

Voor vogels en vleermuizen zijn de vier alternatieven zoals beschreven in Tabel 12-10 onderzocht. De alternatieven 1a/b (67 tot 76 windturbines x 15 MW) leiden tot enkele tientallen tot honderdtal vogelslachtoffers meer dan de alternatieven 2a/b (50 tot 57 windturbines x 20 MW). Op basis van de huidige kennis wordt verwacht dat de alternatieven 1a/b met meer en kleinere windturbines een groter aantal vleermuisslachtoffers oplevert (naar schatting max. 76) dan alternatieven 2a/b (naar schatting max. 57). 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 windturbines. De complete effectbeoordeling is samengevat (Tabel 12-2).

Ten behoeve van het te nemen kavelbesluit is er ook een passende beoordeling opgesteld. Daaruit blijkt het volgende:

- Effecten door aanvaringen en habitatverlies op niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden die kavel I-B buiten het broedseizoen gebruiken, kunnen niet volledig worden uitgesloten. Significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van deze niet-broedvogels zijn wel uit te sluiten.
- Significant negatieve effecten van kavel I-B op de broedppopulaties 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-B is maximaal 0,03%, 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 door aanvaringen op enkele soorten trekvogels uit Natura 2000-gebieden tijdens de seizoenstrek kunnen niet worden uitgesloten. Significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van deze trekvogels zijn wel uit te sluiten.

Tabel 12-2 Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels en vleermuizen.

Effect/activiteit	**Alternatief 1a** (67x**15 MW**)	**Alternatief 1b** (76x**15 MW**)	**Alternatief 2a** (50x**20 MW**)	**Alternatief 2b** (57x**20 MW**)
Aanlegfase				
Vogels				
Aanleg windturbines	0/-	0/-	0/-	0/-
Toename scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-
Vleermuizen				
Aanleg windturbines	0	0	0	0
Toename scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+
Gebruiksfase				
Vogels				

Lokale zeevogels				
aanvaringen	--	--	-	-
barrièrewerking	0	0	0	0
habitatverlies	-	-	-	-
indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-
Broedende (kolonie) vogels				
aanvaringen	-	-	-	-
barrièrewerking	0	0	0	0
habitatverlies	-	-	-	-
indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-
Niet-broedvogels uit Natura 2000				
aanvaringen	-	-	-	-
barrièrewerking	0	0	0	0
habitatverlies	0	0	0	0
indirecte effecten	0/-	0/-	0/-	0/-
Trekvogels				
aanvaringen	--	--	-	-
barrièrewerking	0/-	0/-	0/-	0/-
habitatverlies	0	0	0	0
indirecte effecten	0	0	0	0
Vleermuizen				
Aanvaringen	-	-	-	-
Barrièrewerking	0	0	0	0
Habitatverlies	0	0	0	0
Indirecte effecten	-	-	-	-
Verwijderingsfase				
Vogels				
Verwijdering windturbines	0/-	0/-	0/-	0/-
Toename scheepvaart	0/-	0/-	0/-	0/-
Vleermuizen				
Verwijdering windturbines	0	0	0	0

Toename scheepvaart	0/+	0/+	0/+	0/+

12.3.3 Onderwaterleven

Vissen en benthos

De effecten op benthos (bodemdieren) en vissen zijn klein van omvang en soms zelfs licht positief (zie Tabel 12-3). Voor benthos en vissen leiden de verschillende alternatieven (zie Tabel 12-10) niet tot onderscheid in de effectbeoordelingen. Voor benthos en vissen is een negatieve beoordeling gegeven voor habitatdestructie door bodemberoering tijdens de aanleg.

Voor vissen met een sterk demersale levenswijze geldt dat individuen geschaad kunnen worden doordat de zachte bodemstructuur wordt vervangen door een harde bodemstructuur ter plaatse van de windturbinefunderingen, erosiebescherming bestortingen en inter-array kabels. 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 door bodemberoering worden daarom als licht negatief beoordeeld.

Voor benthos geldt dat het areaal aan bodem dat beïnvloed zal worden in het plangebied verwaarloosbaar is 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 door bodemberoering licht negatief beoordeeld.

Er zijn geen langdurige meetreeksen beschikbaar, maar uit bestaande studies blijkt dat heigeluid bij de aanleg van windparken doorgaans weinig effect heeft op vis. Alleen op zeer korte afstand van de bron van het heigeluid bestaat een risico op sterfte. Wetenschappelijke veldstudies tonen tot nu toe geen directe of indirecte vissterfte aan door heiwerkzaamheden, al blijft onderzoek naar soorten met een gesloten zwemblaas en naar het effect van particle motion beperkt. Daarom worden de effecten van onderwatergeluid tijdens de aanlegfase als licht negatief beoordeeld, terwijl schadelijke effecten van trillingen zelf onwaarschijnlijk worden geacht.

De effecten van elektromagnetische velden (EMV) op vissen en benthos zijn nog grotendeels onzeker, al wordt verwacht dat vooral haaien, roggen en bepaalde trekvissen gevoelig kunnen zijn vanwege hun gebruik van elektroreceptie en het aardmagnetisch veld. Eventuele effecten (bijvoorbeeld gedragsverandering) zullen zich waarschijnlijk beperken tot de directe omgeving van inter-array kabels. Tot dusver is er nog geen bewijs dat er significant biologisch schadelijke gevolgen optreden (bijvoorbeeld sterfte). Er is nog een kennisleemte over de precieze effecten van EMV. Daarom wordt het effect van EMV, met name door de kennisleemtes, als licht negatief beoordeeld.

Alle andere effecten zijn neutraal of zelfs licht positief beoordeeld (zie Tabel 12-3).

Tabel 12-3 Effectbeoordeling benthos en vissen

Fase	Effecten windpark	Benthos	Vissen

Aanleg	Geluid door heien	0	0/-
	Vertroebeling door bodemberoering	0	0
	Habitatdestructie door bodemberoering	0/-	0/-
Exploitatie	Continu geluid	N.v.t.	0
	Aanwezigheid hard substraat	0/+	0/+
	Uitsluiting van sleepnetvisserij	0/+	0
	EMV door kabels	0/-	0/-
Verwijdering	Verwijdering hard substraat[165]	0	0

Zeezoogdieren
Voor alle alternatieven geldt dat het aantal dagen waarop bruinvissen en zeehonden worden verstoord (dierverstoringsdagen) in dit MER voor kavel I-B lager ligt dan de berekende aantallen dierverstoringsdagen die zijn berekend voor kavel I-B in KEC 5.0. Zolang de berekende aantallen dierverstoringsdagen in KEC 5.0 niet wordt overschreden wordt automatisch voldaan aan 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.

Daarom kan worden gesteld dat bij toepassing geluidnorm van SELss = 164 dB re 1 µPa2s (750 m) de Gunstige Staat van Instandhouding voor bruinvissen en zeehonden op voorhand niet in het geding is. Wat betreft het aantal dierverstoringsdagen door impulsief geluid tijdens de aanleg worden de effecten van alle alternatieven als licht negatief beoordeeld. Wel resulteert alternatief 2a en 2b in minder dierverstoringsdagen ten opzichte van alternatief 1a en 1b, vanwege het lagere aantal windturbines.

Alle andere effecten in Tabel 12-4, naast dierverstoringsdagen, tijdens de aanleg en exploitatie zijn voor elk alternatief neutraal beoordeeld.

De effecten op zeezoogdieren tijdens de verwijdering van het windpark zijn niet onderzocht. De effecten tijdens de verwijdering worden beschouwd als gelijk of kleiner dan de effecten die ontstaan tijdens de aanleg van een windpark. Daarom zijn de effectscores (*worst-case)* van verwijdering gelijk aan de aanleg.

Tabel 12-4 Effectbeoordeling zeezoogdieren

Fase / effect	**Alternatief 1a (67x15 MW)**	**Alternatief 1b (76x15 MW)**	**Alternatief 2a (50x20 MW)**	**Alternatief 2b (57x20 MW)**
Aanleg				
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid): *Bruinvissen*	0/-	0/-	0/-	0/-

[165] *In het MER is de verwijdering ook negatief (-) beoordeeld ten opzichte van de nieuwe situatie, namelijk de nieuw gevestigde benthosgemeenschap aan het harde substraat want deze wordt dan verwijderd wat negatief is voor de benthosgemeenschap op de Noordzee.*

Gewone zeehond *Grijze Zeehond*	0/- 0/-	0/- 0/-	0/- 0/-	0/- 0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0
Exploitatie				
Verstoring door schepen en windturbines (continu geluid)	0	0	0	0
Aanwezigheid hard substraat	0	0	0	0
Verbod bodemberoerende visserij	0	0	0	0
Verwijdering				
Dierverstoringsdagen (impulsief geluid): *Bruinvissen* *Gewone Zeehond* *Grijze Zeehond*	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-	 0/- 0/- 0/-
Aantal fysiek aangetaste dieren	0	0	0	0

12.3.4 Scheepvaartveiligheid

De totale aanvaring- en aandrijffrequentie voor kavel I-B is 0,0187, wat neerkomt op één aanvaring of aandrijving per 53 jaar. Vanwege deze kans op aanvaring en/of aandrijving met een windturbine wordt dit deelaspect negatief beoordeeld. Immers is er in de huidige situatie geen kans op een aanvaring of aandrijving met een windturbine in het windpark van kavel I-B.
Voor kavel I-B is het verwachtte aantal doden per jaar (een vorm van gevolgschade) door een aanvaring of aandrijving met een windturbine 0,006583. Een andere vorm van gevolgschade is schade aan het schip of aan de windturbine. In 47,6% van de aanvaringen of aandrijvingen is er sprake van schade aan de scheepshuid of sprake van de gondel of mast op het schip valt. In 74% van de aanvaringen of aandrijvingen zal er schade aan de windturbine optreden doordat deze omvalt of scheef gaat staan. Het effect gevolgschade licht negatief beoordeeld, omdat er een verwacht aantal doden per jaar door een aanvaring zijn en er sprake kan zijn van schade aan het schip of windturbine. Echter zijn de inschattingen wel (zeer) conservatief van aard (met name bij de kans op doden).
Voor kavel I-B geldt dat, gelet op de verschillende verkeerroutes en verkeersstromen rond het windpark, er weinig tot geen situaties zijn waarbij de kavel de zichtlijnen beïnvloedt. Er zijn daarmee goede uitwijkmogelijkheden en dit wordt dan ook neutraal beoordeeld.

De effectenbeoordeling van het thema scheepvaartveiligheid is weergegeven in Tabel 12-5. Voor scheepvaartveiligheid is het worst-case alternatief (alternatief 1b, 15%-overplanting) de opstelling van 76 windturbines van 15 MW. Bij een lager aantal windturbines, de andere alternatieven, in de kavel zullen de effecten altijd minder negatief uitvallen.

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-B geldt dat de windturbines 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 alternatieven 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 zijn (zie Tabel 12-7). 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 12-7 Effectbeoordeling overige gebruiksfuncties

Onderwerp	Beoordelingscriterium	Effectscore
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. Er is een licht negatief effect op de mijnbouw omdat 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 routering van de parkbekabeling en de selectie van windturbineposities.

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-B 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 en vermeden emissies

In eerdere MER's is gebleken dat voor de elektriciteitsopbrengst het verschil of 1 GW aan opgesteld vermogen wordt gehaald met een hoger aantal kleinere turbines (67 x 15 MW = 1.005 MW), of met een kleiner aantal grotere turbines (50 x 20 MW = 1.000 MW), beperkt is. De effectbeoordeling is dan ook gelijk voor beide alternatieven. Voor het thema elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies is daarom gekeken naar het verschil tussen de scenario's met en zonder overplanting van 15% bij de plaatsing van 15 MW windturbines (alternatieven 1a en 1b (zie Tabel 12-8)). Het overplantingsalternatief met 76 x 15 MW windturbines geeft een iets grotere elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie. Dit geeft echter geen verschil in de effectbeoordeling. De effecten op de deelaspecten elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie worden voor de twee alternatieven zeer positief (++) beoordeeld(zie Tabel 12-8).

Tabel 12-8 Overzicht effectbeoordelingen Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

Deelaspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling alternatief 1a¨(67 x 15 MW)	Effectbeoordeling alternatief 1b (76 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. Voor cumulatieve effecten op vogels is er gebruik gemaakt 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

Aspect	Relevante cumulatieve effecten
Morfologie en hydrodynamica	Uit recente studies is gebleken dat zeer grootschalige ontwikkeling van windenergie op de Noordzee effect kan hebben op (het mengen van) de stratificatie, de waterbeweging en morfologie. Kwantificering van de effecten dient in nadere studies verder bepaald te worden. Echter is te verwachten op basis van modelstudies waarin een scenario geschetst wordt voor 2050 waarin het grootste deel van de zuidelijke en centrale Noordzee (schaal: honderden vierkante kilometers) in zekere mate effecten zal ervaren van cumulatie door de toenemende hoeveelheid aan (geplande) windparken op zee. De effecten die optreden beïnvloeden vervolgens onder andere de hydrodynamica, stratificatie en de troebelheid. Zo kan het stratificatieregime (seizoenaal of permanent of sporadisch gestratificeerd) veranderen ten opzichte van de huidige (natuurlijke) situatie doordat er meer verticale menging plaatsvindt. Bovendien worden de stromingen en daarmee residuele stroming beïnvloed wat effecten heeft op de

	langdurige sediment transporten. Uit de effectbeschrijving voor kavel I-B (zie paragraf 12.3.1) blijkt dat er geen wezenlijke effecten optreden. Alle effecten zijn daarmee verwaarloosbaar en treden slechts zeer lokaal op. Daarnaast zijn ook de effecten tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering zeer tijdelijk.
Vogels en vleermuizen	<u>Vogels</u> Significant negatieve effecten in cumulatie kunnen voor alle zeevogel- en trekvogelsoorten uitgesloten worden. Wel zijn er in de cumulatieve effectbeoordeling overschrijdingen van de ALI-drempelwaarden geconstateerd onder de jan-van-gent en de zeekoet ten gevolge van respectievelijk aanvaringen en habitatverlies. De huidige Staat van Instandhouding is gunstig voor beide soorten en de populatietrend matig toenemend voor de jan-van-gent en positief voor de zeekoet. Daarom kunnen, op basis van de huidige inzichten significante negatieve effecten op de jan-van-gent en zeekoet uitgesloten worden. Let wel, gezien de effecten van vogelgriep in 2022 onder de jan-van-gent moeten de populatie-ontwikkelingen van deze soort bijzonder kritisch gevolgd worden. De populatie laat de eerste signalen zien van herstel en daarom blijft de huidige Staat van Instandhouding gunstig. <u>Vleermuizen</u> 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, is niet goed bekend. Volgens de gebruikte rekenmethode komt het aantal slachtoffers in cumulatie onder de ruige dwergvleermuis wel boven de gebruikte toetswaarde. Hierbij geldt dat door de kennisleemte er sprake is van een opeenstapeling van worst-case benaderingen die effect hoogst waarschijnlijk overschat.
Onderwaterleven	<u>Benthos en vissen</u> De toename van het aantal windturbines en funderingen zou kunnen leiden tot verandering in stroming, stratificatie of primaire productie wat kan doorwerken op bodemdieren. Ook is het mogelijk dat de harde ondergrond van erosiebescherming en windturbinepalen de kolonisatie van exoten faciliteert. Er is echter (op dit moment) niet genoeg informatie beschikbaar om deze effecten te kunnen inschatten. <u>Zeezoogdieren</u> Bij toepassing van de geluidnormen in de vastgestelde kavelbesluiten en toepassing van 164 dB re 1 mPa^2s op 750 meter van de geluidsbron voor kavel I-B en overige toekomstige windparken in de Nederlandse Noordzee, zal verstoring noch bij zeehonden noch bij bruinvissen leiden tot significante cumulatieve effecten.
Scheepvaartveiligheid	In de afgelopen jaren zijn er verschillende onderzoeken uitgevoerd naar de cumulatieve effecten van de bouw van windparken op de Noordzee (zie Hoofdstuk 8 en Bijlage 6). Hieruit blijkt (waarbij aangenomen is dat er geen doorvaart in windparken zal plaatsvinden) dat de totale verwachte aanvaring- en aandrijffrequentie (met een windturbine) 0,56 per jaar is. Dit staat gelijk aan eens in de 1,8 jaar. Wanneer er versneld wind op zee wordt gerealiseerd dan loopt deze frequentie op naar 0,987. Dit staat gelijk aan eens in de 1,0 jaar. Doordat de cumulatie onderzoeken integraal zijn meegenomen in de berekeningen van kavel I-B (zie Bijlage 6), zijn cumulatieve effecten niet apart beschouwd. Daarnaast geldt dat door de ligging van windenergiegebied Nederwiek ten opzichte van de

	bestaande vaarbanen de aanleg van winparken in windenergiegebied Nederwiek niet tot nauwelijks invloed heeft op de route structuur op de Noordzee.
Landschap	Een windpark in kavel I-B is niet zichtbaar vanaf de kust. Er is dan ook geen sprake van cumulatieve effecten.
Overige gebruiksfuncties	Visserij Bij de komst van meer windparken op zee neemt het totale ruimtebeslag toe. (Hierbij wordt ervan uitgegaan dat alle (toekomstige) windparken op zee worden uitgesloten voor de visserij.) Hierdoor wordt een groter gebied gesloten voor de visserij. Het toekomstig 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 vergroot 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 OO Met een groter aantal turbines op de Noordzee wordt ook de kans groter dat archeologisch resten worden aangetast, of OO worden aangetroffen. Met de realisatie van de windturbines in kavel I-B wordt deze kans dus vergroot, al zijn er goede mitigerende maatregelen beschikbaar.
Elektriciteitsopbrengst	Door de toename van windparken op de Noordzee nemen de mogelijke zog-effecten toe. Voor kavel I-B zijn de zogverliezen met 5,0 %-punt toegenomen van 15,0 tot 20,0 % (voor de opstelling met 67 turbines) bij verdere invulling van windenergiegebieden op de Nederlandse en Britse Noordzee, en de netto elektriciteitsopbrengst neemt af met 5,56% van 4.162 GWh/j tot 3.930 GWh/j. De hoeveelheid vermeden emissie neemt hierdoor ook af met 5,56 %.

12.5 Bandbreedtebenadering en milieuaspect-overschrijdende conclusies

Per milieuaspect is beschreven welke bandbreedte is beoordeeld in dit MER. De bandbreedte is gedefinieerd door het windturbinetype (15 of 20 MW), aantallen windturbines, 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 vier 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	Vermogen windturbine (MW)	Aantal windturbines	Indicatief totaal vermogen (MW)	Maximale rotordiameter (m)	Maximale tiphoogte (m)
Alternatief 1a	15	67	1.005	236	261

Alternatief 1b (15%-overplanting)	15	76	1.140	236	261
Alternatief 2a	20	50	1.000	280	305
Alternatief 2b (15%-overplanting)	20	57	1.140	280	305

Voor de milieuaspecten scheepvaartveiligheid en elektriciteitsopbrengst is alleen uitgegaan van een worst-case situatie. Voor scheepvaartveiligheid is uitgegaan van de worst-case (alternatief 1b), 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 1 GW aan opgesteld vermogen wordt gehaald met een hoger aantal kleinere turbines (67 x 15 MW = 1.005 MW), of met een kleiner aantal grotere turbines (50 x 20 MW = 1.000 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 15% (alternatief 1b en 2b) bestaat uit meer windturbines dan het basisalternatief en geeft 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.

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 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 1 GW voor kavel I-B 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 verstorende 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 maar zijn het wel potentiële mogelijkheden als mitigerende maatregelen om geluidsreductie toe te passen (zie paragraaf 12.7).

Tabel 12-11 Conclusies effecten bandbreedtebenadering

Milieuaspect	15 of 20 MW windturbines	Alternatieve funderingstypes	Alternatieve aanlegtechniek funderingen
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. 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	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.

		biodiversiteit door toename hard substraat worden verbeterd.	
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

12.6.1.1 Broedvogels

Kavel I-B 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-B. Het blijkt dat bijvoorbeeld individuen uit kolonies van jan-van-genten in theorie windenergiebied Nederwiek wel kunnen bereiken, maar verwacht mag worden dat vliegbewegingen door kavel I-B incidenteel zullen zijn en er derhalve geen significant negatieve effecten worden verwacht voor beschermde kolonies.

12.6.1.2 Niet-broedvogels

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

12.6.1.3 Trekvogels

Voor de acht meest kritieke trekvogelsoorten zijn in het kader van de KEC 5.0 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

De westzijde van kavel I-B 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 en heeft een oppervlakte van 36.951 km^2. De overlap van de verstoringscontour met de SAC bedraagt maximaal circa 800 km^2 als van de geluidnorm van SELss = 164 dB re 1 μPa^{2}s (750 m) wordt uitgegaan. Dit is de overlap wanneer er in windenergiegebied Nederwiek (zuid) 2 GW aan windparken wordt gerealiseerd. In dat geval is dit 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[166]. Grensoverschrijdende 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-B 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 12-12 zijn de mogelijke mitigerende maatregelen samengevat. In het kabelbesluit wordt besloten welke maatregelen voorgeschreven worden. Daarbij wordt integraal naar de maatregelen gekeken en wordt de effectiviteit van de maatregelen ook afgezet tegen de eventuele nadelen, zoals bijvoorbeeld meerkosten voor de bouw (bij bijvoorbeeld tiplaagteverhoging). Maatregelen kunnen ook voordeel voor het ene aspect hebben en weer nadelen voor het andere aspect. Zo is er vanuit ecologie een voorkeur om grotere windturbines (tot 20 MW) te plaatsen in plaats van meer ‘kleinere’ (tot 15 MW), maar levert dat wel meer bodemberoering op. Een ander voorbeeld is het toestaan van overplanting (tot 15% meer vermogen), waardoor er meer duurzame elektriciteit wordt opgewekt, maar er ook meer vogelslachtoffers zijn te verwachten.

Tabel 12-12 Mogelijke mitigerende maatregelen

Aspect	Effect	Mogelijke mitigerende maatregelen
Vogels en vleermuizen	Verstoring (aanlegfase)	Bouwen in periodes wanneer er weinig verstoringsgevoelige soorten aanwezig zijn. Minimale verlichting op schepen toepassen, met een ‘vogelvriendelijke’ kleur.
	Verstoring en slachtoffers (gebruiksfase)	Minimale verlichting op schepen toepassen, met een ‘vogelvriendelijke’ kleur Aanbrengen van reflectors, lasers en akoestische waarschuwingssignalen om vogels te ‘verjagen’ om aanvaringsslachtoffers te verminderen. Stilzetten windturbines bij bepaalde weersomstandigheden in combinatie met gesignaleerde trekpieken. Voor vleermuizen geldt verlaag de draaisnelheid van de rotorbladen gedurende de momenten waarop veel vleermuizen te verwachten zijn in het windpark. Dit kan in

[166] *https://data.jncc.gov.uk/data/206f2222-5c2b-4312-99ba-d59dfd1dec1d/SouthernNorthSea-conservation-advice.pdf*

		combinatie met de ontwikkeling van vleermuisdetectietechnologie. Installeer een zo klein mogelijk aantal grote windturbines in plaats van groter aantal kleinere windturbines. Door slim plannen van onderhoudswerkzaamheden, wanneer windturbines stil worden gezet, kunnen slachtoffers worden voorkomen (denk aan periodes met verhoogde vogelactiviteit) Verhogen van de tiplaagte: het verhogen van de tiplaagte tot 35 meter resulteerde in modelberekeningen (uitgevoerd voor Nederwiek I-A) in een relatieve vermindering van het aantal zeevogelslachtoffers variërend van circa 20% (bij grote mantelmeeuwen) tot circa 60% (bij drieteenmeeuwen), al gaat het in het geval van Nederwiek I-B om een absolute reductie van enkele slachtoffers. Dit patroon gold zowel voor turbines met een lager (15 MW) als met een hoger (20 MW) vermogen. Er bestaan echter nog geen onderzoeksdata die dit effect in de praktijk hebben aangetoond. De eerste projecten om dit te testen lopen wel. Ook heeft het effect op de kosten van de benodigde (zwaardere) fundering.
	Verstoring (verwijderingsfase)	Slopen in een periode dat er weinig verstoringsgevoelige soorten aanwezig zijn en een verwijderingsmethode toe te passen met relatief minder geluidsproductie. Minimale verlichting op schepen toepassen, met een ‘vogelvriendelijke’ kleur.
Onderwaterleven	Verstoring en habitatdestructie (aanlegfase)	<u>Benthos en vissen</u> Gebruik een zo klein mogelijke fundering om verstoring en habitatdestructie tijdens de aanlegfase te verminderen. Tegelijk biedt een grotere fundering meer hardsubstraat, wat juist in de gebruiksfase tot positieve effecten leidt. Ontzien van locaties met biogene riffen. Gebruik alternatieve funderingstechnieken anders dan heien. <u>Zeezoogdieren</u> Gebruik geluiddempende maatregelen (heimantels, bellenschermen e.d.). Gebruik afschrikmiddelen (slow/soft start of Acoustic Deterrent Devices). Kies voor de meest ondiepe locaties in het plangebied. Kies voor een klein aantal, relatief grote windturbines in plaats van meerdere kleinere. Voer de heiwerkzaamheden uit in een periode met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren.

		Gebruik alternatieve funderingstechnieken anders dan heien.
	Verstoring en habitatdestructie (verwijderingsfase)	Benthos en vissen Er kunnen alternatieve, biologisch afbreekbare materialen worden gebruikt voor erosiebescherming die tijdens de gebruiksfase van het windpark voldoende bescherming bieden en daarna kunnen blijven liggen. Deze materialen breken geleidelijk af en kunnen op lange termijn een gunstige functie hebben voor benthos en vis.
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.
	Ontplofbare oorlogsresten	Er is nader onderzoek benodigd om ontplofbare oorlogsresten op te sporen en deze vervolgens (eventueel) 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

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.

Er zijn geen aspecten in dit MER die de beschouwde bandbreedte inperken. Wel is het vanuit milieuperspectief gunstig om grotere windturbines (tot 20 MW) toe te passen, omdat je met minder windturbines de opgave van 1 GW voor kavel I-B kan invullen met minder effecten op ecologie en scheepvaart. Zie ook paragraaf 12.5 voor een nadere toelichting.

Een aantal maatregelen is nodig om cumulatieve effecten op vogels, vleermuizen en bruinvissen te beperken of om de gunstige staat van instandhouding te kunnen garanderen of te voldoen aan de zorgplicht. Het gaat om bijvoorbeeld een stilstandvoorziening bij vogeltrek (zorgplicht) en vleermuistrek (gunstige staat van instandhouding) en het voldoen aan een geluidsnorm voor onderwatergeluid bij het heien (gunstige staat van instandhouding). 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.

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 vogels, vleermuizen en bruinvissen geborgd te worden.

12.9 Leemte in kennis

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-B 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-B. 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.

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[167].

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

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 km^2.

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[168].

Tabel 12-13 MOSWOZ thema's

Thema	Uitleg thema
Hydro/Meteo	Analyseren of er hydrodynamische of meteorologische effecten zijn die voor scheepvaartveiligheid relevant zijn in de omgeving van windparken.

[167] *Voor meer informatie zie de website: https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie-zee/ecologie/wind-zee-ecologisch.*
[168] *Voor meer informatie zie de website: https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/scheepvaart-moswoz/.*

Aanvaringen	Analyseren 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.