



**BMM**  
BEHEERSEENHEID VAN HET MATHEMATISCH  
MODEL VAN DE NOORDZEE  
MODULO NATUUR, KBIN

## **Milieueffectenbeoordeling van de aanvraag van Elia Asset NV voor het verkrijgen van een milieuvergunning voor de installatie en exploitatie van het Modular Offshore Grid 2**

---

Juli 2023



BMM  
Vautierstraat 29  
B-1000 Brussel  
België

---

## Inhoud

1.	Inleiding .....	4
2.	Aanvrager .....	6
3.	Beschrijving van het project .....	6
4.	Juridische achtergrond .....	7
5.	Referentiesituatie, autonome ontwikkeling.....	10
6.	Alternatieven .....	10
7.	Klimaat, LCA en luchtkwaliteit (CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> en PM <sub>10</sub> ) .....	11
8.	Geluid en trillingen .....	21
9.	Elektromagnetische velden en warmtedissipatie .....	24
10.	Hydrodynamica .....	29
11.	Sedimentologie - bodem .....	38
12.	Waterkwaliteit: fytoplankton en nutriëntencyclus.....	60
13.	Schadelijke stoffen in water en sediment.....	63
14.	Afval.....	67
15.	Benthos (macrobenthos, epibenthos), vis en harde substraten .....	70
16.	Zeezoogdieren .....	79
17.	(Zee)vogels en vleermuizen .....	86
18.	Risico's en veiligheid.....	96
19.	Cultureel erfgoed .....	103
20.	Interactie met andere menselijke activiteiten .....	104
21.	Zeezicht en invloed op de bevolking .....	109
22.	Natuur-inclusief ontwerp .....	110
23.	Cumulatieve en grensoverschrijdende effecten .....	111
24.	Beoordeling van de alternatieven .....	112
25.	Passende beoordeling .....	112
26.	Publieke consultatie .....	112
27.	Besluit .....	113
28.	Bijlagen aan de MEB.....	118
	Referenties .....	119
	Colofon .....	129

## Lijst met afkortingen

AC/DC	Wisselstroom/gelijkstroom
AIS	Automatic Identification System
ATONs	Aids to navigation
BACI	Before-after-control-impact
BAG	Before-after gradient
BaZ	Berichten aan Zeevarenden
BDNZ	Belgisch Deel van de Noordzee
BMM	Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee
BS	Belgisch Staatsblad
CBRA	Cable Burial Risk Assessment
D	Descriptor (in het kader van de KRMS)
DG	Directoraat-Generaal
DG Leefmilieu	Directoraat-generaal Leefmilieu van de FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu
DP	Dynamische positionering
EMV	Elektromagnetische velden
EU	Europese Unie
FOD	Federale Overheidsdienst
GMT	Goede milieutoestand/Good Environmental Status
HVDC	Hoogspanningsgelijkstroom, high-voltage direct current
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
KB	Koninklijk besluit
KB CIA	KB van 22 juli 2019 tot vaststelling van de procedure tot het bekomen van een gebruiksvergunning voor de zones van commerciële en industriële activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België
KBIN	Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen
KB MEB	KB van 9 september 2003 houdende de regels betreffende de milieueffectenbeoordeling in toepassing van de MMM-wet
KB MBG	KB van 27 oktober 2016 betreffende de procedure tot aanduiding en beheer van de mariene beschermde gebieden
KB MRP	KB van 22 mei 2019 tot vaststelling van het marien ruimtelijk plan voor de periode 2020-2026 in de Belgische zeegebieden
KB VEMA	KB van 7 september 2003 houdende de procedure tot vergunning en machtiging van bepaalde activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België
KRMS	Kaderrichtlijn Mariene Strategie (Richtlijn 2008/56/EG)
LCA	Life Cycle Analysis
MB	Ministerieel besluit
MEB	Milieueffectenbeoordeling
MER	Milieueffectenrapport van het MOG2 (Boerema et al., 2022a)
MMM-wet	Wet ter bescherming van het mariene milieu van 20 januari 1999
MOG	Modular Offshore Grid
MRP	Marien Ruimtelijk Plan (zonder verdere specificatie MRP 2020-2026)

---

NTS	Niet-technische samenvatting van het MER (Boerema et al., 2022b)
OHVS	Offshore high voltage station
PAK	Polyaromatische koolwaterstoffen
PCB	Polychloorbifenyyl
PEZ	Prinses Elisabethzone
PM	Particulate matter
POM	Particulair organisch materiaal
SBZ	Speciale Beschermingszone voor vogels
SPM	Materie in suspensie (SPMc: concentratie van materie in suspensie)
UxO	Unexploded ordnance

---

# 1. Inleiding

## 1.1 Aanvraag en procedureverloop

Elia Asset nv heeft op 9 januari 2023 een aanvraag ingediend voor een machtiging voor het bouwen en een vergunning voor het exploiteren van het “Modular Offshore Grid 2” (MOG2) in het Belgische deel van de Noordzee (BDNZ). De activiteit waarvoor deze aanvraag werd ingediend, dient, overeenkomstig de wet van 11 december 2022 ter bescherming van het marien milieu en ter organisatie van de mariene ruimtelijke planning in de Belgische zeegebieden (BS 16 december 2022), het voorwerp uit te maken van een beoordeling van de milieueffecten door de bevoegde overheid. Gezien de aanvraag kort na het publiceren van deze nieuwe wet ingediend werd, refereert de aanvraag naar de oude wet: de wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België (verder aangeduid als de ‘MMM-wet’). Gezien de wet van 2022 nog niet praktisch uitgevoerd werd met besluiten, blijven de bestaande uitvoeringsbesluiten van de MMM-wet van kracht, en wordt frequent hiernaar verwezen.

Samen met de aanvraag werd een dossier betrekend aan de Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee (BMM; verder aangeduid als ‘het bestuur’) bestaande uit een milieueffectenrapport (MER; Boerema et al., 2022a), een niet-technische samenvatting (NTS) in het Nederlands en het Engels (Boerema et al., 2022b), een visserijeffectenrapport (Vanelslander & Sys, 2022), een ontwerp van passende beoordeling (Pandelaers, 2022) en een aantal technische bijlagen.

Het bestuur heeft de volledigheid en de ontvankelijkheid van de aanvraag onderzocht, overeenkomstig artikel 14 van het koninklijk besluit (KB) van 7 september 2003 houdende de procedure tot vergunning en machtiging van bepaalde activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België (verder aangeduid als ‘KB VEMA’). Uit dit onderzoek, dat nog geen beoordeling van de onderzoeken of van gebruikte gegevens, noch een beoordeling van de effecten inhoudt, bleek dat (1) de aanvraag de gegevens of documenten omvatte die vereist zijn op grond van artikel 13, §1, eerste lid, 1° tot en met 4° van het KB VEMA en (2) dat de aanvraag het vereiste MER omvatte, dat de gegevens of documenten bedoeld in artikelen 8 tot 11 van het KB van 9 september 2003 houdende de regels betreffende de milieueffectenbeoordeling in toepassing van de MMM-wet (verder aangeduid als ‘KB MEB’) in het algemeen op voldoende wijze inhield. Het bestuur heeft op 17 januari 2023 de minister van Noordzee positief geadviseerd over de volledigheid en ontvankelijkheid van dit dossier. De minister heeft de aanvraag volledig en ontvankelijk verklaard op 20 januari 2023.

Conform het KB van 27 oktober 2016 tot aanduiding en beheer van de mariene beschermde gebieden (verder aangeduid als KB ‘MBG’) werd een ontwerp van passende beoordeling toegevoegd aan de aanvraag (Pandelaers, 2022), gezien die een beoogde activiteit betreft die ten minste gedeeltelijk plaatsvindt in Natura 2000-gebieden, of er een effect kan op hebben. De passende beoordeling moet toelaten de impact te beoordelen op de instandhoudingsdoelstellingen die voor Natura 2000-gebieden vooropgesteld werden. De instandhoudingsdoelstellingen werden vastgelegd bij ministerieel besluit (MB) van 11 januari 2022.

Het aanvraagdossier, het MER, het onderzoek van de effecten op zeevisserij, het ontwerp van passende beoordeling en de bijlagen werden onderworpen aan een publieke consultatie zoals gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad van 8 februari 2023. Het dossier lag ter inzage in de kantoren van het bestuur te Brussel en Oostende en bij de kustgemeenten van 8 februari tot 10 maart 2023 en was digitaal beschikbaar via de website van het bestuur. Belanghebbenden konden standpunten, op-

merkingen en bezwaren aan het bestuur overmaken tot en met 25 maart 2023. Een vraag voor advies werd, via het secretariaat Kustwacht, gericht aan de kustwachtpartners.

Omdat de activiteit mogelijk grensoverschrijdende effecten zou kunnen hebben, werd het dossier, in het kader van artikel 3 van de ESPOO-Convention en artikel 19 van het KB VEMA, overgemaakt aan Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, Denemarken en Nederland. Het dossier was beschikbaar vanaf 8 februari 2023. Opmerkingen in het kader van de ESPOO-procedure konden overgemaakt worden tot 24 april 2023 (artikel 19 §2 van het KB VEMA).

Na overleg met de verschillende experts van het team dat de milieueffecten beoordeelt, heeft het bestuur geoordeeld dat het niet haalbaar is om haar advies voor dit dossier over te maken aan de minister binnen de termijn van honderd dagen vanaf de aanvang (datum van betaling van de retributie), zoals vastgelegd in artikel 20, §1 van het KB VEMA. Overeenkomstig artikel 20, §2 van het KB VEMA werd op 15 maart 2023 verzocht om de adviestermin eenmalig te verlengen met 80 dagen. De vraag voor verlenging werd toegekend door de minister op 17 maart 2023.

Gezien de aanvraag ook het leggen van kabels inhoudt, heeft Elia Asset NV ook een aanvraag tot het bekomen van een kabellegvergunning ingediend bij de Algemene Directie Energie (FOD Economie, K.M.O., Middenstand en Energie, Afdeling Moleculen, Offshore & Vergunningen). Deze aanvraag wordt door de Algemene Directie Energie onderzocht volgens de procedure voorgeschreven door het koninklijk besluit van 12 maart 2002 betreffende de nadere regels voor het leggen van kabels die in de territoriale zee of het nationaal grondgebied binnenkomen of die geplaatst of gebruikt worden in het kader van de exploratie van het continentaal plat, de exploitatie van de minerale rijkdommen en andere niet-levende rijkdommen daarvan, of van de werkzaamheden van kunstmatige eilanden, installaties of inrichtingen die onder Belgische rechtsmacht vallen. Dit onderzoek maakt geen deel uit van deze procedure.

Deze milieueffectenbeoordeling (MEB) geeft de resultaten weer van de beoordeling van de effecten per thema. De passende beoordeling wordt opgenomen in een apart document. Er wordt frequent naar passages uit het MER verwezen, zonder die te herhalen.

## 1.2 Methodologie

Na ontvangst van het MER van het project onderzoeken de verschillende experts van het bestuur en de Operationele Directie Natuurlijk Milieu (KBIN) de onderwerpen met betrekking tot hun expertise. Om alle relevante aspecten van de verwachte milieu-impact te onderzoeken en te evalueren worden, indien nodig, bijkomende gegevens opgevraagd, worden bijkomende studies uitgevoerd en wordt literatuur geconsulteerd. Voor de disciplines die dit vereisen, worden modellen gebruikt om bepaalde voorspellingen te kunnen doen. De informatie wordt door de experts verwerkt om tot een gefundeerde beoordeling te komen van het project voor wat betreft hun discipline. De beoordeling houdt ook rekening met de eventuele cumulatieve effecten met gelijkaardige en andere activiteiten in en om de projectzone, en eventueel in het volledige zeegebied onder Belgische rechtsbevoegdheid, en met eventuele grensoverschrijdende effecten.

Op basis van deze beoordeling bepaalt de expert of het project, of delen van het project, aanvaardbaar zijn voor zijn/haar discipline. Zo niet meldt hij/zij of eventuele milderende maatregelen of compensaties in milieuvordelen mogelijk zijn om de activiteit aanvaardbaar te maken. Indien besloten wordt dat de activiteit aanvaardbaar is, gaat de expert na of er voorwaarden dienen opgelegd te worden voor het uitvoeren van de activiteit, en welke aanbevelingen er zijn om de milieueffecten te beperken. De expert stelt ook het eventuele monitoringplan op voor de discipline van zijn/haar expertise. De

monitoring heeft tot doel om, indien een betekenisvolle negatieve impact vastgesteld wordt op het mariene milieu, gepaste bijkomende mitigerende maatregelen op te leggen.

Op basis van de beoordelingen van alle experts neemt het bestuur een algemeen besluit over de aanvaardbaarheid van het project. Maatregelen die negatieve effecten kunnen voorkomen of milderden, worden voorgesteld. De voorstellen voor voorwaarden waaraan moet voldaan worden door de vergunninghouder, aanbevelingen, het cumulatieve aspect en de voorgestelde monitoring worden eveneens voor het geheel van het project onderzocht.

Bij het opstellen van de MEB houdt het bestuur, indien relevant en waar mogelijk, rekening met de standpunten, opmerkingen en bezwaren ontvangen tijdens de publieke consultatie in binnen- en buitenland.

Waar nodig wordt in de MEB het MER aangevuld met recente of ontbrekende informatie. Bepaalde onderdelen van het MER, waaronder de beschrijving van het project, worden kort samengevat herhaald, zodat de beoordeling in belangrijke mate onafhankelijk van het MER kan worden gelezen.

De MEB wordt als document bij het advies gevoegd dat het bestuur aan de minister van Noordzee overmaakt. De minister beslist, op basis van dit advies, om de machtiging en vergunning al dan niet toe te kennen.

## 2. Aanvrager

De aanvraag werd ingediend door 'Elia Asset', naamloze vennootschap met maatschappelijke zetel te Keizerslaan 20, 1000 Brussel.

## 3. Beschrijving van het project

Het project wordt uitgebreid beschreven in de aanvraag. De belangrijkste aspecten worden hieronder samengevat.

### 3.1 Doel

Het MOG2-project beoogt de uitbreiding van het offshore transmissienet voor elektriciteit door de constructie van offshore onderstations en exportkabels voor de aansluiting van nieuwe windparken op het Belgische transmissienet. De nieuwe windparken zijn, cfr. het Marien Ruimtelijk Plan 2020-2026, voorzien in de Prinses Elisabethzone (verder aangeduid als PEZ). Er zullen voorzieningen gemaakt worden voor de aansluiting van 66 kV kabels van de toekomstige windparken in de PEZ, maar deze kabels vallen buiten de aanvraag. Er zullen mogelijk ook voorzieningen gemaakt worden voor interconnecties in HVDC met andere landen, maar ook deze maken geen deel uit van de aanvraag.

### 3.2 Ontwerp

De constructie omvat:

- Het aanleggen van een artificieel eiland bestaande uit betonnen caisson-elementen in locatie West 1; voor de aanleg worden de duintoppen genivelleerd, en na de aanleg wordt een steenbestorting uitgevoerd aan de voet van de caissons;
- Het opvullen van de caissolelementen en het eiland met zand dat gewonnen wordt in de omgeving;
- Het aanleggen van een erosiebescherming met breuksteen;

- Het plaatsen van AC en DC onderstations;
- Het aanleggen van een verbinding met het land door middel van zes 220 kV AC exportkabels en één HVDC kabelsysteem (twee DC kabels en één of twee metallic returns). Binnen de PEZ wordt gepland dat de kabels op 100 m van elkaar liggen, buiten de PEZ op 200 m.

Naast de plaatsing van de AC en DC onderstations, worden volgende bijkomende functionaliteiten voorzien op het eiland: faciliteiten voor aanmeren van dienstvaartuigen, tanken en bunkeren, opslag (water, afval, magazijn), verblijf, controlekamers, helihaven, wegeninfrastructuur, ...

Er wordt voorzien dat in modules gewerkt wordt, met fases die synchroon lopen met de timing van de voorziene windparken. Er wordt gepland te bouwen tussen 2023 en 2029: voorbereidende werken (2023), aanleg eiland (2024-2026) en gefaseerde constructie van infrastructuur (2026-2029).

## 4. Juridische achtergrond

De juridische achtergrond wordt grondig besproken in het MER, en wordt hieronder niet herhaald. De belangrijkste wetgeving is de volgende:

### 4.1 De wet ter bescherming van het marien milieu

Op 16 december 2022 werd de nieuwe wet Marien Milieu gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad. Gezien deze wet nog niet praktisch uitgevoerd wordt met besluiten, gezien de geest van de nieuwe wet gelijkaardig is aan deze van de wet van 1999, en gezien de timing van de indiening van huidig projectvoorstel, worden voor deze aanvraag de uitvoeringsbesluiten gebruikt van de wet van 1999. Zowel de oude als de nieuwe wet stellen dat bepaalde activiteiten aan een door de minister afgeleverde vergunning onderworpen worden. Aan deze vergunningsplichtige activiteiten wordt ook een verplichting tot milieueffectenbeoordeling gekoppeld. De uitvoeringsbesluiten van de MMM-wet, voor wat betreft milieuvergunningplichtige activiteiten, werden uitgewerkt in het KB VEMA en het KB MEB. Deze KB's vervullen de vereisten in de EU Richtlijn over *Environmental Impact Assessment*<sup>1</sup>. Daarnaast werd op 21 december 2001 het KB betreffende de soortenbescherming in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België uitgevaardigd.

Het KB MEB werd gewijzigd door het KB CIA<sup>2</sup>. Overeenkomstig art. 28 van dit KB werd in Artikel 11 van het KB MEB ingevoegd dat de niet-technische samenvatting een rapport over de effecten op de zeevisserij moet bevatten voor elke activiteit in of met een impact op de zesmijlszone. Dergelijk rapport is in voorliggende aanvraag bijgevoegd als bijlage 6 (Vanelslander & Sys, 2022).

---

<sup>1</sup> Richtlijn 2011/92/EU van het Europees Parlement en de Raad van 13 december 2011 betreffende de milieueffectbeoordeling van bepaalde openbare en particuliere projecten, gewijzigd bij Richtlijn 2014/52/EU (richtlijn van 16 april 2014 tot wijziging van Richtlijn 2011/92/EU betreffende de milieueffectbeoordeling van bepaalde openbare en particuliere projecten)

<sup>2</sup> Koninklijk Besluit van 22 juli 2019 tot vaststelling van de procedure tot het bekomen van een gebruiksvergunning voor de zones voor commerciële en industriële en activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België



## 4.2 Kaderrichtlijn mariene strategie (KRMS) en Kaderrichtlijn water (KRW)

De Kaderrichtlijn mariene strategie (KRMS)<sup>3</sup> bepaalt het kader waarin EU-lidstaten de nodige maatregelen moeten nemen om een goede milieutoestand (GMT) van het mariene milieu te behouden of te bereiken. De richtlijn reikt de lidstaten een reeks milieukeurmerken en antropogene drukken aan die zo objectief mogelijk gemeten moeten worden. Dankzij die metingen kunnen 'kwaliteitsindicatoren' voor het ecosysteem uitgewerkt worden. Die indicatoren zijn gebaseerd op een aantal parameters. Voor elke parameter bepalen de lidstaten streefwaarden die, waar mogelijk, door samenwerking op het niveau van de Europese Unie of het regionaal zeeverdrag werden vastgesteld. Deze kaderrichtlijn werd omgezet in de Belgische wetgeving met het KB van 23 juni 2010 betreffende de mariene strategie voor de Belgische zeegebieden (aangepast bij KB van 11 juni 2019)<sup>4</sup>. In de KRMS wordt geformuleerd hoe de goede milieutoestand bereikt wordt door middel van 11 beschrijvende elementen (descriptoren; D): elementen die verwijzen naar de toestand van het mariene milieu. Voor elk van deze beschrijvende elementen werden specifieke criteria<sup>5</sup> ter bepaling van de goede milieutoestand vastgelegd. Voor deze criteria werden milieudoelen en bijhorende indicatoren vastgelegd (Belgische Staat, 2018). De voor dit dossier belangrijke beschrijvende elementen met hun evaluatiecriteria worden behandeld in het MER.

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) biedt het kader voor de bescherming van oppervlaktewater, overgangswater, grondwater en kustwater. Ze bepaalt dat Europese wateren een goede toestand moeten bereiken in 2015 (verlengd tot 2021). De goede toestand omvat een goede chemische en ecologische toestand. De ecologische toestand, gebaseerd op de toestand van het benthos en plankton naast ondersteunende fysico-chemische elementen, is van toepassing op de kustwateren en dus beperkt tot de éénmijlszone (Belgische Staat, 2022a). De chemische toestand wordt geëvalueerd voor prioritair stoffen in de territoriale wateren (12-mijlszone). Bijkomend worden enkele Schelde-specifieke verontreinigende stoffen, koper, zink en PCB's beoordeeld in de kustwateren. Deze pollutanten met bijhorende drempelwaarden zijn eveneens opgenomen in de KRMS-milieudoelen. De andere elementen van de KRW worden hier niet verder behandeld, gezien ze, waar eventueel relevant voor dit project, eveneens van toepassing zijn in het kader van de KRMS (zie ook 2017/848/EU), OSPAR en de MMM-wet.

## 4.3 Europese Vogel- en Habitatrichtlijn

Het project heeft, afhankelijk van de alternatieven voor eiland/platformen en voor de gekozen kabelroutes, mogelijk een invloed op de volgende Natura 2000-gebieden: habitatrichtlijngebied Vlaamse Banken, Speciale beschermingszone voor vogels (SBZ) SBZ2 (voor Oostende) en SBZ3 voor Zeebrugge<sup>6</sup>. Voor deze zones werden instandhoudingsdoelstellingen aangenomen<sup>7</sup>. Voor plannen en projecten die niet direct verband houden met het beheer van het gebied, maar significante gevolgen kunnen heb-

---

<sup>3</sup> Richtlijn 2008/56/EG van het Europees Parlement en de Raad van 17 juni 2008 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het beleid ten aanzien van het mariene milieu. (gewijzigd)

<sup>4</sup> Zie <https://odnature.naturalsciences.be/msfd/>

<sup>5</sup> Besluit 2017/848 van de Commissie van 17 mei 2017 tot vaststelling van criteria en methodologische standaarden inzake de goede milieutoestand van mariene wateren en specificaties en gestandaardiseerde methoden voor monitoring en beoordeling, en tot intrekking van Besluit 2010/477/EU

<sup>6</sup> KB van 22 mei 2019 tot vaststelling van het marien ruimtelijk plan (KB MRP) voor de periode van 2020 tot 2026 dat als aanduidingsbesluit voor de zones geldt (Art. 7, §5)

<sup>7</sup> MB van 11 januari 2022 ter herziening van het MB van 2 februari 2017 betreffende de aanname van instandhoudingsdoelstellingen voor de mariene beschermde gebieden

ben voor het gebied, bestaat een procedure voor het opstellen van een passende beoordeling en voor het verlenen van een Natura 2000-toelating. Bevoegde nationale instanties kunnen slechts toestemming voor plannen of projecten geven nadat zij de zekerheid hebben verkregen dat ze de natuurlijke kenmerken van het betrokken gebied niet zullen aantasten en nadat zij in voorkomend geval inspraakmogelijkheden hebben geboden. Indien een plan of project, ondanks negatieve conclusies van de beoordeling van de gevolgen voor het gebied, bij ontstentenis van alternatieve oplossingen, om dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard, toch moet worden gerealiseerd, moeten compenserende maatregelen genomen worden om te waarborgen dat de samenhang van Natura 2000 bewaard blijft.

#### 4.4 OSPAR Verdrag

De Europese Commissie verwacht een coherente en gecoördineerde aanpak van de uitvoering van de KRMS, en vermeldt daarvoor de regionale zeeverdragen. Voor België is dat het OSPAR Verdrag inzake de bescherming van het marien milieu van de Noordoostelijke Atlantische Oceaan (Parijs, 22 september 1992; goedgekeurd bij wet van 11 mei 1995). OSPAR werkt samen met andere regionale zeeverdragen en de Europese Commissie aan de ontwikkeling van gemeenschappelijke indicatoren voor het meten van de toestand van het mariene milieu – dit zowel voor de uitvoering van de OSPAR-strategie als voor de KRMS. In 2023 publiceerde OSPAR een Quality Status Report: een samenvattende beoordeling van de toestand van het mariene milieu (OSPAR, 2023).

#### 4.5 Marien Ruimtelijk Plan (MRP) 2020-2026

Op 2 juli 2019 werd het KB van 22 mei 2019 tot vaststelling van het marien ruimtelijk plan voor de periode 2020-2026 in de Belgische zeegebieden gepubliceerd ('KB MRP'). Het MRP is het resultaat van een langdurig participatief project waarbij alle relevante stakeholders (visserijsector, scheepvaart, pleziervaarders, natuurorganisaties, ...) werden betrokken en dat goedgekeurd werd door de federale regering. Artikel 8 van het MRP stelt dat zones afgebakend worden voor de toekenning van domeinconcessies voor de bouw en exploitatie van installaties voor de productie van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen en voor de toekenning van domeinconcessies voor de bouw en exploitatie van installaties voor de transmissie van elektriciteit. De huidige aanvraag kadert hierin.

#### 4.6 Erfgoed

Voor erfgoed onder water is de volgende reglementering en wetgeving relevant:

- Het *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) Verdrag van 2 november 2001 ter bescherming van cultureel erfgoed onder water, op 5 augustus 2013 door België geratificeerd (BS 25 oktober 2013);
- De wet van 23 april 2021 tot implementatie van het UNESCO verdrag van 2 november 2001 ter bescherming van het cultureel erfgoed onder water en de bescherming van waardevolle wrakken.
- Het Koninklijk besluit tot uitvoering van de wet van 23 april 2021 tot implementatie van het UNESCO verdrag van 2 november 2001 ter bescherming van het cultureel erfgoed onder water en de bescherming van waardevolle wrakken.

In deze wetgeving zijn bepalingen opgenomen over erfgoed: voorwerpen met een cultureel, historisch of archeologisch karakter die zich onder water bevinden. In de wetgeving wordt de ontvanger van cultureel erfgoed gedefinieerd (de gouverneur van de provincie West-Vlaanderen), samen met de

dienst die belast is met de taken opgedragen door deze wet en haar uitvoeringsbesluiten (het Directoraat-generaal Scheepvaart van de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer). Ze is van belang voor activiteiten die erfgoed onder water fysiek kunnen aantasten of er rechtstreeks of onrechtstreeks andere schade aan kunnen veroorzaken.

#### 4.7 Besluit

De aanvraag van Elia Asset nv voor het verkrijgen van een machtiging voor de installatie en een milieuvergunning voor de exploitatie van het MOG2 wordt behandeld in het kader van een compleet en gepast federaal rechtsstelsel dat rekening houdt met de Europese en andere internationale regelgeving inzake natuurbehoud en het bepalen en beoordelen van de milieutoestand. Het bestuur concludeert dat er a priori geen juridische noch beleidsmatige beperkingen zijn voor de uitvoering van het project.

### 5. Referentiesituatie, autonome ontwikkeling

De referentiesituatie en de autonome ontwikkeling (voor zo ver die te bepalen is) worden uitgebreid en volledig behandeld in het MER en worden hier niet herhaald.

### 6. Alternatieven

In een afzonderlijke studie, ingediend als bijlage aan het MER, wordt besproken waarom een aantal alternatieven voor het eiland, qua ontwerp en locatie, niet werden weerhouden, met als belangrijkste drijfveer het beperken van de milieu-impact (Svašek, 2022).

- Een revetment-eiland als alternatief voor het caissoneiland werd niet weerhouden, onder meer omwille van de footprint en de noodzaak voor de aanvoer van een grote hoeveelheid breuksteen (Svašek, 2022). Het revetment-eiland wordt slechts beperkt behandeld binnen het MER.
- Twee alternatieven voor de locatie (East 1 en East 2) werden niet weerhouden door de verwachte impact op de grindbedden.

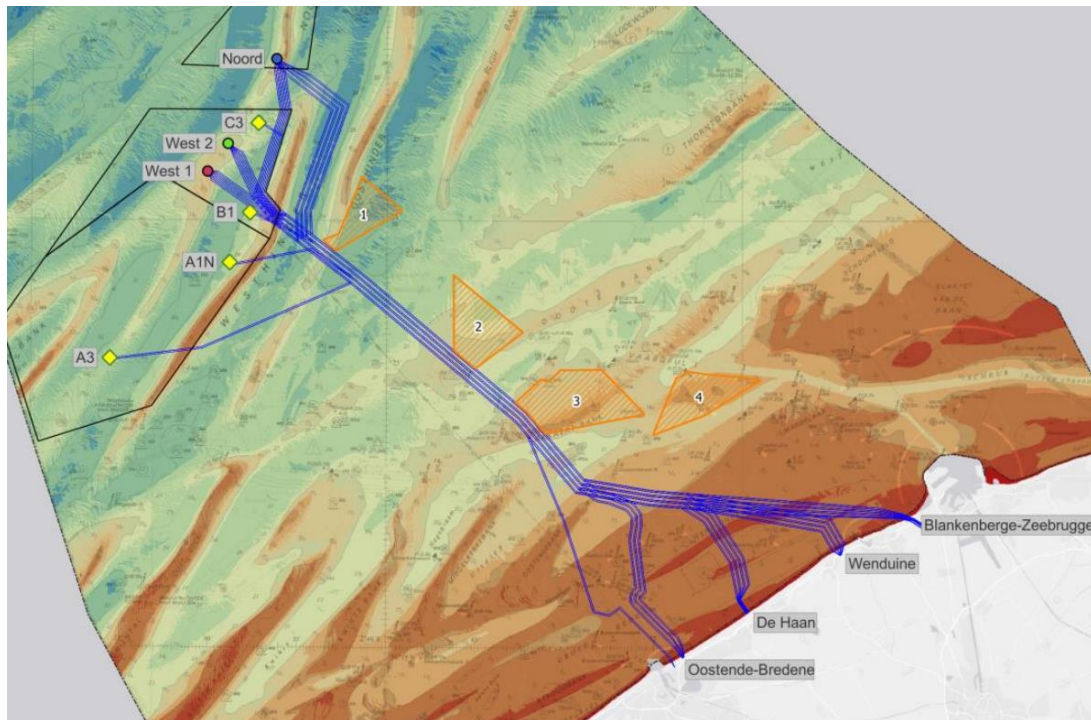
In het MER worden weerhouden mogelijke alternatieven voor de constructie van het caissoneiland West 1 onderzocht voor wat betreft hun effecten op het milieu. Daarnaast worden ook voor het leggen van de kabels alternatieven voorgesteld. Samengevat worden de volgende alternatieven gesproken (Figuur 1):

- Twee alternatieven voor de locatie van het eiland: West 2 en Noord; in tegenstelling tot bij locatie West 1 wordt bij deze alternatieven eerst een zandplateau aangebracht.
- Vier offshore high voltage stations (OHVS) verbonden met interconnecties (220 kV kabels) als technisch alternatief voor het eiland: 3 AC onderstations en 1 HVDC platform (monopile of jacketfunderingen). Dit alternatief wordt door de aanvrager niet als evenwaardig aan het eiland aanzien, gezien de doelstellingen op lange termijn (niet in de aanvraag) in dit geval slechts gedeeltelijk kunnen gerealiseerd worden. Voor de platformen worden geen locatie-alternatieven in beschouwing genomen.

In het MER worden eveneens alternatieven voor de kabels besproken, zowel voor de routes als voor de installatiesystemen:

- Alternatieve kabelroutes (deels afhankelijk van de keuze van de plaats van de onderstations en van de aanlandingszones, en bijgevolg ook van de mogelijkheden voor nieuwe transmissie-infrastructuur aan land, buiten deze beoordeling);
- Alternatieve installatiesystemen voor de kabels; deze alternatieven leiden tot een verschillende hoeveelheid zand die verplaatst moet worden;
- Plaatsing van de HVDC kabel in 1 of 2 sleuven;

Ten slotte worden in het MER ook alternatieven voor de funderingen van de OHVS stations (monopile of jacketfunderingen) besproken.



Figuur 1. Situering van het project en de alternatieven (MER)

## 7. Klimaat, LCA en luchtkwaliteit (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub>)

- De effecten van het project op het lokale windregime zijn onbestaande.
- Het alternatief van platformen leidt tijdens de constructie tot een veel lagere uitstoot van broeikasgassen dan het caissoneiland.
- De constructie van het caissoneiland op locatie West 1 leidt tot een lagere uitstoot van broeikasgassen dan op de andere locaties voor een eiland.
- Voor het aanleggen van de kabel is het ploegen de techniek met de laagste uitstoot.

### 7.1 Samenvatting

De scenario's die gebruikt werden in de Life Cycle Analyse (LCA) in het MER zijn verwarrend en bemoeilijken een eenvoudige vergelijking van de verschillende bouwscenario's. Bovendien werd in een afzonderlijke studie het alternatief van het 'revetmenteiland' verworpen, maar het staat wel nog in de andere MER-documenten vermeld. Om deze redenen werd in deze MEB een meer lineaire opsplitsing van de verschillende scenario's toegepast en werd het revetmenteiland alternatief alsnog behouden.

Aangezien daarnaast voor de verschillende scenario's het leggen van de kabels een groot aandeel inneemt van de uitstoot, en die niet veel verschilt tussen de scenario's, werd uitstoot door het aanleggen van de kabels over verschillende tracés afzonderlijk onderzocht.

Voor wat betreft het bouwen van de infrastructuur leidt de optie waarbij platformen gebruikt worden tot een duidelijk lagere uitstoot van CO<sub>2</sub> (52 kt) dan bij de caisson scenario's (1100-1400 kt CO<sub>2</sub>) of het revetmenteilandsscenario (4500 kt CO<sub>2</sub>). Indien toch voor een eiland wordt gekozen is de locatie West 1 de meest gunstige voor wat betreft de uitstoot van CO<sub>2</sub>. West 2 zorgt voor 27% extra uitstoot van CO<sub>2</sub> en Noord zorgt voor 15% extra uitstoot. De extra uitstoot voor de opties waarbij de caissons in Spanje worden gemaakt is beperkt (2%), maar gezien de totale uitstoot niet verwaarloosbaar.

Voor wat betreft het leggen van de kabel is de uitstoot min of meer vergelijkbaar tussen de verschillende scenario's en locaties, met de laagste uitstoot voor West 1, West 2 en de platformen (<1% onderling verschil) en de hoogste uitstoot voor de 2 noordelijke tracés (10% extra), met een beperkt hogere uitstoot voor de noord route 2 ten opzichte van de noord route 1 (<2% verschil). De 'plouging'-methode genereert steevast de laagste uitstoot, ongeacht welke locatie of route wordt genomen. De uitstoot van NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en PM is analoog aan deze van CO<sub>2</sub>, met de laagste uitstoot voor de platformenscenario's.

Er dient opgemerkt te worden dat de in het MER en de LCA gebruikte emissiefactoren voor CO<sub>2</sub> de CO<sub>2</sub>-emissies van de platformenscenario's lijken te overschatten en die van de eilandscenario's lijken te onderschatten. Daarnaast zal de effectieve NO<sub>x</sub> uitstoot hoogstwaarschijnlijk hoger uitvallen dan de schattingen in het MER en de LCA vanwege het gebruik van te lage NO<sub>x</sub> emissiefactoren. Voor alle berekeningen in deze MEB werd echter niet afgeweken van de gebruikte emissiefactoren in het MER en de LCA.

Bij het inschatten van de effecten binnen de diverse scenario's werden in de LCA en het MER verschillende opties weergegeven met betrekking tot de levensduur van het eiland en platformen: een andere levensduur leidt mogelijk tot andere resultaten. Aangezien de milieuvergunning enkel geldig is voor 20 jaar werden de conclusies gebaseerd op deze termijn. Er werd geen rekening gehouden met een langere gebruiksduur van het eiland.

## 7.2 Inleiding

Als bijlage bij het MER werd een uitgebreide studie toegevoegd met een LCA (Gillis, 2022). De samenvatting van dit rapport is niet altijd duidelijk noch volledig. De verschillende scenario's en alternatieven worden door elkaar gehaald waardoor de benaming van de scenario's niet altijd consequent gebruikt werd. Bovendien bemoeilijken kleine foutjes een correcte interpretatie. Ook verder in de studie werden regelmatig fouten in de tekst opgemerkt en komen de omschrijvingen in de tekst niet altijd overeen met de omschrijvingen in de tabellen. Bovendien werden er discrepanties opgemerkt tussen het MER en de studie.

Aangezien de milieuvergunning momenteel enkel kan afgeleverd worden voor een periode van 20 jaar (zoals voorzien in de relevante wetgeving) is het moeilijk om een langere levensduur mee te nemen bij de evaluatie – ondanks de langere periode waarover de platformen, het eiland als de kabels in theorie kunnen gebruikt worden. Bijgevolg is de 50 jaar voor de LCA arbitrair gekozen. Het bestuur gaat hiermee akkoord, maar alternatieve keuzes hadden de volgende kunnen zijn: 100 jaar (levensduur eiland), 80 jaar (2x levensduur van de kabel), 70 jaar (2x de levensduur van de platformen), 40 jaar (levensduur kabel) en 35 jaar (levensduur platformen). Elk alternatieve levensduur zou leiden tot een afwijkende LCA.

Ook de beschrijving van de mogelijke opties voor de kabeltracés is niet echt duidelijk. De opties en alternatieven worden door elkaar gebruikt en soms wel en soms niet in de scenario's verwerkt. De uitstoot door het leggen van de kabels neemt een groot aandeel in van de totale uitstoot. Deze uitstoot verschilt niet veel tussen de kabelscenario's. Voor deze beoordeling werden uiteindelijk twee sets van scenario's onderzocht, enerzijds de scenario's voor de infrastructuur (platformen/eiland) en anderzijds één scenario voor de kabeltracés. Telkens werd een levensduur van 20 jaar vooropgesteld als uitgangspunt voor de vergelijking van de scenario's.

In het MER en de LCA werden volgende opties voor de infrastructuur gedefinieerd:

- 1) Caisson eiland West 1
- 2) Caisson eiland West 2
- 3) Caisson eiland Noord
- 4) Revetment eiland West 1
- 5) Platform optie 1 (3AC jacket platformen +1 HVDC jacket platform)
- 6) Platform optie 2 (3AC monopile platformen +1 HVDC jacket platform)

Voor de opties 1 tot 3 is er de keuze om de caissons in België (BE) of in Spanje (ES) te laten maken. Dit geeft een totaal van 9 infrastructuur-scenario's

- 1) Caisson eiland West 1 (BE)
- 2) Caisson eiland West 2 (BE)
- 3) Caisson eiland Noord (BE)
- 4) Revetment eiland West 1
- 5) Platform optie 1 (3AC jacket platformen +1 HVDC jacket platform)
- 6) Platform optie 2 (3AC monopile platformen +1 HVDC jacket platform)
- 7) Caisson eiland West 1 (ES)
- 8) Caisson eiland West 2 (ES)
- 9) Caisson eiland Noord (ES)

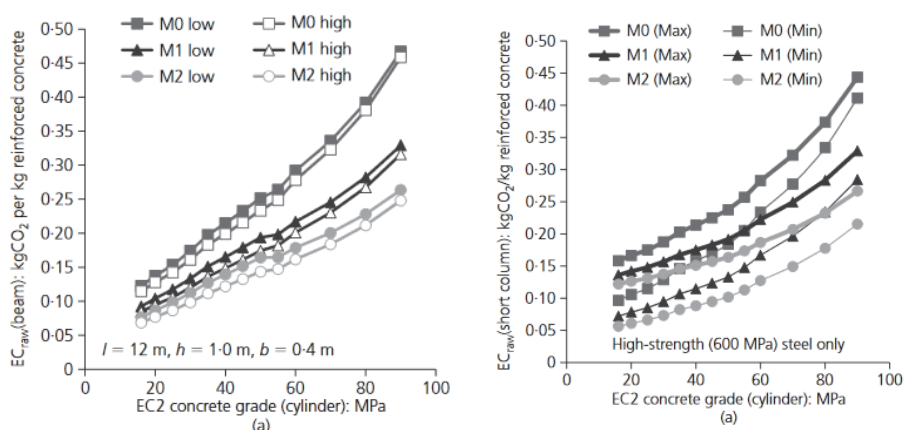
Voor het kabeltraject werden volgende opties gedefinieerd in het MER en LCA:

- 1) Kabel West 1
- 2) Kabel West 2
- 3) Kabel North route 1
- 4) Kabel North route 2
- 5) Kabel tot platformen (cable to platforms)

De LCA vermeldt dat voor het leggen van de kabel gebruik gemaakt wordt van 2 methoden 'pre-sweeping and ploughing' en 'pre-sweeping, pre-trenching and backfilling'. In het MER worden 4 methoden vermeld. Op basis van de opties en methodes in de LCA werd de lijst beperkt tot 10 scenario's:

- 1) Cable West 1 (ploughing)
- 2) Cable West 2 (ploughing)
- 3) Cable North route 1 (ploughing)
- 4) Cable North route 2 (ploughing)
- 5) Cable to Platforms (ploughing)
- 6) Cable West 1 (pre-trenching)
- 7) Cable West 2 (pre-trenching)
- 8) Cable North route 1 (pre-trenching)
- 9) Cable North route 2 (pre-trenching)
- 10) Cable to Platforms (pre-trenching)

Met betrekking tot de constructiefase kunnen enkele algemene opmerkingen gegeven worden op de LCA en het MER. Zo lijken de emissiefactoren van CO<sub>2</sub> voor de constructie van beton aan de lage kant in vergelijking met andere bronnen in de literatuur (Purnell, 2013), en bovendien is in de schatting in het MER de emissiefactor van high *strength concrete* (0.249 kg CO<sub>2</sub>/kg) lager dan die van *reinforced concrete* (0.172 kg CO<sub>2</sub>/kg), maar de 'grade' van de reinforced concrete is niet vermeld, waardoor het niet duidelijk is of hier low of high grade concrete gebruikt werd. De CO<sub>2</sub>-uitstoot van beton is zeer variabel en voor de emissiewaarden werd niet uitgegaan van de meest conservatieve waarden. Het spreekt voor zich dat dit een grote impact kan hebben op de totale berekening van de CO<sub>2</sub>-uitstoot (Figuur 2).



Figuur 2. CO<sub>2</sub>-emissiewaarden voor high strength concrete en reinforced concrete (Purnell, 2013) - deze cijfers illustreren de grote variatie van CO<sub>2</sub>-emissies afhankelijk van de 'grade'.

De emissiewaarden van roestvrij staal liggen volgens de internationale federatie van roestvrij staal met 2.13 kg CO<sub>2</sub>/kg staal wat lager dan de aangehaalde 2.28 kg CO<sub>2</sub>/kg staal (International Stainless Steel Forum, 2021). Ook hier is er echter een hoge variatie mogelijk, afhankelijk van het aandeel gerecycleerd (scrap) metaal gebruikt voor de staalproductie. Het is dan ook aan te bevelen, indien gekozen wordt voor het platformscenario, om staal met een hoog aandeel scrap materiaal te gebruiken (80%).

De emissies voor de negen verschillende infrastructuurscenario's werden berekend op basis van de informatie beschikbaar in de MER en de LCA, en zijn weergegeven in Tabel 1. Voor het bouwen van de constructies zelf, zonder rekening te houden met kabels of kabeltracés, zijn de CO<sub>2</sub> en andere emissies voor de caissoneiland scenario's (96-123 kt CO<sub>2</sub>) en het revetment eiland (127 kt CO<sub>2</sub>) 50 tot 60 keer hoger dan voor de platformen (2 kt CO<sub>2</sub>). Om deze reden wordt het gebruik van platformen aangeraden voor wat betreft de uitstoot van CO<sub>2</sub>. Indien voor een eiland wordt gekozen, is er een verschil van 15-30% tussen de locaties, met als meest optimale locatie West 1 en als minst optimale West 2. Er is een verschil van 2% bij de constructie van de caissons in België tegenover in Spanje.

De emissie voor de tien kabeltracés zijn opgelijst in Tabel 2. Voor wat betreft de CO<sub>2</sub>-uitstoot verschillen de kabeltracés onderling niet zo drastisch. De locatie heeft een beperkte invloed op de emissies, met de laagste emissie voor locaties West 1, West 2 en de platformen. De twee North kabeltracés zorgen voor ca 10% extra uitstoot. Voor de methode dient, op het vlak van uitstoot, voorkeur gegeven te worden aan de ploughing + presweeping methode, welke systematisch 8% minder uitstoot genereert, ongeacht de locatie

De inschatting van de onderhoudswerken van de eilandscenario's lijken onvoldoende onderzocht, en de emissies lijken onderschat.

In de finale beslissing wordt geponeerd dat de uitstoot over 50 jaar niet zo veel verschilt tussen de verschillende scenario's. Dit lijkt niet in overeenstemming met de cijfers en geeft bovendien een verkeerde interpretatie van de realistische emissies. Maar zoals eerder aangehaald, werd voor het opstellen voor deze conclusie enkel gewerkt met een levensduur van 20 jaar.

Er wordt ten slotte opgemerkt dat de emissiefactoren voor NO<sub>x</sub> aan de lage kant zijn (9 g NO<sub>x</sub>/kWh). Recente studies van het KBIN hebben aangetoond dat de gemiddelde NO<sub>x</sub> uitstoot eerder rond de 13 g/kWh ligt (Knudsen et al., 2022; SCIPPER, 2023; Van Roy et al., 2022). Daarnaast dient opgemerkt te worden dat voor onderhoudsvaartuigen en andere kleine ondersteuningsvaartuigen 4-takt motoren gebruikt worden en dat deze veel lagere emissie factoren hebben (MEPC, 2008). Dit is slechts een kanttekening want de uitstoot van deze vaartuigen neemt slechts een fractie in van de uitstoot van de grotere werkplatformen en baggervaartuigen.

Tabel 1. Uitstoot bij de verschillende infrastructuurscenario's

	S1: Caisson West 1	S2: Caisson West 2	S3: Caisson North	S4: Revetment West 1	S5: Platforms (monopile+jacket)	S6: Platforms (jackets)
	CO <sub>2</sub> (kt)	CO <sub>2</sub> (kt)	CO <sub>2</sub> (kt)	CO <sub>2</sub> (kt)	CO <sub>2</sub> (kt)	CO <sub>2</sub> (kt)
Production	1018,0	1322,3	1191,9	4336,1	50,2	57,0
Construction (BE)	96,2	101,1	98,9	127,4	2,3	2,8
Construction (ES)	118,7	123,5	121,3	0,0		
Total P+C (BE)	<b>1114,3</b>	<b>1423,4</b>	<b>1290,8</b>	<b>4463,6</b>	<b>52,4</b>	<b>59,8</b>
Total P+C (ES)	<b>1136,7</b>	<b>1445,8</b>	<b>1313,3</b>			
Maintenance 20y	26,1	26,1	26,1	38,6	21,2	21,2
Total P+C+M (20yr) (BE)	<b>1140,4</b>	<b>1449,5</b>	<b>1316,9</b>	<b>4502,2</b>	<b>73,6</b>	<b>81,0</b>
Total P+C+M (20yr) (ES)	<b>1162,8</b>	<b>1472,0</b>	<b>1339,4</b>			
Decommissioning	0,64	0,64	0,64	0,64	1,06	0,64
Total P+C+M+D (20yr) (BE)	<b>1141,0</b>	<b>1450,2</b>	<b>1317,6</b>	<b>4502,8</b>	<b>74,6</b>	<b>81,6</b>
Total P+C+M+D (20yr) (ES)	<b>1163,5</b>	<b>1472,6</b>	<b>1340,0</b>			

Tabel 2. Uitstoot bij de verschillende kabeltracés

	S1: Caisson West 1	S2: Caisson West 2	S3: Caisson North 1	S4: Caisson North 2	S5: Platforms
	CO <sub>2</sub> (kt)	CO <sub>2</sub> (kt)	CO <sub>2</sub> (kt)	CO <sub>2</sub> (kt)	CO <sub>2</sub> (kt)
Production	349,8	352,5	386,2	392,0	353,3
Construction (pre-trenching (T))	69,2	69,6	74,3	75,1	69,1
Construction (pre-ploughing (P))	39,0	39,1	40,9	41,2	38,9
Dredging (preparation)	2,7	2,7	3,0	3,0	2,6
Total P+C+D (T)	<b>421,8</b>	<b>424,8</b>	<b>463,5</b>	<b>470,2</b>	<b>425,0</b>
Total P+C+D (P)	<b>391,5</b>	<b>394,3</b>	<b>430,1</b>	<b>436,2</b>	<b>394,7</b>
Maintenance 1y	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Maintenance 20y	28,2	28,2	28,2	28,2	28,2
Maintenance 50y	70,4	70,4	70,4	70,4	70,4
Total P+C+D+M (20yr) (T)	<b>449,9</b>	<b>453,0</b>	<b>491,7</b>	<b>498,3</b>	<b>453,1</b>
Total P+C+D+M (20yr) (P)	<b>419,6</b>	<b>422,5</b>	<b>458,2</b>	<b>464,4</b>	<b>422,9</b>
Decommissioning	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Total P+C+D+M+Dec (20yr) (T)	<b>450,18</b>	<b>453,23</b>	<b>491,92</b>	<b>498,59</b>	<b>453,37</b>
Total P+C+D+M+Dec (20yr) (P)	<b>419,89</b>	<b>422,72</b>	<b>458,50</b>	<b>464,64</b>	<b>423,14</b>



### 7.3 Te verwachten effecten

Om een evenwichtige beslissing te maken over de verschillende scenario's en opties, zijn de negen verschillende constructiescenario's met de tien mogelijke kabeltracé scenario's gecombineerd en gerangschikt volgens hun totale CO<sub>2</sub>-uitstoot (Tabel 3). Hieruit blijkt dat het infrastructuurscenario 5 met platformen (3 monopiles + 1 jacket) gecombineerd met het kabel scenario 5 met een kabeltracé naar de platformen door middel van plouging, de minste CO<sub>2</sub>-uitstoot genereert, met een totaal van 497.7 kt CO<sub>2</sub>. Dat is ongeveer negen maal lager dan het scenario met het revetmenteiland (4953 kt CO<sub>2</sub>) en drie keer lager dan het meest voordelige eilandscenario. Om de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het revetmenteilandscenario te compenseren zouden de windturbines in de nieuwe PEZ-concessiezone 207 dagen elektriciteit moeten produceren<sup>8</sup>. Met de caissonsscenario's is de CO<sub>2</sub>-uitstoot op 52-68 dagen terugverdiend. De platformen zijn daarentegen reeds op 3 dagen gecompenseerd.

De uitstoot van NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> en SO<sub>2</sub> is sterkt verbonden aan de CO<sub>2</sub>-uitstoot; ook hier zorgt de combinatie van infrastructuurscenario S5 met kabel scenario S5 stevast voor de laagste uitstoot van schadelijke polluenten. Wanneer de uitstoot gegenereerd door de kabel niet in rekening gebracht wordt, zorgt het scenario met platformen telkens voor een uitstoot van polluenten die tot 7 maal lager ligt dan voor andere scenario's. Voor wat betreft de uitstoot van NO<sub>x</sub> (Tabel 4), een belangrijk luchtpolluent welke bovendien politiek gevoelig ligt, kan de vergelijking gemaakt worden met de cijfers van de VMM: de volledige NO<sub>x</sub>-uitstoot van de elektriciteitsproductie in Vlaanderen in 2020 (4.2 kt NO<sub>x</sub>; VMM, 2022) zou overeenkomen met de geschatte NO<sub>x</sub> uitstoot van het minst voordelige scenario (revetment+pretrenching; 4.27 kt NO<sub>x</sub>). Maar ook de caissoneilandscenario's zouden minimaal 5 keer meer NO<sub>x</sub> uitstoten dan het platformscenario. Voor wat betreft fijn stof (PM<sub>10</sub>) wordt vergeleken met de totale jaarlijks uitstoot door elektriciteitscentrales (0.031 kt PM<sub>10</sub>; VMM, 2022): het platformscenario zouden ca. 2/3<sup>e</sup> hiervan uitstoten, de caissonsscenario's een drievoud en het revetmenteilandscenario een viervoud (zie Tabel 5). Dit moet echter genuanceerd worden: de meeste uitstoot van fijn stof is afkomstig van huishoudens, met energieproductie slechts een heel kleine bijdrage (1,44%). Bij vergelijking met de totale uitstoot van fijn stof, dan betreft de uitstoot (eenmalig, verdeeld over de constructiefase) 0,9% van de jaarlijkse uitstoot van fijn stof voor platformen en 2,8% voor een eiland. Bij deze vergelijking wordt geen rekening gehouden met de vermeden hoeveelheden fijn stof na ingebruikname van de PEZ. Ook voor SO<sub>2</sub> kan een vergelijkbare conclusie getrokken worden (Tabel 6).

Tijdens de operationele fase zal de uitstoot van broeikas- en andere gassen relatief beperkt zijn, en in grootteorde gelijkaardig bij het eilandscenario (indien het onderhoud beperkt blijft) als bij de platformen. Bij de ontmanteling zal de uitstoot beperkter zijn dan bij de constructie, maar er zijn teveel onzekerheden om hiervan op dit moment een inschatting te maken.

---

<sup>8</sup> Voor deze berekening werden volgende gegevens gebruikt voor de volledige nieuwe concessiezone: 3.2 GW, capaciteitsfactor van 40% en  $7.09 \times 10^{-4}$  MT CO<sub>2</sub>/kWh voor elektriciteitsproductie op basis van gascentrales.

Tabel 3. Rangschikking van combinatie van constructie- en kabelscenario's volgens CO<sub>2</sub>-uitstoot

Infrastructuur	Kabel	CO <sub>2</sub> (kt) Infrastr.	CO <sub>2</sub> (kt) Kabel	CO <sub>2</sub> Totaal (kt)	Terugver- dientijd (d) <sup>9</sup>
S5: Platforms (monop,+jack,)	S5: Cables to Platforms ploughing	74,6	423,1	497,74	3
S6: Platforms (jackets)	S5: Cables to Platforms ploughing	81,6	423,1	504,7 (+ 1%)	4
S5: Platforms (monop,+jack,)	S5: Cables to Platforms Pretrenching	74,6	453,4	528,0 (+ 6%)	3
S6: Platforms (jackets)	S5: Cables to Platforms Pretrenching	81,6	453,4	535,0 (+ 7%)	4
S1: Caisson West1 BE	S1: Cable West 1 ploughing	1141,0	419,9	1560,9 (+ 214%)	52
S1: Caisson West1 ES	S1: Cable West 1 ploughing	1162,8	419,9	1582,7 (+ 218%)	53
S1: Caisson West1 BE	S1: Cable West 1 Pretrenching	1141,0	450,2	1591,2 (+ 220%)	52
S1: Caisson West1 ES	S1: Cable West 1 Pretrenching	1162,8	450,2	1613,0 (+ 224%)	53
S3: Caisson North BE	S3: Cable North 1 ploughing	1317,6	458,5	1776,1 (+ 257%)	60
S3: Caisson North BE	S4: Cable North 2 ploughing	1317,6	464,6	1782,2 (+ 258%)	60
S3: Caisson North ES	S3: Cable North 1 ploughing	1339,4	458,5	1797,9 (+ 261%)	61
S3: Caisson North ES	S4: Cable North 2 ploughing	1339,4	464,6	1804,0 (+ 262%)	61
S3: Caisson North BE	S3: Cable North 1 Pretrenching	1317,6	491,9	1809,5 (+ 264%)	60
S3: Caisson North BE	S4: Cable North 2 Pretrenching	1317,6	498,6	1816,2 (+ 265%)	60
S3: Caisson North ES	S3: Cable North 1 Pretrenching	1339,4	491,9	1831,3 (+ 268%)	61
S3: Caisson North ES	S4: Cable North 2 Pretrenching	1339,4	498,6	1838,0 (+ 269%)	61
S2: Caisson West2 BE	S2: Cable West 2 ploughing	1450,2	422,7	1872,9 (+ 276%)	67
S2: Caisson West2 ES	S2: Cable West 2 ploughing	1472,0	422,7	1894,7 (+ 281%)	68
S2: Caisson West2 BE	S2: Cable West 2 Pretrenching	1450,2	453,2	1903,4 (+ 282%)	67
S2: Caisson West2 ES	S2: Cable West 2 Pretrenching	1472,0	453,2	1925,2 (+ 287%)	68
S4: Revetment West1	S1: Cable West 1 ploughing	4502,8	419,9	4922,7 (+ 889%)	207
S4: Revetment West1	S1: Cable West 1 Pretrenching	4502,8	450,2	4953,0 (+ 895%)	207

Tabel 1. Rangschikking van combinatie van constructie- en kabelscenario's volgens NO<sub>x</sub>-uitstoot

Infrastructuur	Kabel	NO <sub>x</sub> (kt) Infrastr.	NO <sub>x</sub> (kt) Kabel	NO <sub>x</sub> Totaal (kt)
S5: Platforms (monop,+jack,)	S5: Cables to Platforms ploughing	0,39	1,06	1,45
S6: Platforms (jackets)	S5: Cables to Platforms ploughing	0,39	1,06	1,45 (+ 0%)
S5: Platforms (monop,+jack,)	S5: Cables to Platforms Pretrenching	0,39	1,54	1,92 (+ 33%)
S6: Platforms (jackets)	S5: Cables to Platforms Pretrenching	0,39	1,54	1,93 (+ 33%)

<sup>9</sup> Voor deze berekening werden volgende gegevens gebruikt voor de volledige nieuwe concessiezone: 3.2 GW en capaciteitsfactor van 40%.

S1: Caisson West1 BE	S1: Cable West 1 ploughing	1,94	1,06	3,00 (+ 107%)
S3: Caisson North BE	S3: Cable North 1 ploughing	1,98	1,09	3,07 (+ 112%)
S3: Caisson North BE	S4: Cable North 2 ploughing	1,98	1,10	3,08 (+ 113%)
S1: Caisson West1 ES	S1: Cable West 1 ploughing	2,29	1,06	3,35 (+ 132%)
S3: Caisson North ES	S3: Cable North 1 ploughing	2,33	1,09	3,43 (+ 137%)
S3: Caisson North ES	S4: Cable North 2 ploughing	2,33	1,10	3,43 (+ 137%)
S2: Caisson West2 BE	S2: Cable West 2 ploughing	2,37	1,06	3,44 (+ 138%)
S1: Caisson West1 BE	S1: Cable West 1 Pretrenching	1,94	1,54	3,48 (+ 140%)
S3: Caisson North BE	S3: Cable North 1 Pretrenching	1,98	1,62	3,60 (+ 149%)
S3: Caisson North BE	S4: Cable North 2 Pretrenching	1,98	1,63	3,61 (+ 150%)
S4: Revetment West1	S1: Cable West 1 ploughing	2,63	1,06	3,69 (+ 155%)
S2: Caisson West2 ES	S2: Cable West 2 ploughing	2,73	1,06	3,79 (+ 162%)
S1: Caisson West1 ES	S1: Cable West 1 Pretrenching	2,29	1,54	3,83 (+ 165%)
S2: Caisson West2 BE	S2: Cable West 2 Pretrenching	2,37	1,54	3,92 (+ 171%)
S3: Caisson North ES	S3: Cable North 1 Pretrenching	2,33	1,62	3,95 (+ 173%)
S3: Caisson North ES	S4: Cable North 2 Pretrenching	2,33	1,63	3,97 (+ 174%)
S4: Revetment West1	S1: Cable West 1 Pretrenching	2,63	1,54	4,17 (+ 188%)
S2: Caisson West2 ES	S2: Cable West 2 Pretrenching	2,73	1,54	4,27 (+ 195%)

Tabel 2. Rangschikking van combinatie van constructie- en kabelscenario's volgens PM<sub>10</sub>-uitstoot

Infrastructuur	Kabel	PM Infrastr,	PM Kabel	PM Totaal
S5: Platforms (monop,+jack,)	S5: Cables to Platforms ploughing	0,018	0,049	0,066
S6: Platforms (jackets)	S5: Cables to Platforms ploughing	0,018	0,049	0,066 (+ 0%)
S5: Platforms (monop,+jack,)	S5: Cables to Platforms Pretrenching	0,018	0,070	0,088 (+ 33%)
S6: Platforms (jackets)	S5: Cables to Platforms Pretrenching	0,018	0,070	0,088 (+ 33%)
S1: Caisson West1 BE	S1: Cable West 1 ploughing	0,089	0,049	0,138 (+ 107%)
S3: Caisson North BE	S3: Cable North 1 ploughing	0,091	0,050	0,141 (+ 112%)
S3: Caisson North BE	S4: Cable North 2 ploughing	0,091	0,050	0,141 (+ 113%)
S2: Caisson West2 BE	S2: Cable West 2 ploughing	0,092	0,049	0,141 (+ 113%)
S1: Caisson West1 ES	S1: Cable West 1 ploughing	0,105	0,049	0,154 (+ 132%)
S3: Caisson North ES	S3: Cable North 1 ploughing	0,107	0,050	0,157 (+ 137%)
S3: Caisson North ES	S4: Cable North 2 ploughing	0,107	0,050	0,157 (+ 137%)
S2: Caisson West2 ES	S2: Cable West 2 ploughing	0,109	0,049	0,157 (+ 137%)
S1: Caisson West1 BE	S1: Cable West 1 Pretrenching	0,089	0,071	0,159 (+ 140%)
S2: Caisson West2 BE	S2: Cable West 2 Pretrenching	0,092	0,071	0,163 (+ 146%)
S3: Caisson North BE	S3: Cable North 1 Pretrenching	0,091	0,074	0,165 (+ 149%)
S3: Caisson North BE	S4: Cable North 2 Pretrenching	0,091	0,075	0,166 (+ 150%)
S4: Revetment West1	S1: Cable West 1 ploughing	0,120	0,049	0,169 (+ 155%)
S1: Caisson West1 ES	S1: Cable West 1 Pretrenching	0,105	0,071	0,176 (+ 165%)
S2: Caisson West2 ES	S2: Cable West 2 Pretrenching	0,109	0,071	0,179 (+ 170%)
S3: Caisson North ES	S3: Cable North 1 Pretrenching	0,107	0,074	0,181 (+ 173%)
S3: Caisson North ES	S4: Cable North 2 Pretrenching	0,107	0,075	0,182 (+ 174%)
S4: Revetment West1	S1: Cable West 1 Pretrenching	0,120	0,071	0,191 (+ 188%)

Tabel 3. Rangschikking van combinatie van constructie- en kabelscenario's volgens SO<sub>2</sub>-uitstoot

Infrastructuur	Kabel	SO <sub>2</sub> (kt) Infrastr,	SO <sub>2</sub> (kt) Kabel	SO <sub>2</sub> Totaal
S5: Platforms (monop,+jack,)	S5: Cables to Platforms ploughing	0,16	0,44	0,60
S6: Platforms (jackets)	S5: Cables to Platforms ploughing	0,16	0,44	0,60 (+ 0%)
S5: Platforms (monop,+jack,)	S5: Cables to Platforms Pretrenching	0,16	0,64	0,80 (+ 33%)
S6: Platforms (jackets)	S5: Cables to Platforms Pretrenching	0,16	0,64	0,80 (+ 33%)
S1: Caisson West1 BE	S1: Cable West 1 ploughing	0,81	0,44	1,25 (+ 107%)
S3: Caisson North BE	S3: Cable North 1 ploughing	0,82	0,45	1,28 (+ 112%)
S3: Caisson North BE	S4: Cable North 2 ploughing	0,82	0,46	1,28 (+ 113%)
S2: Caisson West2 BE	S2: Cable West 2 ploughing	0,84	0,44	1,28 (+ 113%)
S1: Caisson West1 ES	S1: Cable West 1 ploughing	0,95	0,44	1,39 (+ 132%)
S3: Caisson North ES	S3: Cable North 1 ploughing	0,97	0,45	1,42 (+ 137%)
S3: Caisson North ES	S4: Cable North 2 ploughing	0,97	0,46	1,43 (+ 137%)
S2: Caisson West2 ES	S2: Cable West 2 ploughing	0,98	0,44	1,43 (+ 137%)
S1: Caisson West1 BE	S1: Cable West 1 Pretrenching	0,81	0,64	1,45 (+ 140%)
S2: Caisson West2 BE	S2: Cable West 2 Pretrenching	0,84	0,64	1,48 (+ 146%)
S3: Caisson North BE	S3: Cable North 1 Pretrenching	0,82	0,67	1,50 (+ 149%)
S3: Caisson North BE	S4: Cable North 2 Pretrenching	0,82	0,68	1,50 (+ 150%)
S4: Revetment West1	S1: Cable West 1 ploughing	1,09	0,44	1,53 (+ 155%)
S1: Caisson West1 ES	S1: Cable West 1 Pretrenching	0,95	0,64	1,59 (+ 165%)
S2: Caisson West2 ES	S2: Cable West 2 Pretrenching	0,98	0,64	1,63 (+ 170%)
S3: Caisson North ES	S3: Cable North 1 Pretrenching	0,97	0,67	1,64 (+ 173%)
S3: Caisson North ES	S4: Cable North 2 Pretrenching	0,97	0,68	1,65 (+ 174%)
S4: Revetment West1	S1: Cable West 1 Pretrenching	1,09	0,64	1,73 (+ 188%)

## 7.4 Mitigerende maatregelen

Er wordt aanbevolen om met recente vaartuigen te werken; de voorbeeld-vaartuigen in het MER zijn zeer oud en alle van Tier 0 of Tier I-niveau. Het gebruik van Tier III-schepen wordt zo veel mogelijk aanbevolen. Daarnaast wordt het gebruik van scrubbers ten sterkste afgeraden; zo werd de negatieve impact van zowel *open loop* als *closed loop scrubbers* aangetoond in verschillende studies (Endres et al., 2018; Dulière et al., 2020; Winnes et al., 2020), niettegenstaande deze volledig wettelijk toegelaten zijn (buiten de 3 zeemijl uit de kust). Dit wordt verder behandeld in het hoofdstuk Schadelijke stoffen in water en sediment.

## 7.5 Grensoverschrijdende en cumulatieve effecten

### 7.5.1 Grensoverschrijdende effecten

De grensoverschrijdende emissies werden niet in kaart gebracht in het MER. Hier dient opgemerkt te worden dat zowel CO<sub>2</sub>-emissies als CH<sub>4</sub>- en N<sub>2</sub>O-emissies vanaf 2027 dienen te worden gecompenseerd volgens de aangepaste EU ETS wetgeving (European Commission, 2021; EU, 2022).

### 7.5.2 Cumulatieve effecten

De totale uitstoot van de pollutanten wordt weergegeven in Tabel 3. Deze uitstoot cumuleert met de uitstoot van andere menselijke activiteiten op korte termijn, maar van zodra de nieuwe windparkzone

operationeel is, dient het MOG2-project te worden beschouwd als onderdeel daarvan, en draagt het bij tot het winnen van hernieuwbare energie.

## 7.6 Monitoringprogramma

Om de totale impact op de luchtvervuiling in kaart te brengen, wordt aangeraden dat de schepen uitgerust zijn met Continue Emissie Monitoring Systemen (CEMS) voor zowel SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> als PM. Het kustwachtvliegtuig voert standaard een monitoring uit van schepen om na te gaan of deze voldoen aan de internationale normen en hiervoor wordt geen bijkomende monitoring voorzien.

## 7.7 Besluit

### 7.7.1 Aanvaardbaarheid

Alle combinaties van scenario's en opties zijn aanvaardbaar voor wat betreft de LCA en de uitstoot van pollutanten. Er wordt echter voor wat betreft de LCA en de uitstoot voorkeur gegeven aan het platformscenario.

De kabeltracés zijn afhankelijk van de plaats van aanlanden, en zijn alle aanvaardbaar voor wat betreft de LCA en de uitstoot van stoffen naar de atmosfeer. Ook alle manieren van het plaatsen van de kabel zijn aanvaardbaar.

Het bestuur wijst er op dat het evident is dat het project moet voorzien zijn op de realistische scenario's m.b.t. de stijging van de zeespiegel, of daar aan kunnen aangepast worden.

### 7.7.2 Voorwaarden

- 1) De constructies moeten voorzien zijn op de realistische scenario's m.b.t. de stijging van de zeespiegel, of daar aan kunnen aangepast worden.

### 7.7.3 Aanbevelingen

- 1) Omwille van de lagere uitstoot wordt voor wat betreft de LCA en de uitstoot van stoffen naar de atmosfeer aanbevolen om te kiezen voor platformen in plaats van voor een eiland.
- 2) Er wordt aanbevolen om met roestvrij staal met een hoog aandeel van gerecycleerd materiaal te werken (platformalternatief).
- 3) Indien gekozen wordt voor een caisson-eiland, dan wordt aanbevolen om het, voor wat betreft de uitstoot van schadelijke stoffen, aan te leggen in locatie West 1.
- 4) Voor het beperken van de uitstoot wordt aanbevolen om de caissons te bouwen in de omgeving van de zuidelijke Noordzee.
- 5) Er wordt aanbevolen om, waar mogelijk, de kabels aan te leggen door middel van de methode met de minste uitstoot.
- 6) Er wordt aanbevolen om recente Tier III-vaartuigen in te zetten.
- 7) Er wordt aanbevolen om, voor het beperken van uitstoot, scheepsbewegingen te optimaliseren (te varen afstanden, snelheid, ...) en vaartuigen te gebruiken met een zo laag mogelijke uitstoot van broeikasgassen.
- 8) Er wordt aanbevolen om na het project de gebruikte materialen te hergebruiken of te recyclen.

#### 7.7.4 Monitoring

Het meten van de luchtvervuiling van de schepen betrokken bij de bouw van de platformen kan uitgevoerd worden binnen de standaard taken van het kustwachtvliegtuig – er wordt geen specifieke monitoring voorzien.

## 8. Geluid en trillingen

- Door onder meer baggeren, het graven van sleuven en een intensivering van het scheepvaartverkeer zal het onderwatergeluid vooral tijdens de constructiefase toenemen.
- Het plaatsen van monopile- en jacketfunderingen en damplanken leidt mogelijk tot een grote toename van het onderwatergeluid (impulsgeluid).

### 8.1 Inleiding

Het MER beschrijft de achtergrondsituatie en de mogelijk effecten op onderwatergeluid door het uitvoeren van het project grondig en volledig. Daarnaast worden ook de effecten op biota grondig behandeld. Er wordt enkel op gewezen dat men vermeldt dat het referentieniveau voor onderwatergeluid in de Belgische zone van de Noordzee ongeveer 135db re1 $\mu$ Pa bedraagt. Volgens de metingen van OD Natuur bedraagt het 120 tot 130dB re1 $\mu$ Pa (Jomopans, 2022).

### 8.2 Effecten

Bij alle uitvoeringsalternatieven van het project kan een belangrijke verhoging verwacht worden van het onderwatergeluidsniveau door onder meer een toename van de scheepvaart, baggerwerken, het storten van erosiebescherming, het uitgebreid gebruik van dynamische positionering (DP) aan boord van schepen en het heien van funderingen. Deze toename in onderwatergeluid zal zich vooral manifesteren tijdens de constructiefase, maar ook tijdens de operationele fase zal er een toename zijn door een verhoogd scheepvaartverkeer. De toename in onderwatergeluid vindt grotendeels plaats buiten scheepvaartroutes of zandwinningszones, in gebieden waar het niveau van antropogeen geluid momenteel nog relatief beperkt is.

Het geluid van baggerwerken komt overeen met luid scheepvaartverkeer, en het wordt nog verhoogd door gebruik van DP (Robinson et al., 2011); het baggerschip zal, naast het gebruikelijke laagfrequent geluid, ook geluid produceren met een hogere frequentie dan 1 kHz.

Bij het heien van funderingen (aanleg haven eiland, constructie funderingen bij het platformenalternatief) ontstaan zeer hoge geluidsniveaus, die onder bepaalde omstandigheden detecteerbaar zijn tot op 70 km afstand (Norro et al. 2013).

Diverse diergroepen kunnen verstoord worden door hoge onderwatergeluidsniveaus. In het bijzonder walvisachtigen, die van onderwatergeluid gebruik maken voor voedsel zoeken, navigatie en communicatie, kunnen verstoord worden, maar kunnen ook tijdelijke of permanente gehoorschade oplopen in bepaalde gevallen (zie hoofdstuk Zeezoogdieren). Het MER behandelt deze effecten grondig.

### 8.3 Mitigerende maatregelen

Gezien de te verwachten geluidsniveaus bij heien dienen maatregelen te worden genomen om het geluid te beperken. In ieder geval mag het geluidsniveau  $L_{z-p}$  niet hoger zijn dan 185 dB re 1  $\mu$ Pa op 750 m afstand van de bron (uitvoering KRMS). Voor monopiles van ongeveer 8 m diameter kan dit

door het gebruik van een *double bubble curtain* (Norro, 2020), maar andere methodes worden ontwikkeld. Het heien van palen voor jacketfunderingen (of damplanken) zal een lager onderwatergeluidsniveau veroorzaken maar de periode met verhoogde geluidsniveaus zal langer aanhouden door de langere installatieduur (Norro et al., 2013). Voor het heien bestaan alternatieven voor het gebruik van een heihamer (zoals vibropiling) die minder onderwatergeluid produceren; het gebruik van één van deze alternatieven kan overwogen worden. Voor het platformalternatief kan het gebruik van een suction bucket als alternatief voor een jacket- of monopilefundering overwogen worden.

Doordat zeer luid impulsgeluid zeker voor zeezoogdieren een probleem is, werd een periode (januari tem april) ingesteld waarin niet geheid mag worden (periode met een hoge dichtheid aan bruinvissen – zie hoofdstuk Zeezoogdieren).

Voor het beperken van het onderwatergeluid van scheepvaart kan overwogen worden om niet sneller te varen dan noodzakelijk: trager varen betekent minder onderwatergeluid, maar in de meeste gevallen ook een lager verbruik en een verminderde uitstoot van broeikasgassen. Lajaunie et al. (2023) toonden via modellering aan dat het onderwatergeluid aanzienlijk lager is bij toepassen van een snelheidslimiet (10 knopen) voor vaartuigen.

## 8.4 Grensoverschrijdende en cumulatieve effecten

### 8.4.1 Grensoverschrijdende effecten

Gezien de afstand wordt voor wat betreft een verhoging van het scheepvaartverkeer, het plaatsen van caissons, baggeren en het leggen van de kabels geen, een niet meetbare of een zeer beperkte verhoging van het onderwatergeluid verwacht in de buurlanden. Tijdens het heien zal het onderwatergeluid (impulsgeluid) rond de heilocatie zeer tijdelijk verhoogd zijn; deze verhoging is onder meer afhankelijk van de afstand tot de heilocatie, van de methode gebruikt voor het heien en van de toegepaste mitigatie.

### 8.4.2 Cumulatieve effecten

Voor elk alternatief zal een cumulatief effect optreden met het onderwatergeluid veroorzaakt door bestaande activiteiten (scheepvaart, visserij, zandwinning, ...), en dit vooral tijdelijk tijdens de constructiefase en de ontmanteling. Tijdens de operationele fase zal dit cumulatief effect relatief beperkt zijn, maar onvermijdelijk zal het project bijdragen tot een verhoging van het omgevingsgeluid in het BDNZ, en in het bijzonder buiten de intensief gebruikte scheepvaartroutes.

## 8.5 Monitoringprogramma

De vergunninghouder dient zelf in te staan voor de monitoring van onderwatergeluid tijdens heioperaties, zowel bij het eiland- als bij het platformalternatief. De BMM zal onafhankelijk daarvan bijkomende metingen uitvoeren van onderwatergeluid tijdens de constructiefase, indien mogelijk tijdens periodes met heien (impulsgeluid), maar ook buiten dergelijke periodes (omgevingsgeluid). Daarvoor dienen twee verankeringsystemen met hydrofonen te worden voorzien.

## 8.6 Besluit

### 8.6.1 Aanvaardbaarheid

Het project is, mits het toepassen van de voorwaarden, aanvaardbaar voor alle alternatieven voor wat betreft het onderwerp onderwatergeluid.

### 8.6.2 Voorwaarden

- 1) De vergunninghouder neemt tijdens de constructiefase en de operationele fase alle mogelijke maatregelen voor het beperken van het onderwatergeluidsniveau.
- 2) De vergunninghouder rapporteert de resultaten van de metingen van onderwatergeluid tijdens het heien, geëxtrapoleerd naar 750 m van de bron, binnen de 48 uur aan het bestuur.
- 3) De vergunninghouder staakt het heien bij het overschrijden van de geldende norm voor impulsief onderwatergeluid en brengt het bestuur hier onmiddellijk van op de hoogte.
- 4) Waargenomen sterfte van organismen (zeezoogdieren, vissen, koppotigen) tijdens het heien wordt gemeld aan het bestuur.

### 8.6.3 Aanbevelingen

- 1) Er wordt aanbevolen om gebruik te maken van vaartuigen met een beperkte geluidsemisatie.
- 2) Er wordt aanbevolen om voor het beperken van het onderwatergeluidsniveau de snelheid van vaartuigen te beperken tot wat noodzakelijk is voor het bereiken van de doelstellingen.
- 3) Er wordt aanbevolen de geluidsproductie zo veel mogelijk te reduceren door heiwerkzaamheden te vermijden en/of alternatieven voor heien toe te passen.
- 4) Er wordt aanbevolen om luidruchtige werkzaamheden maximaal te groeperen en te beperken in duur.
- 5) Tijdens onderhoudswerkzaamheden dienen waar technisch mogelijk technieken te worden toegepast die zo weinig mogelijk onderwatergeluid veroorzaken.

### 8.6.4 Monitoring

Er wordt enkel tijdens de constructiefase een monitoringprogramma uitgevoerd. In de tabel worden de kosten voor BMM (in mandagen (MD) en uitrusting) weergegeven.

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM/uitrusting
Onderwatergeluidsniveau tijdens heien	Tijdens heien, constructiefase	Vergunninghouder	6 MD
Monitoring design en voorbereiding (metingen BMM)	2024	BMM	10 MD
Onderwatergeluidsniveau tijdens de constructiefase, incl. analyse	2024-2026	BMM	20 MD/jaar (Totaal: 60 MD)
Equipment (mooring sets incl. hydrofonen)	Aankoop van 2 sets	BMM	16.800€/set (Totaal: 33.600€)



## 9. Elektromagnetische velden en warmtedissipatie

- Elektro- en magnetosensitieve diersoorten kunnen EMV waarnemen. Dit kan een verstoring van hun gedrag veroorzaken en effecten hebben op de ontwikkeling van larvale en juveniele stadia. Er zijn voorlopig nog grote leemten in de kennis over dergelijke effecten.
- Door energieverlies is er een beperkte opwarming van de zeebodem in de onmiddellijke omgeving van de kabels. Dit zal vermoedelijk geen nadelig effect hebben op de fauna die in of in de nabijheid van de bodem leeft.

### 9.1 Samenvatting

Bij de uitvoering van het project, zowel voor het eilandalternatief als de platformen, worden 6 wisselstroomkabels (AC) voorzien en 2 gelijkstroomkabels (HVDC) met één of twee metallic returns (waar slechts in uitzonderlijke gevallen stroom zal door lopen). Binnen de PEZ zullen de alle kabels op een afstand van 100 m van elkaar worden gelegd, buiten de PEZ is die afstand 200 m.

Elektromagnetische velden (EMV) zijn waarneembaar door verschillende elektro- en magnetosensitieve diersoorten. Dit kan zorgen voor een verstoring van hun gedrag (e.g. foerageren, migratie) en effecten hebben op de ontwikkeling van larvale en juveniele stadia. Er zijn voorlopig nog grote leemten in de kennis over dergelijke effecten.

Door energieverlies kan de zeebodem in de onmiddellijke omgeving van de kabels opwarmen. Door de beperkte mate van deze opwarming en de begraving van de kabels wordt verwacht dat dit geen nadelig effect zal hebben op de fauna die in of in de nabijheid van de bodem leeft.

### 9.2 Inleiding

Bij de uitvoering van het project, zowel voor het eilandalternatief als de platformen, worden 6 wisselstroomkabels (AC) voorzien en een gelijkstroomkabelsysteem (HVDC; 2 kabels samen met één of twee metallic returns). Binnen de PEZ zullen alle kabels op 100 m afstand van elkaar worden gelegd, buiten de PEZ is de afstand tussen kabelparen 200 m. Het HVDC systeem kan in verschillende configuraties worden uitgevoerd: de twee HVDC kabels gebundeld in één sleuf of afzonderlijk in twee sleuven (MER §2.5.3).

De kabels worden tot op een diepte van 1 m tot 4 m ingegraven, afhankelijk van de lokale bodemeigenschappen en risico's voor de kabels.

Een belangrijke eigenschap van hoogspanningskabels in werking is het ontstaan van elektrische en magnetische velden. Een elektromagnetisch veld (EMV) is een combinatie van een elektrisch veld, dat ontstaat door spanning of elektrische lading, en een magnetisch veld dat ontstaat door een elektrische stroom. De elektrische veldsterkte neemt toe bij toenemende spanning. De sterkte van een magnetisch veld is afhankelijk van de stroomsterkte.

Het elektrisch veld wordt zo goed als volledig afgeschermd door de verschillende metalen mantels aan de buitenzijde van de isolatie rondom elke afzonderlijke geleider. Magnetische velden daarentegen worden hierdoor niet tegengehouden. Het totaal magnetisch veld bij wisselstroomkabels met drie geleiders wordt grotendeels geneutraliseerd door de magnetische velden rondom elke individuele geleider die elkaar opheffen.

Bij het HVDC kabelsysteem kunnen de kabels geïnstalleerd worden in een gebundelde configuratie in één enkele sleuf, of afzonderlijk in twee sleuven. Door de tegengestelde stroomrichting van de afzonderlijke kabels zijn de magnetische velden eveneens tegengesteld en heffen ze elkaar voor een groot deel op in de gebundelde configuratie. Wanneer er geen sprake is van bundeling van de twee elektriciteitskabels van het HVDC kabelsysteem, zal geen (of een zeer beperkte) neutralisering van beide velden optreden (afhankelijk van de afstand tussen beide kabels).

Hoewel standaard onderzeese kabels niet rechtstreeks elektrische velden uitstralen (omdat ze afgeschermd en geaard zijn), ontstaan geïnduceerde elektrische velden doordat zeewater door het magnetisch veld van de kabels stroomt (Gill et al., 2012a).

De sterkte van de EMV valt binnen het detectiebereik van soorten die gevoelig zijn voor elektrische velden, magnetische velden of beide (Gill, 2005; Newton et al., 2019) en kan zo mogelijk een effect hebben op gedrag, habitatgebruik, migratie en ontwikkeling.

Bij het transport van elektrische energie treden energieverliezen op als gevolg van de interne weerstand, waardoor de stroom wordt omgezet in warmte. Deze warmte wordt afgegeven aan de directe omgeving rond de kabels, met een mogelijk effect op de aanwezige fauna.

## 9.3 Effecten

### 9.3.1 Elektromagnetische velden

Voor zowel het eilandalternatief als het alternatief met de platformen worden een gelijk aantal kabels voorzien die nagenoeg hetzelfde tracé volgen. De effecten van EMV van beide alternatieven zullen bijgevolg sterk gelijkaardig zijn.

Aangezien enkel EMV worden gegenereerd tijdens het transport van elektriciteit zijn er geen effecten tijdens de constructie- en ontmantelingsfase.

De magnetische velden van onderzeese kabels variëren van 1  $\mu\text{T}$  tot 18  $\mu\text{T}$  voor AC-kabels en van 10  $\mu\text{T}$  tot 270  $\mu\text{T}$  voor DC-kabels: een hogere magnetische veldsterkte, en bijgevolg een groter gebied met potentiële effecten bij HVDC-kabels (Normandeau et al., 2011). De waarden overlappen met het aardmagnetische veld dat varieert tussen 30 en 70  $\mu\text{T}$  (Gill, 2023).

Voor beide kabeltypen zal het magnetische veld elektrische velden induceren in de omgeving als er water of dieren door het magnetisch veld bewegen. Bovendien zullen de AC-kabels een elektrisch veld induceren door de rotatie van het magnetische veld binnen de kabelkern (Gill et al., 2012a). De intensiteit van de geïnduceerde elektrische velden is direct gekoppeld aan de magnetische veldwaarden, de kenmerken van de omgeving en de bewegingssnelheid van het water of van het organisme door het veld. Hoewel de werkelijke intensiteiten moeten worden berekend, tonen bestaande rapporten aan dat het iE-veld in het bereik van nV/m tot  $\mu\text{V}/\text{m}$  ligt (Normandeau et al., 2011; Gill et al. 2012a; Taormina et al., 2018; Newton et al., 2019).

Belwind heeft in juni 2011 een meting uitgevoerd van het magnetische veld boven een 150 kV kabel t.h.v. het strand. Vlak boven de kabel, die circa twee meter diep zit, bedroeg het magnetisch veld tussen de 0,27 en 0,29  $\mu\text{T}$  (data Belwind). In augustus 2011 werden opnieuw metingen uitgevoerd door Belwind. Tijdens deze metingen bedroeg de stroomsterkte tussen de 540 A en 574 A. Extrapolatie van de resultaten naar een maximale stroomsterkte van 712 A resulteerde in een magnetische veldsterkte tussen de 0,38 en 0,59  $\mu\text{T}$ .

Wanneer het EMV relatief klein is, wat te verwachten is bij kabels met een lager vermogen, dalen de veldsterktes tot achtergrondniveaus binnen enkele meter van de kabels. Bij kabels met een groot vermogen strekt het gebied met hogere veldsterktes zich uit tot enkele tientallen meter afstand (Gill, 2023).

De zeer lage intensiteit elektrische en magnetische velden die door onderzeese kabels worden gegenereerd, liggen binnen het detectiebereik van elektrosensitieve en magnetosensitieve soorten (Newton et al., 2019). Deze organismen (oa. sommige zeezoogdieren, vissen, weekdieren en schaaldieren) kunnen elektrische en/of magnetische velden waarnemen en gebruiken die voor oriëntatie, migratie en het opsporen van prooien (e.g. Gill et al., 2005; OSPAR, 2008). De EMV opgewekt door onderzeese kabels die gebruikt worden in de exploitatie van offshore windparken kunnen mogelijk fysiologische processen, ontwikkeling, gedrag, habitatgebruik en migratie verstoren (Gill, 2023).

De grootste groep organismen waarvan gekend is dat ze elektrische velden kunnen waarnemen zijn de Chondrichtyes of kraakbeenvissen (haaien en roggen). Zij hebben zogenaamde *ampullae van Lorenzini*. Dit zijn receptoren waarmee ze erg zwakke spanningsgradiënten kunnen waarnemen (zie o.a. Murray, 1974; Zakon, 1986). Deze elektroreceptoren stellen kraakbeenvissen in staat om het elektrisch veld van prooien waar te nemen en ze op te sporen. Ze spelen ook een rol bij de navigatie. Deze functies kunnen beïnvloed worden door een gewijzigd elektrisch veld. Een voorbeeld hiervan is een daling in foerageerefficiëntie bij kraakbeenvissen (Kimber et al. 2011; Gill et al., 2012b).

Een aantal relevante soorten voor het BDNZ die magnetische velden waarnemen zijn bruinvis, pladijs *Pleuronectes platessa*, alle kraakbeenvissen, alle kaakloze vissen en de grijze garnaal *Crangon crangon* (Gill et al., 2005). Veel van deze soorten gebruiken het geomagnetische veld voor hun oriëntatie en tijdens periodes van migratie. Wijzigingen van het magnetisch veld kunnen bijgevolg mogelijk een effect hebben op hun migratie. Zo stelden Westerberg & Begout-Anras (1999) en Westerberg & Lagenfelt (2008) een respons en een licht gewijzigd migratietraject vast bij Europese aal *Anguilla anguilla* in de nabijheid van een onderzeese kabel. Anderzijds migreren de meeste soorten in open water en niet in de nabijheid van de bodem.

De gegenereerde EMV kunnen, in theorie, interfereren met de oriëntatiemechanismen van de bruinvis (detectie > 0.05 $\mu$ T; Tricas & Carlson, 2012). De sterkte van de gegenereerde EMV neemt echter snel af met toenemende afstand tot de kabels en de kabels zullen op een diepte van minstens 1 m worden ingegraven. Bovendien leven zeezoogdieren voor het grootste gedeelte van hun tijd niet in associatie met de bodem. Deze factoren verlagen de kans dat zeezoogdieren blootgesteld worden aan EMV die een respons veroorzaken. De kennis over de impact van EMV op bruinvis blijft een leemte in de kennis. In een eerste studie in Nederland kon men geen effecten aantonen bij waarden tot 5,5  $\mu$ T (Geelhoed et al., 2022).

Bochert & Zettler (2004) stelden een aantal bentische soorten van verschillende taxonomische groepen (o.a. grijze garnaal, mossel *Mytilus edulis*, gewone zeester *Asterias rubens*, een isopode *Saduria entomon*, bot *Platichthys flesus*) bloot aan een magnetisch veld van 2,7 tot 3,7  $\mu$ T. Geen van deze soorten vertoonden een fysiologische respons of gedragsrespons op dit artificiële magnetisch veld.

Gill (2023) concludeert in zijn recente reviewstudie dat op dit moment de kennis vooral betrekking heeft op de elektroreceptieve kraakbeenvissen, maar dat ook nog aanzienlijke hiaten in die kennis bestaan. Voor de andere taxa (voornamelijk magnetoreceptieve) is het bewijsmateriaal te beperkt om betrouwbare conclusies te maken. In het algemeen kan worden gesteld dat negatieve effecten van EMV niet uitgesloten kunnen worden. De kennisbasis blijkt dus klein, en zeker m.b.t. onderzoek in het

veld. Vanwege de lage sterkte van het EMV, is het meest verwachte EMV-receptoreffect een gedragsverandering nabij de exportkabels tijdens periodes met veel wind.

Bij langdurige blootstelling kunnen echter ook effecten op de ontwikkeling van mariene fauna niet uitgesloten worden. Een aantal kraakbeenvissen zetten eieren af op de zeebodem. Dit is ook het geval voor inktvissen en sommige vissen (vb. haring *Clupea harengus*). Larvale stadia van Europese kreeft *Homarus gammarus* leven in schuilplaatsen op de zeebodem. Ook juveniele kabeljauw *Gadus morhua* leeft nabij de bodem. Deze verschillende soorten zijn tijdens bepaalde levensstadia dus mogelijk lokaal langdurig blootgesteld aan de gewijzigde EMV condities veroorzaakt door de kabels van dit project. Het is in dit kader nuttig om te verwijzen naar een recente studie waarbij experimenteel onderzoek uitgevoerd werd naar de effecten van EMV op de ontwikkeling en het gedrag van vroege levensstadia van verschillende mariene soorten (Paoletti et al., 2023). Hierbij werden onder andere eitjes van hondshaai *Scyliorhinus canicula* en zeekat *Sepia officinalis* tijdens de ontwikkeling langdurig blootgesteld aan magnetische velden tussen 5 en 10  $\mu\text{T}$ . De experimenten toonden subtiele verschillen tussen de controlegroepen en de blootstellingsgroepen. Hondshaaien die werden blootgesteld aan AC kabel EMV hadden significant kleinere dooiers en grotere pectorale vinnen, maar vertoonden geen afwijkend gedrag. Juveniele gewone pijlintvis *Loligo vulgaris* waren significant groter bij het ontluiken uit de eitjes en hadden significant grotere statolieten, maar vertoonden normaal zwemgedrag in vergelijking met de controlegroep. Juveniele kreeft was bij blootstelling minder efficiënt om een schuilplaats te zoeken in vergelijking met niet-blootgestelde dieren. Het is voorlopig onduidelijk hoe deze subtiele effecten een impact hebben op individuen of op de populatie. Het project (platformscenari) wordt gedeeltelijk uitgevoerd nabij grindbedden in habitatrichtlijngebied, die een geschikt habitat vormen voor het afzetten van eitjes (e.g. hondshaai, zeekat) of als schuilplaatsen voor juveniele diersoorten (vb. Europese kreeft).

Er kan geconcludeerd worden dat EMV geassocieerd met de kabels van windmolenparken waargenomen worden door verschillende diersoorten en dat die een reactie kunnen veroorzaken. Het is momenteel echter onzeker wat de significantie is van deze respons, zowel op individueel als op populatieniveau (Tasker et al., 2010; Gill, 2023).

### 9.3.2 Warmtedissipatie

Tijdens het transport van elektriciteit door een kabel gaat een beperkte hoeveelheid energie verloren in de vorm van warmte. Dit zorgt voor een opwarming van de omgeving rond de kabel. De mate waarin dit gebeurt, hangt af van de kabelkarakteristieken, de ingraafdiepte, het type sediment rond de kabel en de hoeveelheid stroom die getransporteerd wordt. Aan de buitenzijde van de kabel is de temperatuur 10°C lager dan de temperatuur van de geleider. De temperatuur van de geleider kan oplopen tot 90°C (AC kabel) en 75°C (DC kabel; MER §2.5.3.5.2). In het algemeen kan verwacht worden dat warmtedissipatie als gevolg van transmissieverliezen aanzienlijker is voor AC-kabels dan voor HVDC-kabels.

Het staat vast dat verschillende soorten die in het sediment leven gevoelig zijn aan de wijziging van de omgevingstemperatuur. Momenteel zijn er echter te weinig gegevens voor een evaluatie van het effect van een temperatuurwijziging op het benthos (OSPAR, 2012). Door een gebrek aan eenduidige resultaten en aan relevante studies wordt het effect van opwarming van het sediment op het benthos momenteel beschouwd als een leemte in de kennis (OSPAR, 2012).

Door de kabels in te graven wordt verwacht dat de opwarming van de zeebodem in de toplaag lokaal en gering zal zijn, en binnen de range van de door het Duits Federaal Agentschap voor Natuurbeheer gebruikte voorzorgsmaatregel zal blijven (een temperatuurstijging op 20 cm diep in de zeebodem in

offshore wateren beperkt tot 2 K; OSPAR, 2012)). Gezien de benthische fauna voornamelijk in die toplaag (bovenste 20 cm) leeft, worden geen betekenisvolle negatieve effecten verwacht op het benthos, het epibenthos en de demersale visfauna.

## 9.4 Grensoverschrijdende en cumulatieve effecten

### 9.4.1 Grensoverschrijdende effecten

Zoals hierboven besproken kunnen EMV de migratie verstoren van verschillende taxa (e.g. vis, zeezoogdieren), al is dit grotendeels nog een leemte in de kennis. Bij een verstoring van migrerende dieren kunnen in theorie grensoverschrijdende effecten niet uitgesloten worden, al zal dit in de praktijk niet meetbaar en niet betekenisvol zijn.

### 9.4.2 Cumulatieve effecten

De karakteristieken van de EMV rondom een kabel zijn afhankelijk van de locatie, het type kabel en de hoeveelheid stroom die wordt getransporteerd. Over het algemeen zijn de effecten van een enkele kabel gering en zeer lokaal (detecteerbaar tot enkele meter van de kabel). Met de expansie van de elektriciteitsinstallaties op zee en de bijhorende kabels vallen cumulatieve effecten echter niet uit te sluiten. Elektro- en magnetosensitieve soorten kunnen veelvuldig blootgesteld worden aan de EMV rond elektriciteitskabels. Zoals in het MER wordt geconcludeerd kan het cumulatief effect groter zijn dan de som van de afzonderlijke effecten indien blootstelling aan EMV inderdaad leidt tot de verstoring van het migratiegedrag en de verspreiding van bepaalde soorten.

De cumulatieve effecten van EMV op de eitjes, immobiele larvale en juveniele stadia van soorten zullen gelijk zijn aan de som van de effecten van afzonderlijke kabels.

Aangezien werd besloten dat het effect van opwarming van de zeebodem voor het benthos zeer gering is, zal het cumulatieve effect van opwarming eveneens verwaarloosbaar zijn.

## 9.5 Mitigerende maatregelen

Het kabelontwerp kan ertoe leiden dat magnetische velden elkaar kunnen opheffen. Daarom kan het dicht bij elkaar plaatsen van kabeladers of het verdraaien van de kabels het uitgezonden magnetische veld en dus de omvang van de EMV verminderen. Het ontwerp van de AC kabels (met drie kernen in één kabel) leidt al tot een opheffing van de magnetische velden van de afzonderlijke kernen. Het bundelen van de HVDC-kabels in één sleuf beperkt mogelijke effecten door de gegenereerde magnetische velden.

Het begraven van een kabel wordt vaak genoemd als mitigatie, maar op dit moment is de kennis over de soort-specifieke respons op EMV te beperkt om te besluiten dat dit effectief de effecten mitigeert. Zoals blijkt uit onderzoek reageren gevoelige receptorsoorten over het volledige EMV-bereik. Lage EMV intensiteiten kunnen zelfs EMV-gevoelige soorten aantrekken. De conclusie voor het begraven van kabels is dat het een aspect blijft dat verder moet worden bestudeerd om in te schatten of het als mitigatie kan beschouwd worden (Gill, 2023). In het algemeen kan gesteld worden dat m.b.t. mogelijke mitigatie weinig kennis beschikbaar is (Gill, 2023), maar mogelijk ook dat mitigatie zeer moeilijk uitvoerbaar of niet opportuun is gezien de beperkte effecten.

Door het begraven van de kabels zal het effect van opwarming beperkt blijven in de toplaag van de bodem.

## 9.6 Monitoringprogramma

Om gegevens te bekomen van de elektromagnetische veldsterke en de variaties daarin, dient bij omstandigheden met weinig wind en bij omstandigheden met veel wind een in-situ meting uitgevoerd te worden van de EMV in de nabijheid van een AC en HVDC kabels. De metingen worden uitgevoerd door de vergunninghouder en het meetprotocol moet vooraf aan het bestuur worden voorgelegd.

## 9.7 Besluit

### 9.7.1 Aanvaardbaarheid

Hoewel er nog veel leemten in de kennis zijn omtrent de effecten van EMV zowel op individueel als op populatie niveau, oordeelt het bestuur dat de uitvoering van dit project aanvaardbaar is voor wat betreft EMV.

Aangezien de kabels ingegraven worden zal de opwarming van de zeebodem in de toplaag zeer gering of onbestaand zijn. Gezien de bentische fauna voornamelijk in die toplaag (bovenste 20 cm) leeft, worden geen betekenisvolle negatieve effecten verwacht op het benthos, het epibenthos en de demersale visfauna.

### 9.7.2 Voorwaarden

Voor wat betreft EMV zijn de voorwaarden relevant m.b.t. het ingraven van de kabels, het verzekeren van voldoende bedekking gedurende de operationele fase en de monitoring van de kabeldiepte – dergelijke voorwaarden worden in andere onderdelen van deze MEB voorgesteld.

### 9.7.3 Aanbevelingen

Niet-gebundelde HVDC kabels veroorzaken relatief hoge magnetische veldsterktes. Het is daarom aangewezen om de HVDC kabels te bundelen in één sleuf zodat de magnetische velden van de verschillende kabels elkaar (deels) opheffen.

- 1) Er wordt aanbevolen om de HVDC-kabels samen te leggen in één sleuf.

### 9.7.4 Monitoring

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM/uitrusting
Meting veldsterkte AC en DC kabel	Operationele fase PEZ	Vergunninghouder	-

## 10. Hydrodynamica

- Het project zal blijvende veranderingen in hydrografische omstandigheden veroorzaken. De omvang van de veranderingen is afhankelijk van het gekozen alternatief.
- Het platformalternatief veroorzaakt de meest beperkte veranderingen.
- Bij de eilandoptie veroorzaakt een eiland in locatie West 1 de kleinste veranderingen.

## 10.1 Samenvatting

Volgens de studie van Steenman & Kroon (2022) uitgevoerd in het kader van het opstellen van het MER (Bijlage 3 bij het MER) zal het MOG II-project blijvende veranderingen in hydrografische omstandigheden (stroming en golven) veroorzaken in de buurt van kunstmatige eilanden of platformen. De grootte van de gebieden die deze merkbare veranderingen ondergaan, varieert afhankelijk van de alternatieven. De omvang van deze gebieden wordt respectievelijk geschat op:

- Tussen 110 en 245 hectare voor het kunstmatige eiland op positie West 1;
- Tussen 85 en 280 hectare voor het kunstmatige eiland op positie West 2;
- Tussen 120 en 350 hectare voor het kunstmatige eiland op positie Noord;
- Ongeveer 26,4 hectare voor het alternatief met 4 platformen (6,6 hectare per platform).

Een kunstmatig eiland zal bijgevolg de hydrografische omstandigheden verstoren in een gebied dat 3 tot 13 keer groter is dan het gebied dat wordt beïnvloed door het alternatief van 4 platformen.

Het kunstmatige eiland en de platformen bevinden zich, ongeacht hun locatie, in een bentische habitat van het type 'circalitoraal zand' (EUSeaMap, 2021). Het inbrengen van hard substraat via de betonnen caissons van het kunstmatige eiland, de pijlers van de platformen en de erosiebescherming veroorzaken plaatselijk fysieke verliezen in de zin van descriptor 6 van de KRMS (zeebodemintegriteit). Het is onwaarschijnlijk dat de aanwezigheid van een kunstmatig eiland en/of van platformen zorgen voor een zone die vrij is van blootstelling aan golven voorbij deze zone met het fysieke verlies aan (oorspronkelijke) habitat. Daarom schatten we, volgens de huidige kennis, het risico dat permanente veranderingen in hydrografische omstandigheden nadelige effecten zullen hebben op het mariene ecosysteem buiten de gebieden met fysiek verlies, als laag in. De gebieden met fysiek verlies (verandering) van habitat vertegenwoordigen 25 ha in het geval van een eiland en 4,4 ha gecumuleerd voor de platformen, ofwel respectievelijk 0,006% en 0,001% van de omvang van de habitat 'circalitoraal zand' in het BDNZ.

## 10.2 Inleiding

De evaluatie van de permanente veranderingen in de hydrografische omstandigheden veroorzaakt door het MOG2-project wordt uitgevoerd in het kader van het monitoringprogramma 'ANSBE P16-Hydrography', gedefinieerd door België in het kader van de KRMS (Belgische Staat, 2020).

Deze beoordeling heeft tot doel vast te stellen of de aanwezigheid van een kunstmatig eiland aanzienlijke permanente veranderingen in hydrografische omstandigheden zal veroorzaken, met nadelige gevolgen voor mariene ecosystemen. In deze inleiding wordt verwezen naar de juridische context van deze beoordeling. Vervolgens worden de te verwachten effecten van het MOG2-project op stromingen en golven behandeld. Vooral de te verwachten effecten tijdens de operationele fase van het project zijn relevant in het kader van de KRMS, die beperkt is tot effecten die over een relatief lange periode aanhouden (permanente wijziging die 12 jaar of langer aanhoudt).

Deze beoordeling wordt ondersteund door de elementen die zijn opgenomen in het MER en met name in de derde externe bijlage (Steenman & Kroon, 2022).

### 10.2.1 Juridische context

#### Kaderrichtlijn Mariene Strategie

Descriptor 7 van de KRMS vereist dat een permanente verandering in hydrografische omstandigheden [veroorzaakt door menselijke activiteiten] de mariene ecosystemen niet schaadt.

### Besluit (EU) 2017/848 van de Commissie

In haar besluit van 17 mei 2017 (EU) 2017/848<sup>10</sup> specificeert de Europese Commissie dat descriptor 7 betrekking heeft op veranderingen in hydrologische omstandigheden veroorzaakt door fysische verliezen (in de zin van criterium D6C1) als gevolg van een permanente wijziging van de ondergrond of de morfologie van de zeebodem of de winning van zeebodemsubstraat. Dezelfde tekst definieert een permanente wijziging als elke wijziging die 12 jaar of langer aanhoudt.

Om de beoordeling van descriptor 7 te standaardiseren, worden ook twee zogenaamde secundaire criteria gedefinieerd<sup>11</sup>:

- D7C1: De ruimtelijke omvang en spreiding van de permanente wijziging van de hydrografische omstandigheden (bv. wijzigingen van de golfslag, de stroming, het zoutgehalte, de temperatuur) van de zeebodem en de waterkolom, met name in verband met het fysieke verlies van de natuurlijke zeebodem.
- D7C2: De ruimtelijke omvang van elk benthisch habitatype dat schade is berokkend (de fysieke en hydrografische kenmerken en de bijbehorende biologische gemeenschappen) door permanente wijziging van de hydrografische omstandigheden.

In D7C2 verzoekt de Europese Commissie de lidstaten ook om op regionaal of subregionaal niveau samen te werken om drempelwaarden vast te stellen met betrekking tot de schadelijke effecten van permanente veranderingen in hydrologische omstandigheden. Helaas zijn deze waarden voor de Noordzee nog steeds niet gedefinieerd.

De ruimtelijke schaal voor de beoordeling van de criteria D7C1 en D7C2 moet dezelfde zijn als deze die gebruikt wordt voor de beoordeling van de belangrijkste benthische habitatypes onder descriptor 1 en 6.

De beoordeling van de criteria D7C1 en D7C2 kan gebeuren in het kader van een monitoringprogramma gekoppeld aan infrastructuurprojecten, zowel aan de kust als op zee en/of door gebruik te maken van de resultaten van gevalideerde hydrodynamische modellen die worden gebruikt bij de beoordeling van de milieu-impact van nieuwe infrastructuurprojecten.

Criterium D7C1 wordt beoordeeld in relatie tot de totale natuurlijke omvang (in km<sup>2</sup>) van alle in het beoordelingsgebied aanwezige habitats. Criterium D7C2 wordt beoordeeld in km<sup>2</sup> of als een percentage van de totale natuurlijke omvang van elk benthisch habitatype in het beoordelingsgebied.

De resultaten van de beoordeling van criterium D7C1 (spreiding en geschatte omvang van hydrografische veranderingen) worden gebruikt voor de beoordeling van criterium D7C2. De resultaten van de beoordeling van criterium D7C2 (geschatte omvang van nadelige effecten per habitatype in elk beoordelingsgebied) worden gebruikt voor de beoordeling van criterium D6C5.

---

<sup>10</sup> Besluit (EU) 2017/848 van de Commissie van 17 mei 2017 tot vaststelling van criteria en methodologische standaarden inzake de goede milieutoestand van mariene wateren en specificaties en gestandaardiseerde methoden voor monitoring en beoordeling, en tot intrekking van Besluit 2010/477/EU.

<sup>11</sup> De secundaire criteria en de methodologische normen, specificaties en standaarden die daarbij horen, uiteengezet in de bijlage, worden ofwel gebruikt voor het invullen van een primair criterium of voor een rechtstreekse beoordeling, wanneer het mariene milieu het risico loopt geen goede ecologische toestand te bereiken of te behouden met betrekking tot dit specifieke criterium. Elke lidstaat beslist over het gebruik van een secundair criterium.



### 10.2.2 Uitvoering van criteria D7C1 en D7C2

In Belgische Staat (2018) wordt criterium D7C1 geïnterpreteerd als de noodzaak om vanaf de beoordelingsfase van de milieueffecten van een nieuwe infrastructuur op zee de betekenisvolle veranderingen in de hydrografische omstandigheden te identificeren en om in het kader van D7C2 te beoordelen of deze betekenisvolle veranderingen kunnen leiden tot nadelige effecten op benthische habitats. Dit betekent in het bijzonder:

#### D7.1.

Tijdens de fase van milieueffectstudies voor grote infrastructuurwerken zullen wijzigingen als betekenisvol worden gekwalificeerd als aan ten minste één van de volgende criteria is voldaan:

- i. De wijziging in de hydrografische omstandigheden leidt tot een fysiek verlies zoals gedefinieerd in criterium D6C1;
- ii. De wijziging in de hydrografische omstandigheden leidt tot een afwijking van meer dan 10% in absolute waarde van de gemiddelde bodemschuifspanning ten opzichte van de referentiesituatie;
- iii. De wijziging in de hydrografische omstandigheden veroorzaakt een variatie in de sedimentatieduur of de erosieduur van meer dan 10% in absolute waarde ten opzichte van de referentiesituatie.

De berekening van de schuifspanning op de bodem gebruikt in criteria (ii) en (iii) moet rekening houden met de gezamenlijke effecten van stromingen en golven op de bodem. Voor infrastructuurwerken die echter op kleine schaal significante permanente hydrografische veranderingen teweegbrengen, kunnen criteria (ii) en (iii) worden beoordeeld op basis van numerieke simulaties die worden uitgevoerd met behulp van een hydrodynamisch model gevalideerd op een cyclus van 14 dagen springtij en dood tij.

In het geval dat de milieuvergunning voor de infrastructuur de uitvoering van een milieumonitoringprogramma vereist, zullen de resultaten van de monitoring ook worden gebruikt om de beoordeling van de omvang van de gebieden die onderhevig zijn aan significante permanente hydrografische veranderingen te verfijnen.

#### D7.2.

In afwachting van de definitie van een gemeenschappelijke methodologie op OSPAR-niveau, zal de omvang van de volgende gebieden worden gerapporteerd als nadelig beïnvloed als gevolg van permanente veranderingen in hydrografische omstandigheden, door de aanwezigheid of de exploitatie van een installatie:

1. Gebieden die fysiek verlies hebben geleden in de zin van criterium D6C1;
2. Gebieden geïdentificeerd onder criterium D7C1 en waarvan de habitatclassificatie zou veranderen volgens het voorspellende benthische habitatmodel ontwikkeld voor de Keltische Zee en de Noordzee als onderdeel van EMODNet-habitat (Populus et al., 2017).

Het voorspellende model van EMODNET-habitat houdt enkel rekening met abiotische parameters. Daardoor kan de omvang van de zones die nadelige effecten ondergaan worden bevestigd, verfijnd of aangepast door de resultaten van een milieumonitoringprogramma, als dit laatste voorzien is in de milieuvergunning van het project dat leidt tot permanente wijzigingen van de hydrologische omstandigheden.

## 10.3 Effecten

Het MER onderzoekt twee mogelijke alternatieven voor de installatie van wisselstroom (AC) en gelijkstroom (HVDC) onderstations en stroomkabels. De voorkeursoplossing is de installatie van een kunstmatig eiland. Er worden drie mogelijke locaties voor dit eiland overwogen (West1, West2 en Noord). Een ander alternatief is om deze onderstations op vier platformen te plaatsen. Het voordeel van het kunstmatige eiland is de mogelijkheid om het Belgische net aan te sluiten op een internationaal elektriciteitsnet in de Noordzee, met mogelijke interconnecties met het Verenigd Koninkrijk (Nautilus) en Denemarken (Triton Link). Het alternatief met vier platformen laat deze interconnectie met de netwerken van buurlanden niet toe en bereikt, volgens het MER, dus slechts ten dele de doelstellingen van het totale project. De bijkomende functionaliteiten maken echter geen onderdeel uit van de aanvraag, en worden hier bijgevolg niet behandeld. De bouw van het eiland of de platformen is gepland tussen 2024 en 2026 en die van de transmissie-infrastructuur tussen 2026 en 2029. De exploitatie is gepland vanaf 2027.

### 10.3.1 Permanente veranderingen in hydrografische omstandigheden veroorzaakt door een kunstmatig eiland

De studie van de effecten van de 3 locaties voor een kunstmatig eiland op de hydrografische omstandigheden werd uitgevoerd door Svašek Hydraulics (Steenman & Kroon, 2022) met behulp van het hydrodynamisch model FINEL2D-explicit. Dit model, gebaseerd op roosters van variabele grootte, kan alleen de hoogte van het zeeoppervlak voorspellen, samen met de twee horizontale componenten van de stroomsnelheid gemiddeld over de verticale as. Dit model is gekoppeld aan een golfmodel (gebaseerd op het SWAN-model) en een morfologische module die het sedimenttransport en de evolutie van de zeebodem berekent. In deze sectie wordt het model FINEL2D-explicit beschreven, en worden de veranderingen van de geïnduceerde stromingen bij elk eilandalternatief, en tenslotte ook de onzekerheid van de bekomen resultaten gepresenteerd en besproken.

### 10.3.2 Het FINEL2D-explicit model

Om veranderingen in hydrodynamica te modelleren werd het FINEL2D-explicit model gebruikt. Dit model lost ondiepwatervergelijkingen (of Saint-Venant-vergelijkingen) op met behulp van de zogenaamde discontinue Galerkin-methode. De advectietermen worden verwerkt met behulp van een Roe-oplosser op basis van een bovenwinds schema van de eerste orde, waarvan bekend is dat het een zeer grote numerieke diffusie veroorzaakt. Het FINEL2D-explicit model bepaalt dus geen driedimensionale dynamiek van stromingen, en geeft geen informatie over diffusie of turbulentie. Deze vereenvoudigingen maken de fysische resolutie van het model waarschijnlijk te simplistisch om de stroming in het kielzog van het kunstmatige eiland volledig bevredigend te simuleren.

Het FINEL2C-explicit rekendomein bestrijkt het gehele Noordwest-Europese continentale plat. Het rekenraster bestaat uit driehoeken waarvan de grootte varieert van 8 tot 12 km langs de continentale helling en geleidelijk verfijnt tot een resolutie van 400 m op een afstand van 20 km van het eiland, een resolutie van 90 m op 5 km van het eiland en een resolutie van 40 m op een afstand van minder dan 2 km van het eiland. Deze resolutie is voldoende om de stroming te modelleren die wordt veroorzaakt door een rechthoekig eiland van 500 meter lang en 260 meter breed (13 hectare). In de praktijk worden drie verschillende grids gebruikt om de effecten van de eilanden West 1, West 2 en Noord te bestuderen. Voor elk van deze opstellingen worden 32 getijdenharmonische componenten opgelegd aan de open grenzen (de continentale helling). De meteorologische forcings zijn afkomstig van NCAR's CFSR-heranalyses. De simulaties bestrijken een periode van 19 jaar.

Het FINEL2D-explicit model is goed gekalibreerd en gevalideerd. De resultaten van kalibratie en validatie van de Noordzee-opstellingen voor de FINEL2D-explicit modellen zijn uitstekend geschikt voor het modelleren van elevatie (RMSE van 9 tot 11 cm) maar zijn naar de mening van de auteurs (Steenman & Kroon, 2022, p.14 ) niet zo goed als verwacht voor het modelleren van stromingen. Zo blijkt uit Figuur 3-7 van het rapport dat de FINEL2D-explicit modellen soms de amplitude van de variatie van de stromingen in een getijdencyclus bij station Westhinder met een factor 2 overschatten. Deze fout blijft binnen de orde van grootte van de verwachte fout voor de stromingen, gemiddeld over de verticale as in een tweedimensionaal model.

Het FINEL2D-explicit model is gekoppeld aan een morfodynamische module die de simulatie mogelijk maakt van de langetermijnevolutie van de zeebodem als functie van de bodemspansing veroorzaakt door stromingen en golven (omloopsnelheid van de golven zoals gesimuleerd door het SWAN-model).

### 10.3.3 Verwachte aanzienlijke veranderingen in hydrografische omstandigheden

Door het FINEL2D-explicit systeem werden 4 simulaties van 19 jaar uitgevoerd om aan te tonen welke veranderingen in stromingen en golven veroorzaakt worden door de aanwezigheid van het kunstmatige eiland. Deze simulaties omvatten de volgende 4 scenario's: een referentiescenario zonder kunstmatig eiland, het scenario West 1, het scenario West 2 en het scenario Noord. De veranderingen in stromingen en golven veroorzaakt door de aanwezigheid van het kunstmatige eiland worden aangegevoerd door een directe vergelijking met het referentiescenario zonder kunstmatig eiland.

De veranderingen die deze numerieke simulaties naar voren brengen, worden in detail besproken in hoofdstuk 6 van Steenman & Kroon (2022). Omdat het bestuur het volledig eens is met hun analyse, worden die in deze sectie niet in detail weergegeven, maar worden de punten overgenomen die het meest belangrijk lijken.

Ongeacht de locatie zal de aanwezigheid van een kunstmatig eiland aanzienlijke veranderingen teweegbrengen in de momentane stromingen, met zones met sterke versnellingen en vertragingen in de directe nabijheid van de infrastructuur en het genereren van een kielzog van enkele kilometer lang. Een studie uitgevoerd door het FINEL2D-implicit model laat zien dat dit kielzog in feite een sliert van Von Karman-wervelingen is. Deze veranderingen zijn zeer dynamisch, in die zin dat ze per getijdencyclus een volledige cirkel rond het eiland maken. Bovendien variëren de grootte, vorm en intensiteit van de wervelingen met het getij en hebben ze een wisselwerking met de nabijgelegen Hinderbanken. Deze interactie met de Hinderbank lijkt het belangrijkste voor het scenario West 2 (Steenman & Kroon, 2022, Figuur 6-21 t/m 6-24). Wanneer deze veranderingen worden gemiddeld over een cyclus van spring- en doottij, ontstaat een duidelijk patroon van veranderingen: variaties van meer dan 10% in de gemiddelde bodemspansing zijn waar te nemen tot op 2 kilometer van het eiland.

Ongeacht de locatie zal de aanwezigheid van een kunstmatig eiland leiden tot aanzienlijke veranderingen in de golven. Deze veranderingen zijn afhankelijk van de oriëntatie en hoogte van de golven (bijv. Steenman & Kroon, 2022, Figuur 6-5). Vereenvoudigd kan gesteld worden dat de energie van de golven gedeeltelijk zal gereflecteerd worden door het eiland, waardoor de golven stroomopwaarts van het eiland iets hoger worden. De locatie van de zones is afhankelijk van de invalshoek tussen de richting van de golf en de wanden van het kunstmatige eiland. Bovendien zorgt de aanwezigheid van het eiland voor een significante afname van de golfhoogte in stroomafwaartse richting van de golven. Bijvoorbeeld voor het scenario in Figuur 6-5 van Steenman & Kroon (2022) zullen de gebieden waar de hoogte van de golven met meer dan 1% toeneemt, zich uitstrekken tot 18 km van het eiland, terwijl het gebied waar de hoogte van de golven daalt met meer dan 1% zich zal uitstrekken tot 5 km van het eiland. Deze veranderingen hebben ook een invloed op de omloopsnelheid van de golven.

De gecombineerde invloed van veranderingen in stroming en golven kan worden waargenomen door de verandering in bodemspansingen in de winterscenario's gepresenteerd door Steenman & Kroon (2022; bijvoorbeeld Figuur 6-13). Gedurende het eerste bouwjaar worden maximale variaties van 62% in de gemiddelde bodemspansing in de directe omgeving van het eiland gesimuleerd. De geleidelijke aanpassing van de bathymetrie aan de nieuwe lokale hydrografische omstandigheden zal deze variaties in de tijd verminderen: na 10 jaar nemen de maximale variaties in de gemiddelde bodemspansing nabij het eiland af met maar liefst 19%. Deze waarde blijft echter, beperkt tot een relatief klein gebied, hoger dan de drempelwaarde van 10% variatie in de gemiddelde bodemspansing aangenomen door België om te bepalen of een infrastructuur significante veranderingen in hydrografische condities veroorzaakt.

Het MER (Tabel 5.2-2) geeft de oppervlakte van gebieden weer die onderhevig zijn aan opmerkelijke variaties in hydrografische omstandigheden. Deze gebieden kunnen zich uitstrekken tot 2 km van het eiland (Figuur 3).

Effect	Periode	Zomer West 1	Zomer West 2	Zomer Noord
Maximale verandering van de bodemschuifspanning (%)	Na de constructie	42%	30%	62%
	Na 10 jaar	14%	10%	10%
Oppervlakte met een verandering van meer dan 10% (in ha)	Na de constructie	Ca. 245 ha	Ca. 280 ha	Ca. 350 ha
	Na 10 jaar	Ca. 110 ha	Ca. 85 ha	Ca. 120 ha

Figuur 3. Vergelijking van de resultaten van de modellering van veranderingen in hydrografische omstandigheden voor de drie eilandlocaties (Steenman & Kroon, 2022)

#### 10.3.4 Effecten van veranderingen in hydrografische omstandigheden op het mariene ecosysteem

Onder KRM-descriptor 7 worden de effecten van veranderingen in hydrografische omstandigheden op het mariene ecosysteem beoordeeld op de ruwe schaal van benthische habitats zoals gerapporteerd door EMODnet's EUSeaMap-kaarten, waarvan de laatste versie dateert van 2021.

Ongeacht de locatie van het kunstmatige eiland komt er een benthische habitat van het type 'circalitoraal zand' voor (EUSeaMap, 2021). De introductie van hard substraat door de betonnen caissons van het kunstmatige eiland en de erosiebescherming (van eiland en platformen) zullen plaatselijk 'fysieke verliezen' in de zin van descriptor 6 van de KRM veroorzaken (maximum 25 ha, MER), maar het is onwaarschijnlijk dat dit zou leiden tot een volledig beschermd zone tegen golfblootstelling buiten de zones van fysiek verlies. Daarom wordt, volgens de huidige kennis, het risico dat permanente veranderingen in hydrografische omstandigheden een verandering in de classificatie van habitats buiten de gebieden met fysiek verlies zullen veroorzaken, als laag ingeschat.

De verwachte effecten op ecosystemen blijven dus beperkt tot het gebied van 25 ha, in het geval van het eiland West 1, dat wordt beschermd door het eiland zelf en de erosiebescherming. Op dit gebied kan een verandering in het ecosysteem verwacht worden, maar het is onmogelijk om die veranderingen a priori als negatief of niet negatief te beoordelen.

#### 10.3.5 Onzekerheid van de resultaten van de modellering

De door Steenman & Kroon (2022) verwachte veranderingen in hydrografische omstandigheden zijn geschat op basis van het tweedimensionale FINEL2D-explicit model. Naast het feit dat dit model geen

rekening houdt met de driedimensionale dynamiek, houdt het geen rekening met de effecten van turbulentie. Om de onzekerheid in te schatten die deze vereenvoudigingen met zich meebrengen, hebben Steenman & Kroon een gevoeligheidsstudie uitgevoerd met het FINEL2D-implicit model. Dit model is de tweedimensionale versie van het niet-hydrostatische driedimensionale model ontwikkeld door Labeur (2009) en verbeterd door Labeur & Wells (2012). Hoewel het bijvoeglijk naamwoord 'niet-hydrostatisch' geen betekenis heeft voor een tweedimensionaal model, heeft het laatste een turbulente sluiting en een bodemdiffusieschema met variabele parameters. De fysica van het FINEL2D-implicit model is veel beter in het oplossen van de stroming in het zog van kunstmatige eilanden. De opzet van het FINEL2D-explicit en het FINEL2D-implicit model is identiek, maar het FINEL2D-implicit model is niet gekoppeld aan een golfmodel of een morfodynamische module.

De dynamiek naar voren gebracht door het FINEL2D-implicit model in het kielzog van het kunstmatige eiland is complexer en realistischer dan die van het FINEL2D-explicit model (zie bijvoorbeeld figuren A-1 t/m A-12 van Steenman & Kroon, 2022). Wanneer echter de resultaten van de FINEL2D-explicit en FINEL2D-implicit modellen worden gemiddeld over een cyclus van spring- en doodtij, komen de resultaten van de twee modellen samen (zie Figuur 5-2 en 5-3 van Steenman & Kroon, 2022). Deze twee resultaten suggereren dat de opmerkelijke wijzigingen die door het FINEL2D-explicit model worden benadrukt, robuust zijn.

### 10.3.6 Permanente wijzigingen van de bodemspanning veroorzaakt door de platformen

De permanente veranderingen in de bodemspanning veroorzaakt door de platformen zijn niet gekwantificeerd in het MER. Over het algemeen wordt in de impactstudie weinig informatie gegeven over het ontwerp van de platformen. Bij gebruik van een jacketfundering zullen de palen een diameter hebben van ongeveer 2 m. Als rekening wordt gehouden met de erosiebescherming, is er een cumulatieve voetafdruk (fysiek verlies) van maximaal 4,4 ha voor de 4 platformen (§ 5.1.5.1.2. van het MER).

Net als bij geïnstalleerde windturbines zal de jacketconstructie naar verwachting een turbulent zog genereren dat zich over meerdere kilometer afstand kan uitstrekken (MER § 5.2.5.2.2.).

Naar analogie met windturbines (Belgische Staat, 2018) wordt geschat dat de significante veranderingen in hydrografische omstandigheden een maximale oppervlakte van 6,6 ha per platform zullen beslaan, d.w.z. een maximale cumulatieve oppervlakte van 26,4 ha.

## 10.4 Grensoverschrijdende en cumulatieve effecten

### 10.4.1 Grensoverschrijdende effecten

Het is erg onwaarschijnlijk dat de permanente hydrografische veranderingen als gevolg van het MOG2-project grensoverschrijdende effecten zullen hebben.

### 10.4.2 Cumulatieve effecten

Het is onwaarschijnlijk dat de permanente hydrografische veranderingen als gevolg van het MOG2-project cumulatieve effecten zullen veroorzaken met reeds bestaande menselijke activiteiten. Het is echter zeer waarschijnlijk dat de hydrografische veranderingen als gevolg van het MOG2-project gecombineerd zullen worden met de effecten van de toekomstige offshore windparken in de PEZ. Deze cumulatieve effecten zullen in toekomstige milieueffectstudies voor deze concessies goed moeten worden beoordeeld.

## 10.5 Mitigerende maatregelen

Het ontwerp en de oriëntatie van de kunstmatige eilanden is al geoptimaliseerd om hydrografische veranderingen te minimaliseren – er worden op dit vlak geen bijkomende mitigerende maatregelen of voorwaarden opgelegd.

## 10.6 Monitoringprogramma

De beoordeling van veranderingen in hydrografische omstandigheden is momenteel uitsluitend gebaseerd op de resultaten van 2D numerieke simulaties. Om deze schattingen te bevestigen en te verfijnen, dient een monitoringprogramma te worden uitgevoerd om de bathymetrie en de evolutie van bentische ecosystemen te monitoren (zie Hoofdstuk Benthos, vis en harde substraten en hoofdstuk Sedimentologie - bodem).

### 10.6.1 Besluit

### 10.6.2 Aanvaardbaarheid

Het MOG2-project zal, ongeacht het gekozen alternatief (kunstmatig eiland of platformen), aanzienlijke permanente veranderingen in de hydrografische omstandigheden teweegbrengen. De grootte van de gebieden die deze merkbare veranderingen ondergaan, varieert afhankelijk van de optie. De omvang van deze gebieden wordt respectievelijk geschat op:

- Tussen 110 en 245 ha voor het kunstmatige eiland West 1;
- Tussen 85 en 280 ha voor het kunstmatige eiland West 2;
- Tussen de 120 en 350 ha voor het kunstmatige eiland Noord;
- Ongeveer 26,4 ha voor het alternatief voor 4 platformen.

Ongeacht de locatie, zal een kunstmatig eiland de hydrografische omstandigheden verstoren in een gebied dat 3 tot 13 keer groter is dan het gebied beïnvloed door het alternatief met 4 platformen. Ongeacht het gekozen alternatief, is het echter onwaarschijnlijk dat de veranderingen een nadelig effect zullen hebben op mariene ecosystemen; er zullen wel fysieke veranderingen optreden in de gebieden met erosiebescherming (verandering van de habitat naar hard substraat). De oppervlakte van deze gebieden is ongeveer 25 ha voor een eiland en 4,4 ha voor de vier platformen.

Het alternatief met platformen genereert de meest beperkte veranderingen in hydrografische omstandigheden en de gerelateerde mogelijke impact op mariene ecosystemen. De optie met een kunstmatig eiland blijft echter voor wat betreft dit onderdeel aanvaardbaar.

### 10.6.3 Voorwaarden

De voorwaarden relevant voor dit hoofdstuk worden opgenomen in het hoofdstuk Sedimentologie – bodem.

### 10.6.4 Aanbevelingen

De aanbevelingen relevant voor dit hoofdstuk worden opgenomen in het hoofdstuk Sedimentologie – bodem.

### 10.6.5 Monitoring

De monitoring van hydrodynamica wordt samen met de monitoring van sediment en bodem uitgevoerd (zie Hoofdstuk Sedimentologie – bodem).

## 11. Sedimentologie - bodem

- De effecten op bodem en sediment zullen beperkter zijn bij het platformalternatief dan bij het eilandalternatief.
- Indien gekozen wordt voor het eilandalternatief, dan zijn de effecten bij het eiland in locatie West 1 het meest beperkt.
- De installatie van een artificieel eiland zal een belangrijke verandering van de bathymetrie en sedimentsamenstelling met zich meebrengen.
- Modelstudies, inherent onderhevig aan belangrijke onzekerheden, lijken uit te wijzen dat geen belangrijke depositie van sediment op de grindbedden verwacht wordt bij het eilandalternatief.
- De hoeveelheid sediment die moet verplaatst worden voor het aanleggen van de kabels kan beperkt worden door een ver doorgedreven planning.

### 11.1 Samenvatting

De installatie van een artificieel eiland zal een belangrijke verandering van de bathymetrie en van de sedimentsamenstelling met zich meebrengen. Ook na het voorbaggeren van de erosieputten, waarbij het materiaal voor het opvullen van het caissoneiland zal worden gewonnen, zal bijkomende erosie, tot 10 m diepte, en depositie optreden. Tijdens de installatie van het eiland bestaat het risico dat de turbiditeit zal verhogen en dat grindbedden in het nabijgelegen habitatrictlijngebied lokaal zullen verzanden.

Modelstudies uitgevoerd door IMDC en door Svašek (IMDC, 2022) lijken echter uit te wijzen dat geen belangrijke depositie op de grindbedden verwacht wordt. Het is echter belangrijk om hierbij de nodige kanttekeningen te maken. Eerst en vooral blijft sedimentmodellering en morfologische modellering nog steeds onderhevig aan belangrijke onzekerheden. Bovendien werd niet de nodige validatie uitgevoerd of werden geen sensitiviteitsstudies uitgevoerd. Ten slotte is de hoeveelheid fijn zand en fijn materiaal (korrelgrootte < 63 µm) onzeker en is het mogelijk dat hogere hoeveelheden fijn materiaal zullen opgebaggerd worden.

Ondanks deze opmerkingen is de installatie van het eiland voor wat betreft de veranderingen van de bodem aanvaardbaar, mits het naleven van een aantal voorwaarden en het uitvoeren van een strikte monitoring. Deze monitoring is zo opgesteld dat, indien de effecten op de grindbedden groter zijn dan verwacht, de werken kunnen stilgelegd worden of dat belangrijke milderende maatregelen kunnen worden opgelegd.

Gezien de meer beperkte te verwachten milieu-impact, geeft het bestuur voor wat betreft dit onderwerp de voorkeur aan het platformalternatief. Indien toch wordt gekozen voor een artificieel eiland, dan heeft de locatie West 1 de voorkeur omwille van de meer beperkte verplaatsing van sediment en de meer beperkte lengte van de exportkabels. Deze locatie ligt echter dicht bij de ecologisch kwetsbare grindbedden in het habitatrictlijngebied.

Voor de aanleg van de exportkabels zal een belangrijke hoeveelheid materiaal gebaggerd en tijdelijk gestockeerd worden. Er moet voor gezorgd worden dat deze hoeveelheid materiaal zoveel mogelijk beperkt wordt. Door een ver doorgedreven planning van de werken kan backfill zoveel mogelijk uitgevoerd worden met materiaal dat net is gebaggerd.

## 11.2 Inleiding

### Eiland

In het MER worden twee mogelijke alternatieven besproken voor het type installatie van AC en HVDC onderstations, waarbij de voorkeur uitgaat naar de installatie op een artificieel eiland. Dat eiland zal een oppervlakte hebben boven de waterlijn van 260 m x 500 m (13 ha), met een maximale footprint op de zeebodem van 25 ha (eiland West 1). Merk op dat in Denemarken een energie-eiland wordt gepland met een footprint op de zeebodem van maximum 100 ha (Energistyrelsen, 2022).

Tijdens de installatie van het eiland zal een belangrijke hoeveelheid sediment verplaatst worden, variërend van 3,6 Mm<sup>3</sup> voor locatie West 1 tot 4,7 Mm<sup>3</sup> voor locatie West 2. Dit zal resulteren in belangrijke verliezen<sup>12</sup> tijdens baggeren en storten en dus ook in een verhoogde sedimentdispersie (waterkolom en bodem) tijdens de werken. Op de tijdelijke stockageplaatsen zullen de morfologie, de bathymetrie en de sedimentsamenstelling minstens tijdelijk veranderen. Door het voorbaggeren van erosiekuilen wordt ingeschat dat het grondverzet en het gebruik van tijdelijke stockageplaatsen zal geminimaliseerd worden. Na de installatie van het eiland zullen nog belangrijke erosie- en sedimentatieprocessen optreden rond het eiland, met veranderingen in de morfologie en bathymetrie. Ook dit zal een verhoogde sedimentdispersie met zich meebrengen. Mogelijke effecten op de nabijgelegen grindvelden in het habitatrictlijngebied moeten worden vermeden.

### Platformen

Het is duidelijk dat effecten bij de installatie van platformen op monopiles of jacketfunderingen beduidend beperkter zullen zijn voor wat betreft bodem en sediment.

### Kabels

Voor de pre-trenching en pre-sweeping operaties voor de installatie van de exportkabels wordt het volume te verplaatsen sediment geschat op 13,1 Mm<sup>3</sup> tot 14,2 Mm<sup>3</sup>, met de mogelijke stockage van dit materiaal op vooraf goedgekeurde stockageplaatsen. Ook dit zal een verhoogde sedimentdispersie met zich meebrengen.

## 11.3 Actuele situatie en autonome ontwikkeling

### 11.3.1 Actuele situatie

In het MER wordt de referentiesituatie uitgebreid besproken. Hierbij is het belangrijk te duiden dat enkel voor de platformen en de kabeltracés nieuwe geologische data gebruikt zijn. De meeste beschrijvingen zijn gebaseerd op bestaande dataproducten die voor dit gebied betrekking hebben op relatief weinig data- of meetpunten. De berekeningen die in het MER en hieronder worden meegegeven, komen met onzekerheden.

Ter hoogte van het West 1-eiland is de Quartaire afzetting minimum 12 m dik. Op de mogelijke stortplaatsen is het Quartair dek dun en kan het Paleogeen erosieoppervlak dagzomen. In de PEZ komen zandduinen voor met een hoogte tot 6 m die migreren in noordoostelijke richting over 5 m tot 10 m in 6 maanden tijd. Ook langsheen het kabeltracé en op de mogelijke stortplaatsen kunnen zandduinen voorkomen.

---

<sup>12</sup> Het gaat niet over strikt verlies, maar over het gedeelte van het gebaggerde en gestorte materiaal dat in suspensie komt (en gedeeltelijk opnieuw snel bezinkt) of zich na storting langzaam verplaatst naar omliggende gebieden zodat het niet meer beschikbaar is voor backfill.



Op de eilandlocaties komt op het oppervlak vooral gemiddeld zand voor met een mediane diameter van 300-400 µm. Langsheen het kabeltracé kan dit variëren van meer dan 500 µm tot minder dan 100 µm. Dichter tegen de kust komt fijner materiaal voor.

Uitgaande van het EDEN2000 KBIN grind model (Dienst Marien Milieu & KBIN-OD Natuur, 2022) dagzomen geen grindbedden op de eilandlocaties; dit is wel het geval ten westen van eilandlocatie West 1. De platformlocaties liggen op ten minste 500 m van de 'Type 1 grindbedden' (*grindbedden met een hoge kans op maximaal ecologisch potentieel*).

Het exportkabeltracé kruist grindbedden over een afstand van 5 km en 1,3 km (11% van het totale tracé). Deze grindbedden liggen ter hoogte van de kabelcorridor (niet in het habitatrictlijngebied). Het kabeltracé naar locatie Noord kruist bovendien een bijkomende zone met potentiële grindbedden van 4,4 km, echter ook niet in het habitatrictlijngebied. Anderzijds doorkruisen de kabeltrajecten naar platformen A3 en A1N potentiële grindbedden die wel in het habitatrictlijngebied liggen over een afstand van 10,6 km. Tenslotte is in de mogelijke stockagezone 3 lokaal grind aanwezig over ongeveer een derde van het gebied.

In het MER worden maximale stroomsnelheden en bodemspanningen besproken. De natuurlijke concentratie van materie in suspensie (SPMc) bedraagt ongeveer 4 mg/l in de geulen. Er wordt vermeld dat bij metingen in december 2021 en maart 2022 SPMc worden waargenomen van 15 mg/l en 25 mg/l bij de bodem.

### 11.3.2 Autonome ontwikkeling

Onder invloed van de klimaatveranderingen zal de zeespiegel stijgen, en kan mogelijk een toename van extreme stormen verwacht worden. Klimaatveranderingen kunnen stromingskarakteristieken en de morfologie in het BDNZ beïnvloeden. Onderzoek (Ullmann et al., 2009; Van den Eynde, 2011; Van den Eynde et al., 2012) lijkt er echter op te wijzen dat voor de Belgische kustzone geen stijging van het aantal stormen of van de stormintensiteit verwacht wordt. Er is hierover echter nog steeds veel onduidelijkheid, en het is dan ook het voorwerp van verder onderzoek.

## 11.4 Te verwachten effecten

### 11.4.1 Eilandalternatief

#### Constructiefase

Vooreerst moet een verschil worden opgemerkt tussen een eiland op locatie West 1 of een eiland op locatie West 2 of Noord. In het geval van locatie West 1 moet enkel een nivellering van de zeebodem worden uitgevoerd voor een caissoneiland kan worden geïnstalleerd. Voor locatie West 2 of Noord moet eerst een zandplateau worden aangelegd. Dit heeft gevolgen voor de hoeveelheid te verplaatsen sediment: voor het eiland op West 1 bedraagt dit 3,6 Mm<sup>3</sup> terwijl het voor West 2 oploopt tot 4,7 Mm<sup>3</sup>. Bij het berekenen van het grondverzet werd rekening gehouden met 30% verlies (Van den Eynde et al., 2010) als het materiaal onbeschermd blijft liggen en met 15% verlies als het niet onbeschermd achterblijft, dus bij het vullen van de caissonstructuren of het eiland.

Voor de nivellering van de zeebodem voor het eiland op locatie West 1 moet 102.000 m<sup>3</sup> sediment tijdelijk gestockeerd worden. Er wordt in het MER voorgesteld dat dit best op stockageplaats 1 of bij voorkeur in de werkzone van het eiland wordt gebeurt, met een maximale stockagehoogte van 4 m zodat de oppervlakte waarbinnen het benthos wordt verstoord zo klein mogelijk gehouden wordt. Het is hierbij de bedoeling dat het sediment zo gestort wordt dat het op een natuurlijke wijze terug

getransporteerd wordt naar de plaatsen waar het werd weggenomen. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van sedimenttransportmetingen of resultaten van het sedimenttransportmodel. Anderzijds kan worden aangenomen dat de stabiliteit van deze kunstmatige zandophoping relatief groot is (BMM, 2006). Voor het zandplateau wordt materiaal gewonnen door het voorbaggeren van erosiekuilen, een aanpak die tot hiertoe weinig gedocumenteerd is en waarvan de haalbaarheid dus moeilijk in te schatten is.

Ook voor het vullen van de caissonstructuren en het opvullen van het eiland wordt het materiaal gewonnen door het voorbaggeren van erosiekuilen. In totaal wordt hiervoor uitgegaan dat materiaal in de waterkolom terechtkomt: respectievelijk 591.000 m<sup>3</sup> voor eiland West 1 en 908.000 m<sup>3</sup> en 736.000 m<sup>3</sup> respectievelijk voor eiland West 2 en Noord, maar een groot volume daarvan bezinkt zeer snel.

Door IMDC (2022) werd een modelleerstudie uitgevoerd om de effecten van deze dispersie van het materiaal dat in de waterkolom terecht komt te modelleren met een driedimensionaal pluimmodel. Er werd van uitgegaan dat zand snel bezinkt en dat het verspreide sediment voor 20% uit heel fijn tot fijn zand (< 250 µm) en 0,2% fijnkorrelig materiaal (< 63 µm) bestaat (op West 1 en West 2). Enkel de verspreiding van deze zandfractie en silt-klei werd gemodelleerd, terwijl voor het gemiddelde tot grove zand werd uitgegaan dat dit snel bezinkt en niet verder verspreid wordt. Zowel de nivellering, het maken van het zandplateau of het voorbaggeren van de erosieputten en het vullen van het eiland werden gemodelleerd. Zowel de verliezen aan de zuigkop, de overflow als de verliezen tijdens dumping worden gesimuleerd.

Voor de nivellering en stockageactiviteiten geven de resultaten aan dat een afzetting tot 1 cm dik mogelijk is tot 2 km van het stortpunt. Merk op dat er geen resuspensie wordt gemodelleerd. Dit is gebaseerd op de aanname dat het fijne materiaal zal gevangen worden in de interstitiële zandmatrix (KBIN-OD Natuur, 2022). Voor het voorbereiden van het zandplateau worden ook afzettingen tot 1 cm dik waargenomen tot 2 km van het stortpunt. De modelresultaten geven aan dat geen afzetting zal voorkomen in de grindzones binnen, noch buiten het habitatrictlijngebied. Voor het voorbaggeren van de erosiekuilen en het vullen van het eiland zijn de effecten kleiner door de meer beperkte verliezen van slechts 15%.

Uit de modellering blijkt verder dat ter hoogte van de locatie West 1 zich enkel een overschrijding van de natuurlijke turbiditeit voordoet in de onmiddellijke nabijheid van de eilandlocatie. In de nabijheid van de tijdelijke stockageplaats kan de SPMc oplopen tot 50 mg/l, maar dit is een tijdelijk effect (twee dagen) en de pluimen reiken niet verder dan 3 km.

Voor het aanleggen van het zandplateau moet meer materiaal worden gebaggerd en gestort, wat gepaard gaat met een groter verlies. Een overschrijding met waarden van meer dan 4 mg/l (SPMc) blijft tot zes dagen gemodelleerd ter hoogte van West 2. Deze reikt tot minder dan 500 m afstand van het dagzomend grind, maar bereikt de zones van het dagzomend grind zelf niet. Bovendien liggen deze grindbedden buiten het habitatrictlijngebied. Voor locatie Noord is deze overschrijding beperkt tot 3 dagen.

Het voorbaggeren van de erosiekuilen, het opvullen van de caissons en het aanleggen van het eiland gebeurt via leidingen en de overflow van het eiland wordt verrekend. Er wordt hierbij slechts een overschrijding van de achtergrondwaarden verkregen in de onmiddellijke omgeving (tot enkele 100-den m) en voor een periode van 11 dagen.

In de modelstudie wordt uitgegaan van 20% materiaal met een korrelgrootte < 250 µm en 0.2% met een korrelgrootte < 63 µm.

## Operationele fase

Op basis van een morfologische modelstudie (Steenman & Kroon) wordt tijdens de operationele fase verwacht dat verdere erosie van de voorgebaggerde erosiekuilen zal optreden, tot 12 à 14 m dieper dan de voorgebaggerde kuilen. Er wordt dus ook verwacht dat de basis van het Quartair zal bereikt worden. Dit kan er mogelijk voor zorgen dat kleilig materiaal verspreid wordt. In het geval van Paleogene kleilagen, die een grote maat van compactie hebben, wordt verwacht dat deze niet gemakkelijk zullen eroderen. Aan de lizijde van het eiland (de korte zijde) zullen gebieden met aanzanding tot meer dan 10 m hoogte optreden. Gebieden van meer dan 1 m aanzanding beperken zich tot een afstand van 1,5 km voor locatie West 1 en West 2, en tot een afstand van 2 km voor locatie Noord. De maximale verondieping en verdieping treedt volgens het model op na 7 jaar, waarna een stabilisatie optreedt.

Na 10 jaar kunnen bodemveranderingen tot 10 cm optreden tot een afstand van 10 km in de hoofdrichting van de getijstromingen. Sedimentatie van meer dan 1 cm kan ook optreden in zones waar grindbedden worden verwacht. Er wordt echter de nadruk op gelegd dat dit plaatsvindt in zones waarvoor ook in de morfologische berekeningen, zonder eiland, sedimentatie wordt gemodelleerd. Hieruit wordt geargumenteed dat dit ofwel geen zones zijn waar grindbedden voorkomen (aangezien hier normaal sedimentatie optreedt) of dit effecten zijn van de onnauwkeurigheden van de modelresultaten. In beide gevallen wordt geargumenteed dat de kans dat sedimentatie optreedt in grindgebieden als gevolg van het eiland klein is. Bovendien blijft een sedimentatie van 1 mm/jaar (of 1 cm over 10 jaar) zeer klein.

Het is duidelijk dat het voorbaggeren een positief effect heeft op de verdere erosie en sedimentatie rond het eiland. Op die manier komt ook minder fijn materiaal, dat verder verspreid kan worden, in de waterkolom terecht. Uitgaande van de geërodeerde hoeveelheden worden ook modelleringen uitgevoerd van de sedimentpluimen van fijn zand en silt in de waterkolom. Opnieuw wordt uitgegaan van 20% materiaal met korrelgrootte < 250 µm en 0,2% materiaal met korrelgrootte < 63 µm (voor West 1 en West 2). Er wordt geconcludeerd dat de sedimentpluimen de grindbedden niet bereiken. In dit geval wordt wel sedimentatie waargenomen in de zone van 500 m rond de grindbedden. In totaal wordt voor een gebied van 206 ha een sedimentatie van 1 cm gemodelleerd. Voor locatie Noord is dit drie tot vier keer groter.

Door de aanwezigheid van het eiland kunnen de stromingen tijdens de operationele fase tot 30% veranderen. Deze veranderingen nemen snel af tijdens de eerste 4 jaar na de constructie, maar sommige zijn blijvend tegenover de situatie zonder eiland. De invloed (verandering tot 1%) strekt zich uit tot een afstand van 6 km in lengterichting en 3 km in breedterichting. Ook de golven kunnen verhoogd worden met 0,5 m, of verlaagd met 1,0 m door de aanwezigheid van het eiland. Een toename in golfhoogte van meer dan 1% wordt gemodelleerd tot een afstand van ongeveer 18 km.

Onmiddellijk na de installatie van het eiland is er een verandering van de bodemspanning met 43%. Die neemt af tot 19% na 10 jaar. De veranderingen reiken na 4 jaar echter niet tot de zones met een hoge kans op grindbedden.

Door de bijkomende erosie uit de voorgebaggerde kuilen kan een verhoging van SPMc met meer dan 4 mg/l worden verwacht tot een afstand van 7,5 km. Voor de locatie Noord neemt dit toe tot 10 km. Er wordt gemodelleerd dat de verhoging in SPMc beperkt is tot een zone die niet overlapt met dagzomende grindbedden.

## Ontmantelingsfase

De levensduur van het eiland is begroot op 100 jaar. Indien een ontmanteling wordt uitgevoerd, zal het herstel van de zeebodem op de locatie van het eiland en de onmiddellijke omgeving een relatief langzaam proces zijn: er wordt verwacht dat er pas na 7 tot 10 jaar een nieuwe stabiele situatie zal ontstaan.

## Discussie eilandalternatief

### *Nauwkeurigheid van modellering*

Modelresultaten voorspellen tijdens de constructie een beperkte verhoging in SPM<sub>c</sub> in tijd en locatie en niet overlappend met grindbedden. Ook de afzetting van materiaal blijft beperkt tot 2 km van het eiland en de dagzomende grindbedden zullen niet bereikt worden. Dit resultaat is compatibel met de modelleerstudies van Van den Eynde et al. (2023).

Tijdens de operationele fase van het eiland voorspellen de modellen dat beperkte sedimentatie kan optreden op grindbedden in het habitatrictlijng gebied. Er wordt echter geargumenteed dat dit ook het geval is in de modelsimulaties zonder eiland en dat dit dus geen 'gevolg' van het eiland is. Aangezien in de realiteit op deze grindbedden geen sedimentatie plaatsvindt, wordt geconcludeerd dat ofwel de locatie van de grindbedden, ofwel de modelresultaten onnauwkeurig zijn, maar dat het eiland niet noodzakelijk sedimentatie in de grindbedden zal veroorzaken.

Er dienen een aantal opmerkingen te worden geformuleerd voor wat betreft de modellering. Eerst en vooral is het verrekenen van sedimenttransport een erg complexe aangelegenheid en slechts grootteordes van transport kunnen voorspeld worden. Zelfs vandaag de dag is de nauwkeurigheid van sedimenttransportmodellen relatief laag. Shen et al. (2019) stellen dat momenteel beschikbare driedimensionale modellen niet in staat zijn om bevredigende kwantitatieve voorspellingen van sedimenteigenschappen uit te voeren, wat de vraag oproept of we het beter kunnen (Toorman, 2012). Toorman et al. (2019) stellen dat "Sedimentonderzoek moeilijk is; cohesieve sedimenten gedragen zich nog complexer. Sommige vragen zijn (zeer) oud en er zijn al jaren geen adequate oplossingen voor gevonden." Voorspelling van bodemtransporten, zonder dat deze gekalibreerd zijn met metingen, kunnen aanzienlijke fouten in de grootte van de flux introduceren (Gomez & Church, 1989; Barry et al., 2004). Dit wordt ook geconstateerd bij de monitoring en validatie van modelresultaten.

Over de manier waarop zand getransporteerd wordt over grindgebieden is slechts weinig gekend, met grote non-lineaire interacties tussen hoeveelheden en de timing van de events die hieraan aan de basis liggen (Maturana et al., 2013). Bijgevolg is ook de ontwikkeling van zandige bodemvormen, als gevolg van verzanding, door veranderingen in sedimenttoevoer in gebieden met van nature een lage sedimenttoevoer moeilijk in te schatten (Kleinhans et al., 2002).

In de aanloop naar het MER werd in een modevaluatierapport waartoe verschillende experts bijdroegen (Van den Eynde, 2022) een aantal suggesties gemaakt om het confidentieniveau van de modelresultaten te verhogen. Het belang van validatie van de modelresultaten werd benadrukt. Verder werd gesuggereerd om bijvoorbeeld ook het effect van golven in rekening te brengen, en werd meer algemeen aangeraden om een aantal gevoeligheidsanalyses uit te voeren om het effect van verschillende parameters te evalueren. Hierbij horen zeker een aantal simulaties waarbij resuspensie van het materiaal in rekening wordt gebracht en waarbij het effect van verschillende hoeveelheden fijn materiaal wordt geëvalueerd. Deze percentages zijn afhankelijk van diepte en morfologische positie over een zandbank, maar algemeen gesteld is het technisch ook heel moeilijk fijnkorrelig materiaal in de bodem representatief te bemonsteren omwille van het snel uitwassen van deze fractie (Van Lancker et al. 2014; Kint et al. 2021).

Door het uitvoeren van een reeks simulaties zouden de resultaten met elkaar kunnen vergeleken worden en kan er meer vertrouwen zijn in de algemene conclusie, ook zonder een effectieve validatie van de resultaten. Bovendien werd gesuggereerd om een duidelijkere sedimentbalans op te stellen. Ook enkele andere suggesties werden geformuleerd, zoals het rekening houden met de invloed van de beweging van de baggerschepen, of het onderzoeken van de invloed van de morfologische factor op de modelresultaten.

In het algemeen is het duidelijk dat, ondanks het feit dat er state-of-the-art numerieke modellen gebruikt werden, toch een grote onzekerheid bestaat over de modelresultaten. Dit werd trouwens bevestigd door het feit dat in de modelresultaten sedimentatie werd gemodelleerd in zones waar normaal grindbedden aanwezig zijn en er dus geen sedimentatie verwacht wordt. Dit werd toegewezen aan mogelijke onnauwkeurigheden van de modelresultaten. Er wordt vermeld dat het verschil tussen de resultaten met en zonder eiland van belang is, maar deze 'validatie' geeft toch aan dat de modelresultaten met de nodige voorzichtigheid moeten geëvalueerd worden. Een aantal gevoeligheidsanalyses waren hierbij van groot nut kunnen zijn, maar deze werden niet uitgevoerd.

#### *Hoeveelheid fijn materiaal*

Het is duidelijk dat de korrelgrootte en hoeveelheid fijn materiaal in de modelleerstudies van belang zijn, gezien deze de afstand van verspreiding en afzettingsdikte, respectievelijk, zullen bepalen. In de simulaties wordt voor locatie West 1 en 2 uitgegaan van een hoeveelheid van 0,2% fijnkorrelig materiaal (< 63  $\mu\text{m}$ ; 0,1% voor locatie Noord). In de aan het MER bijgevoegde modelleerstudie (IMDC, 2022) wordt aangegeven dat dit een gemiddeld percentage is van sedimentgegevens op de top van een zandbank, gebaseerd op vibrocores (TILES data portal, TILES Consortium, 2018). Dit strookt met recente staalnames op de toppen van de Hinderbanken (Van Lancker et al., 2020) waarbij 0% werd gemeten. Een goede inschatting van de fijne fracties is echter niet evident gezien deze veelal al uitgewassen zijn bij impact van het bemonsteringstuig op de bodem en vervolgens het terug aan boord nemen van het materiaal. Belangrijker op te merken is dat ook met dezelfde overvloeiaannames wordt gemodelleerd bij het proces van voorbaggeren van erosiekuilen, dieper op de zandbank, en bij het opvullen van de caissons. Er wordt hierbij aangegeven dat het opvullen zal gebeuren via leidingen en dat enkel overvloed uit het eiland dient te worden verrekend. Aannemend dat de verliezen via de leidingen minimaal gehouden worden, is het evenwel zo dat een mix van Holocene en Pleistocene sedimenten over een groot volume (zowel ruimtelijk als in de diepte) in het eiland zullen terechtkomen. De hoeveelheid fijne fractie die zich hierbij zal afscheiden en overvloeien is erg moeilijk in te schatten, maar 0,2% is wel een heel lage schatting. Het is daarom belangrijk om ook hogere waarden in de modelresultaten mee te nemen. Het al dan niet aansnijden van Pleistocene sedimenten tijdens het baggeren van de erosiekuilen, noch een verrekening van hun kenmerken, kunnen geëvalueerd worden, gezien dergelijke geologische/geotechnische informatie niet voorhanden was voor de eilandlocaties (Cathie Group, 2021). Sedimentveranderingen dienen dan ook opgevolgd te worden tijdens het baggerproces.

Consultatie van de TILES database (TILES Consortium, 2018) toonde trouwens aan dat langs de flanken of in de geulen de kans op fijn materiaal (< 63  $\mu\text{m}$ ) merkelijk groter kan zijn dan de 0,2% die werd aangenomen in het MER.

#### *Tijdelijke stockage van materiaal*

Wat betreft de tijdelijke stockage van materiaal wordt gesteld dat dit best kan gebeuren in het werkgebied. Dit lijkt inderdaad aangewezen. Om de invloed op de grindbedden in het habitatrichtlijngebied te beperken, wordt aanbevolen om het materiaal te stockeren ten noorden van het aan te leggen

eiland. Om de oppervlakte zo klein mogelijk te houden wordt aanbevolen het materiaal op dezelfde hoogte te stockeren als de in de buurt aanwezige zandduinen.

#### *Beperken van de verliezen*

Tot slot wordt aangegeven, als vergelijking, dat voor de aanleg van het Peberholm eiland, ten zuiden van het Saltholm, voor de Øresund link tussen Denemarken en Zweden, werd opgelegd dat geen verandering in water- en zouttransport mocht worden gegenereerd, dat er maximaal een reductie van zeegras en mosselbedden van 25% mocht zijn in een gebied van 500 m verwijderd van de werken, en dat de verliezen tijdens het baggeren en storten moest beperkt blijven tot 5% (Jensen & Lyngby, 1999; Valeur & Jensen, 2001; Gray, 2006). Traditioneel werd ook hier uitgegaan van 25% verliezen tijdens bagger- en stortoperaties. Door bijkomende maatregelen werden de verliezen verminderd tot 4,2%. Het is dan ook bij de voorwaarden opgenomen om de verliezen te minimaliseren.

#### *Meest optimale locatie eiland*

Uit de modelstudie komt de locatie West 1 als de meest optimale locatie. In dit geval moet er geen zandplateau gebouwd worden. Er lijkt ook niet meer kans dat sedimentatie of een verhoging van SPMc zouden optreden in de gebieden met dagzomende grindbedden. Deze keuze wordt door het bestuur ondersteund.

### 11.4.2 Platformenalternatief

De te verwachten milieueffecten van windturbines op monopiles of op jacketfunderingen werd reeds besproken in de milieueffectenbeoordelingen die door de BMM werden opgesteld in het verleden, onder meer op de Thorntonbank (BMM, 2004; 2006), de Blighbank (BMM, 2007), de Lodewijkbank (BMM, 2009), ten zuiden van de Thorntonbank (Rumes et al., 2011), tussen de Thorntonbank en de Lodewijkbank (Rumes et al., 2012) en tussen de Lodewijkbank en Blighbank (Rumes et al., 2013).

In Rumes et al. (2011) wordt gesteld dat er bij het toepassen van monopiles en jacketfunderingen verhoging van SPM concentratie beperkt bleef tot 11%. Er kan dan ook worden aangenomen dat de verhoging van de turbiditeit door de installatie (voorbereidende nivelleringswerken en heien) van monopiles of jacketfunderingen of door het installeren van erosiebescherming beperkt in tijd en in grootte zal zijn. Er werd geconcludeerd dat voor het gebruik van monopiles of jacketfunderingen geen belangrijke milieueffecten worden verwacht.

Het ontstaan van sedimentpluimen in de wake van de funderingen wordt echter verder onderzocht (Rumes et al., 2013; 2015).

Er kan voor de platformen, die op gelijkaardige monopiles of jacketfunderingen worden geïnstalleerd, verwacht worden dat geen belangrijke milieueffecten zullen optreden. Gezien deze zich evenwel bevinden nabij de rand van de grindbedden, is een beperkte monitoring vereist die dit kan bevestigen.

### 11.4.3 Exportkabels

#### **Installatie van exportkabels**

De exportkabels lopen van het eiland of de platformen via de Akkaertbank naar de kust over vier mogelijke trajecten. In totaal worden (maximaal) 8 sleuven voorzien: 6 sleuven voor AC kabels en 2 sleuven voor HVDC kabels. De afstand tussen de sleuven is afwisselend 100 m en 200 m. Er zijn verschillende installatiemethoden mogelijk, die elk leiden tot een verschillende verplaatsing van sediment. De kabel ligt op een diepte tegenover de zeebodem van minstens 1 m, en tot 4 m op kritieke plaatsen.

Verschillende mogelijke technieken kunnen gebruikt worden: jet trencher, advanced cable plough, mass flow excavator of trenching en backfilling. Dit laatste is een worst-case scenario en wordt in het MER gebruikt voor de evaluatie van de effecten. Alhoewel in Van den Eynde et al. (2023) inderdaad wordt aanbevolen om bij voorkeur de jet trencher of plough (ploeg) te gebruiken, blijkt in de praktijk trenching en backfilling langs vele secties van de kabel noodzakelijk om te verzekeren dat de kabel onder de migrerende zandduinen komt te liggen (e.g., Elia Asset NV, 2013). De langste kabellengte (naar Zeebrugge) wordt voorzien als worst-case scenario (totale kabellengte naar West 1 van 425 km).

In het geval van het gebruik van pre-trenching en pre-sweeping wordt verwacht dat een totaal volume sediment van 13,1 Mm<sup>3</sup> moet gebaggerd worden (West 1). Tijdens baggeren en stockage zal een verlies kunnen optreden van 30% (Van den Eynde et al., 2010) en er zal dus 9,1 Mm<sup>3</sup> moeten gestockeerd worden. Voor de nodige backfill is dan, rekening houdend met opnieuw 30% verlies en van een volume backfill van 10.2 Mm<sup>3</sup>, ongeveer een 14,5 Mm<sup>3</sup> nodig. Dit betekent dat in theorie in totaal ongeveer 5,4 Mm<sup>3</sup> bijkomend sediment zou moeten gewonnen worden. Dit is in vergelijking met de jaarlijkse zandwinning van 2 à 3 Mm<sup>3</sup> een zeer aanzienlijke hoeveelheid. Er wordt hierbij niet uitgegaan van natuurlijke backfill, zoals de praktijk heeft geleerd. Anderzijds wordt in het MER geargumenteed dat de backfill in een sleuf wordt gestort en niet in een open gebied, zodat de uiteindelijke hoeveelheid benodigd bijkomend materiaal waarschijnlijk meer beperkt zal zijn. Het is sowieso duidelijk dat bijkomende zand niet in de voorlopige stockageplaatsen gewonnen kan worden. Het winnen van bijkomend zand maakt geen deel uit van de aanvraag.

Er worden vier zones voorgesteld waar tijdelijke stockage van het materiaal kan worden uitgevoerd. Uitgaande van de oppervlakte van de voorgestelde stockageplaatsen en rekening houdend met de hoeveelheid die gestockeerd moet worden, wordt geconcludeerd dat de hoogte van het gestockeerde materiaal tussen 0,42 m en 1,00 m bedraagt. In zone 3 komen over een derde van het gebied grindbedden voor. Dit gedeelte moet vermeden worden voor tijdelijke stockage om habitat—veranderingen te vermijden.

Als uitgegaan wordt van presweeping en ploughing of jetting zullen de verliezen van materiaal veel kleiner zijn (tot maximaal 1,0 Mm<sup>3</sup>).

Ook voor de pre-sweeping en pre-trenching werd een modellering uitgevoerd (IMDC, 2022) van de verspreiding van het materiaal dat in de waterkolom terecht komt. Er wordt een modellering uitgevoerd van 4 sleuven van 1 km, met een totaal volume van 96.000 m<sup>3</sup> sediment dat gestort wordt op één plaats. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen 3 verschillende soorten secties, namelijk sectie 1: zandig materiaal met 21,7% materiaal < 250 µm en 0,03% < 63 µm; sectie 2: kleilig materiaal met 100% < 250 µm en 85% < 63 µm; en sectie 3: siltig materiaal met 97% < 250 µm en 92% < 63 µm. De totale kabelsectie bestaat voor ongeveer 33% uit secties zandig materiaal, 25% uit secties kleilig materiaal en 42% uit secties siltig materiaal. Er wordt gestort op stortplaats 3, en er wordt 2 dagen gebaggerd voor 1 km in zandig materiaal, 3 dagen voor 1 km in kleilig materiaal en 6 dagen voor 1 km in siltig materiaal. Dit heeft te maken met het feit dat in de laatste twee gevallen niet met overflow wordt gebaggerd en dat de vaarafstand langer is.

Bij het baggeren van elk van de secties ontstaan afzettingen van 1 cm dik tot op 2 km van de stockageplaats. Afzettingen van meer dan 1 cm komen niet voor bij het baggeren van een kleilige of siltige sectie. Bij geen van de secties worden naburige grindbedden beïnvloed. Als dit wordt opgeschaald naar het totaal aantal secties die moeten worden gebaggerd, wordt in totaal een afzetting van 120 cm fijn materiaal verwacht indien al het materiaal op één stortplaats wordt gestort. In werkelijkheid zou het storten over verschillende stockageplaatsen kunnen worden verspreid, met een kleinere afzetting tot gevolg.

Het baggeren en storten op de tijdelijke stockageplaatsen zal ook een verhoging in SPMc met zich meebrengen. Bij het baggeren in een zandige sleuf voorspelde het model een verhoogde SPM concentratie tot boven de achtergrondwaarde van 4 mg/l gedurende twee dagen en tot enkele honderden meter van de baggerwerken. Bij het storten neemt de dieptegemiddelde concentratie toe tot boven 50 mg/l tot 1 km buiten de stockage. Ook bij het baggeren in kleiige en siltige sleuven blijft de verhoging tot 50 mg/l beperkt tot enkele honderden meter van de werken en bereiken de sedimentpluimen het naburige habitatrichtlijngebied niet. Het storten van de kleiige en siltige sedimenten verhoogt de SPMc tot 50 mg/l tot 5 km van de stortlocatie. Hierbij kunnen verhoogde sedimentconcentraties tot 10 mg/l voorkomen die tot in het habitatrichtlijngebied reiken. Er wordt gemodelleerd dat de verhoging van de concentratie beperkt zal zijn in tijd, en zal terugvallen tot lagere waarden binnen het uur. Dit betekent dat continue werken tot geen verhoging van de pluimen of een uitbreiding van de pluimen zullen leiden, maar enkel tot een langere periode met hogere turbiditeit. De uitvoeringstijd voor deze werken wordt ingeschat op 180 dagen.

Bovendien wordt in het MER geargumenteed dat niet enkel in de zandige secties (33% van de totale sectie) met overflow zal gebaggerd worden. Alhoewel in het MER wordt uitgegaan dat in de kleiige en siltige secties zonder overflow zal gebaggerd worden, zal ook in deze secties met overflow kunnen gewerkt worden indien het percentage fijnkorrelig materiaal kleiner is dan de vooraf veronderstelde hoeveelheden.

Aangezien de backfill van de sleuven niet noodzakelijk met hetzelfde materiaal zal gebeuren als het materiaal dat werd gebaggerd, zal over de volledige lengte van de kabel de korrelgrootte kunnen veranderen. Bovendien kruisen de kabels over ongeveer 11% van het tracé gebieden met potentiële grindbedden (buiten het habitatrichtlijngebied). Het tracé volgt de kabelcorridor zoals vastgelegd in het MRP en een omleiding (niet aanbevolen) zou een grotere invloed hebben op andere gebieden. De kabels naar locatie Noord leiden bijkomend over een sectie van 4,4 km door een potentieel grindbed.

De trajecten naar platformen A3 en A1N doorkruisen grindbedden binnen het habitatrichtlijngebied over een afstand van 10,6 km. In het MER wordt voorgesteld om als milderende maatregel in deze gebieden, na de backfill, grind aan te brengen dat zoveel als mogelijk gelijkaardig is als dat in de oorspronkelijke grindbedden.

Ook op de tijdelijk stockagezones kan de sedimentsamenstelling veranderen. Vooral in zone 3 zijn over een derde van het gebied grindbedden aanwezig. Deze zones zouden moeten vermeden worden om habitatveranderingen te vermijden of te beperken. In het MER wordt voorgesteld om een baggerstortplan op te stellen en daarin, afhankelijk van de sectie die gebaggerd wordt, een andere stockageplaats toe te wijzen. Zo kunnen veranderingen van korrelgrootte zo veel mogelijk vermeden worden. Dit wordt opgelegd in de voorwaarden.

### **Operationele fase exportkabels**

Om schade te vermijden moet de kabeldiepte gemonitord worden tijdens de operationele fase.

Zoals uit de ervaringen met exportkabels van huidige windparken in het BDNZ blijkt, kunnen de kabels vrij komen te liggen op de bodem door de migratie van zandgolven. Uitgaande van migratiesnelheden tussen 1 en 3 m per jaar en een kabel die 1,8 m diep ingegraven ligt, schatten Galagan et al. (2005) dat de kabels kunnen vrijkomen na 6 tot 18 jaar. Ook in DECC (2008a, 2008b) wordt vermeld dat de natuurlijke migratie van zandduinen in bepaalde zandbankgebieden gemakkelijk 1,5 m per jaar kan bedragen, waardoor de kabels aan de oppervlakte kunnen komen. Bovendien worden ook opmetingen beschreven waarbij de kabels vrijkwamen door secundaire erosie.



Uit literatuur blijkt dat de schatting van migratiesnelheden van 1 tot 3 m per jaar aan de lage kant zijn. Andere schattingen spreken van migratiesnelheden van 7,5 m tot 10 meter per jaar (Németh, 2003; Roos, 2008), of tot 10-tallen meter per jaar (Morelissen et al., 2003; IJzer, 2010). Bolle et al. (2013) vermeldt dat de migratiesnelheid van de duinen in het gebied van de Belgische windparken tussen 1 en 7 m per jaar bedraagt. In 2023 zullen nieuwe gegevens beschikbaar komen van een zeebodem-mobiliteitsstudie van de PEZ. Deze resultaten, of nog betere, dienen gebruikt te worden om de lokale begraafdiepte te bepalen die noodzakelijk is om het vrij komen te liggen van de kabel te vermijden, en om te vermijden dat de begravingdiepte ontoereikend wordt.

Als gevolg van migrerende zandduinen werd zowel bij de kabels van het C-Power als deze van het Belwind windpark waargenomen dat op sommige plaatsen de kabels onvoldoende diep komen te liggen (Van den Eynde et al., 2013), zodat bijkomende bestortingen nodig waren. C-Power heeft daarom beslist om in een gebied met migrerende zandduinen een tweede exportkabel niet tot op 1 m onder de zeebodem te begraven maar tot op 1 m onder de basis van de zandduinen. In de voorwaarden wordt, uitgaande van deze ervaring, opgelegd om dit ook toe te passen voor de exportkabels.

## Discussie exportkabels

### *Numerieke modellering*

Dezelfde discussie als hierboven kan hier worden herhaald. Hoewel een state-of-the-art model wordt gebruikt voor de simulatie van de verspreiding van het materiaal, zijn de resultaten van de simulaties onderhevig aan onzekerheden. Bovendien heeft ook hier geen validatie plaatsgevonden en zijn de resultaten van het model afhankelijk van de basisaannames, zoals bijvoorbeeld de hoeveelheden en percentage slib, klei en fijn zand. Verder werden niet voor alle mogelijke stockageplaatsen simulaties uitgevoerd. Uit de modellen blijkt dat in bepaalde gevallen toch een verhoging kan optreden van de SPMc in het habitatrichtlijngebied. Ondanks het feit dat de verhoging slechts beperkt en tijdelijk is, is toch voorzichtigheid geboden. Bijkomende modellering zal worden opgenomen in de voorwaarden om dit te verduidelijken.

### *Installatie van de kabels*

Het installeren van de exportkabels zal grotendeels gebeuren door pre-sweeping, pre-trenching en backfilling. Hoewel jetting en ploughing de voorkeur hebben, omdat hierdoor veel minder materiaal in suspensie komt, met effecten die veel meer plaatselijk en tijdelijk zijn (e.g., Van den Eynde et al., 2023), is dit in de praktijk door de aanwezigheid van zandgolven op veel plaatsen niet mogelijk (Elia Asset NV, 2013). Ook in dit geval blijven de effecten van het installeren van de kabels beperkt in tijd en omvang. Dit komt ook overeen met de bevindingen van Van den Eynde et al. (2023).

### *Bijkomende hoeveelheid zand*

Het is duidelijk dat de hoeveelheid zand dat in de waterkolom terecht komt (en voor het grootste gedeelte zeer snel bezinkt) erg heel hoog zijn: 8 Mm<sup>3</sup>. Dit volume is gebaseerd op de studie van Van den Eynde et al. (2010) waar de verliezen bij gelijkaardige bagger- en stortoperaties werden geschat op 30%. Het is duidelijk dat evolutie van de zandhopen en de schatting van de bagger- en stortverliezen nog niet genoeg gekend zijn. Een monitoring dient de evolutie van de zandhopen op te volgen om de bagger- en stortverliezen bij dergelijke grootschalige operaties beter in te schatten.

Verder blijkt uit de analyse dat in een worst-case scenario meer dan 5 Mm<sup>3</sup> bijkomend zand nodig zou kunnen zijn voor backfill van de sleuven. Het winnen van zand maakt geen deel uit van deze aanvraag. Het is bijgevolg belangrijk om de verliezen te beperken.

## 11.5 Leemten in de kennis en milderende maatregelen

### 11.5.1 Leemten in de kennis

In het MER wordt voor het eiland enkel een leemte in de kennis opgenomen die te maken heeft met de mogelijke diepte van de voorbaggerkuilen en de erosiekuilen na de installatie van het eiland. Verdere leemten in de kennis zijn volgens het MER beperkt tot het herstel, na de ontmanteling van het eiland. Wat de platformen betreft, worden enkel ongekende kleitectonische vervormingen in de ondergrond vermeld. Tot slot wordt in het MER vermeld dat de kabels kunnen degraderen na verloop van tijd. Wat de materie in suspensie betreft, wordt enkel vermeld dat de oorzaak van de sediment-pluimen rond harde substraten van offshore structuren niet voldoende gekend is.

Voorafgaand aan het MER werden door Van Lancker et al. (2021) een aantal leemten in de kennis opgelijst waaraan invulling werd gegeven indien data en informatie voorhanden waren. Vanuit bodem en sediment was dit gerelateerd aan zandbeschikbaarheden en de effectieve bodem- en sediment-samenstelling. Voor de zandbeschikbaarheden wordt verwezen naar Consortium Hoogtij(d) (2022). In de voorwaarden wordt opgenomen om zo realistisch mogelijke gegevens van de locaties te gebruiken, temeer omdat het gebied recent en in hoog detail geofysisch werd gekarteerd op initiatief van de Federale Overheidsdienst Economie (<https://offshore.digital-database.economie.fgov.be/>). Het MER steunt nu op bestaande bodem- en sedimentdistributiemodellen met slechts weinig datapunten in de PEZ. Data en kennisopbouw zijn nodig over verzandings- en verslibbingsprocessen, en (on)omkeerbaarheid van veranderingen in functie van het vermijden van habitatverlies en habitatdegradatie. Preventieve en beschermende maatregelen dienen verder uitgewerkt te worden om a priori de impact te minimaliseren, en een actieplan is nodig mocht alsnog herstel nodig zijn.

### 11.5.2 Milderende maatregelen

Wat betreft milderende maatregelen wordt in het MER vermeld dat door de keuze van de locatie van het eiland of van de platformen en door de vorm en oriëntatie van het eiland, de effecten zullen beperkt worden. Ook door het voorbaggeren zullen de effecten worden beperkt. Verder wordt vermeld dat het eiland zo snel mogelijk zal gebouwd worden zodat de tijd dat gestockeerd materiaal zich kan verplaatsen, geminimaliseerd wordt.

Dit zijn minimale maatregelen die mogelijke effecten op kwetsbare habitats niet zullen vermijden. Daarom worden voorwaarden en een monitoring opgelegd.

Andere milderende maatregelen die worden vermeld in het MER zijn:

- Het optimaliseren van de installatie van de kabels door hergebruik van gebaggerd materiaal voor back-filling, zonder tijdelijke stockage;
- Het opstellen van een baggerstortplan zodat het materiaal wordt gestort op die stockageplaats waar gelijkaardig materiaal reeds voorkomt;
- Het baggeren zonder overflow in specifieke gebieden of tijdens specifieke momenten om de impact van sedimentatie op de kwetsbare habitats te beperken;
- Het gebruik van silt-curtains of geotextiel om fijne deeltjes slib tegen te houden.
- Het tijdelijk afdekken van waardevolle grindbedden;
- Het gebruik van technische oplossingen op baggerschepen (green valve, closed loop dredging, vermijden van AMOB) om de verspreiding van fijn materiaal te reduceren.

## 11.6 Grensoverschrijdende en cumulatieve effecten

### 11.6.1 Grensoverschrijdende effecten

Er worden geen grensoverschrijdende effecten besproken. De effecten van het eiland, de platformen en de kabels zullen beperkt blijven tot het BDNZ.

### 11.6.2 Cumulatieve effecten

Het mogelijk optreden van cumulatieve effecten wordt grondig behandeld in het MER. De interactie met zandontginning is duidelijk. Uit het MER blijkt dat mogelijk bijkomend zand nodig zal zijn voor backfilling. De hoeveelheid zand die daarvoor in een worst-case scenario nodig kan zijn, is groter dan de hoeveelheid zand die jaarlijks wordt gewonnen. Dergelijke extractie of verplaatsing van zand maakt geen deel uit van de aanvraag. Cumulatieve effecten zijn mogelijk met de reguliere zandextractie in Sector 4a (die gesloten wordt bij ontwikkeling van de PEZ) en Sector 4d. Ook deze activiteiten gaan gepaard met een verhoogde verspreiding van sediment.

Er wordt aangenomen dat geen bodemversturende visserij-activiteiten tijdens de constructiefase en in het constructiegebied (platformen, eiland, kabels) worden toegelaten.

Cumulatieve effecten kunnen verwacht worden bij het ontwikkelen van de windparken in de PEZ.

## 11.7 Monitoringprogramma

### 11.7.1 Algemeen

De belangrijkste onderdelen van de monitoring bodem en sediment worden hieronder beschreven. Bij elk van deze onderdelen zal een referentiemeting worden uitgevoerd. De resultaten van de monitoring dragen bij tot het opmaken van een evaluatiekader per onderdeel dat de verdere monitoring moet ondersteunen; dat evaluatiekader omvat minstens: (1) een beschrijving van de natuurlijke variabiliteit, (2) de verwachte veranderingsprocessen en monitoringshypotheses; (3) een opvolgingsmethodiek, inclusief procedures kwaliteitscontrole.

### 11.7.2 Eiland: constructiefase en operationele fase

Indien gekozen wordt voor een eiland, gaat dit gepaard met veel onzekerheden voor wat betreft de mogelijke effecten op hydrodynamica en sediment tijdens de constructiefase en de operationele fase. Ondanks de modellerstudies, die voorspellen dat de effecten beperkt zullen zijn tot de lokale omgeving, is er reden tot voorzichtigheid. De modelleerresultaten hebben een zekere graad van onzekerheden, die inherent zijn aan sedimenttransportmodelleringen (e.g., Van den Eynde et al., 2022). Bovendien werden geen grondige gevoeligheidsanalyses uitgevoerd en zijn sommige parameters minimaal ingeschat. Het is dus duidelijk dat nog onzekerheden bestaan over de effecten van het eiland.

De doelstellingen van de monitoring zijn het bepalen van veranderingen instroming, turbiditeit en concentratie aan gesuspendeerd materiaal, sedimenttransport en zeebodem morfologie rond het eiland en sedimenttransport en morfologie in de grindbedden in het habitatrictlijngebied.

### 11.7.3 Stroming, turbiditeit en SPMc

Het is duidelijk dat het artificieel eiland de turbiditeit lokaal kan verhogen. Deze verhoging kan een belangrijke invloed hebben op het benthos. Monitoring van turbiditeit werd aanbevolen door de Britse autoriteiten bij het gebruik van gravitaire funderingen (DECC, 2008a) en is zeker aangewezen voor de installatie van een artificieel eiland. Bovendien zal door het eiland de bodemspanning rond

het eiland veranderen, wat een effect kan hebben op de benthische gemeenschappen. De monitoring zal bestaan uit het meten van de turbiditeit vóór de aanvang van de werken, tijdens de constructiefase en tijdens de operationele fase.

Fettweis et al. (2022a) toonde onlangs duidelijk aan dat om de effecten van antropogene activiteiten statistisch te kunnen duiden, metingen gedurende een korte periode ontoereikend zijn. Daarom is het belangrijk om lange tijdreeksen te verzamelen die statistisch kunnen worden geëvalueerd. Dit werd trouwens ook al aangetoond in Van den Eynde et al. (2010; 2013) waarin werd geargumenteed dat het bepalen van controlegebieden niet evident is en dat langdurige metingen nodig zijn.

Voor de monitoring zullen twee meetboeien worden uitgezet die ten minste uitgerust zullen zijn met een akoestische, op het doppler-log-principe gebaseerde 3D stromingsprofileerder (stroming en terugverstrooiingswaarden van het geluid ('backscatter'), hier als maat voor turbiditeit), een conductiviteit-temperatuur-diepte (CTD) toestel, turbiditeitssensoren die zowel fijn materiaal als zand kunnen detecteren, en een fluorometer. Aangezien de projectlocatie te ver uit de kust ligt om de gegevens online door te sturen, zullen deze meetboeien minimum één keer per maand bezocht worden om de gegevens op te halen, de instrumenten te verifiëren en te onderhouden en de batterijen te controleren. Tijdens de werken is dagelijkse opvolging nodig. De exacte posities zullen in overleg tussen de vergunninghouder en het bestuur worden vastgelegd. Bovendien moeten kalibratiecurves bepaald worden tussen de opgemeten turbiditeit en de materie in suspensie. Het bepalen van de kalibratiecurve moet 3 keer per jaar worden uitgevoerd. De procedure voor deze kalibratie zal met het bestuur worden afgesproken. Tijdens een minimumperiode van 1 jaar vóór de aanvang van de werken zullen data m.b.t. turbiditeit worden verzameld. Daarna zullen de metingen minimum gedurende tien jaar worden verzameld.

De dagelijkse opvolging tijdens de constructiefase is nodig om de verhoging van de turbiditeit te evalueren binnen meetreeksen. De toegelaten verhoging van de turbiditeit zal in samenspraak met het bestuur worden vastgelegd, uitgaande van de nul-metingen, met de positie van de boeien ten opzichte van de werken, en met de resultaten van bijkomende numerieke modellering die de verspreiding van de sedimenten modelleert. Indien de verhoging van de turbiditeit te hoog is, zullen milderende maatregelen moeten worden genomen tot de maximale turbiditeit niet meer overschreden wordt. Er kan dan bijvoorbeeld besloten worden om baggerschepen met technische aanpassingen te gebruiken om de verspreiding van fijn materiaal te reduceren, om silt-curtains of alternatieven toe te passen, of om enkel baggerwerken uit te voeren tijdens vloedstromingen, als de sedimenten niet direct naar het habitatrictlijngebied worden getransporteerd.

Door een grondige analyse van deze tijdreeksen (zie Lauwaert et al., 2009; Fettweis et al., 2022a) kan een schatting worden gemaakt van de verhoging van de turbiditeit als gevolg van de aanleg van het eiland.

Om de data-analyse en evaluatie van de verschillende datastromen efficiënt te laten verlopen, is nood aan een geautomatiseerd datasysteem. Dit moet toelaten om de multi-sensor meetreeksen systematisch op te bouwen, te voorzien van de nodige kwaliteitsvlaggen, parameterlimieten vast te leggen, en snel te kunnen ingrijpen. Dit faciliteert ook een tijdefficiënte opvolging tijdens en na de constructiefase.

#### 11.7.4 Sedimenttransport en zeebodem morfologie rond het eiland

In het geval een artificieel eiland wordt geïnstalleerd, moet de evolutie van de bathymetrie en sedimentsamenstelling rond het eiland regelmatig worden opgemeten. Het is immers duidelijk dat het

eiland, ook na het voorbaggeren, zones zal creëren waar erosie en/of sedimentatie optreedt. De huidige modelleerstudie toont mogelijke bodemveranderingen aan tot 10 m.

De bathymetrie moet worden opgemeten voor de installatie van het eiland als referentiemeting, en vervolgens minimaal 1, 3, 6 en 12 maanden na de constructie. Dit schema kan worden aangepast in functie van voortschrijdend inzicht in de snelheid en mate van veranderingen. Vervolgens moet jaarlijks een opmeting van de zeebodem morfologie rond het eiland (e.g., voorgebaggerde erosiekuilen) worden uitgevoerd gedurende de eerste 10 jaren. Na 10 jaar wordt dit elke 3 jaar opgevolgd. Wanneer blijkt dat de situatie zich heeft gestabiliseerd kan, in samenspraak met het bestuur, de monitoring-frequentie aangepast worden. De zone waarover de zeebodem morfologie dient te worden gemonitord, moet afgebakend worden in overleg met het bestuur.

De monitoring houdt een heel zeer hoge resolutie multibeam bathymetriemeting in. Als benadering voor sedimentveranderingen, maar ook om kleinschalige, mogelijk significante, veranderingen te kunnen duiden, dienen ook de terugverstrooiingswaarden van het akoestische signaal te worden opgenomen ('backscatter'). In het afgesproken gebied zal een volledig zeebodembedekkende multibeam survey worden uitgevoerd waarvan de technische specificaties zullen gepreciseerd worden. Minstens bij de  $T_0$  zal de backscatter gevalideerd worden met staalnames. De schepen die betrokken zijn bij de opvolging dienen tweemaal per jaar de backscatterwaarden van het multibeamsysteem te kalibreren; hiervoor zullen voorafgaand metingen worden verricht in een referentiezone<sup>13</sup>. De gevalideerde en gekalibreerde waarden kunnen in de monitoring worden gebruikt als benadering voor sediment-opvolging. Ruwe data en GIS compatibele gecorrigeerde datagrids worden aangeleverd.

Om in te kunnen grijpen tijdens het voorbaggeren van de erosiekuilen dient een praktische evaluatiemethodiek te worden uitgewerkt om op een efficiënte manier sedimentdispersie op te volgen. Hierbij is het belangrijk om sedimentveranderingen te kunnen detecteren gerelateerd aan veranderende geologische lagen waarvan de grensvlakken vooraf dienen gekend te zijn. Evolutie van de diepte dient te worden opgevolgd, en wanneer relevant geacht, ook de sedimentsamenstelling (bv. door staalnames in de beun van baggerschepen). Het aantal te analyseren stalen voor sedimentsamenstelling is te bepalen in overleg met het bestuur.

De meetstrategie dient tevens de benthosmonitoring rond het eiland te ondersteunen. De zeebodem-samenstelling zal hierbij opgevolgd worden langsheen twee transecten, startend bij het eiland, initieel in 20 punten ( $T_0$ ) volgens een before-after gradiënt methodologie. De bodemstalen zullen geanalyseerd worden op korrelgrootte en de aanwezigheid van organisch materiaal. Uitgaande van de eerste analyses zullen 5 punten geselecteerd worden voor verdere opvolging. Tijdens het eerste jaar zal deze analyse driemaandelijks worden uitgevoerd, daarna jaarlijks gedurende 10 jaar en vervolgens voor de looptijd van de vergunning elke 3 jaar (zie ook monitoring benthos).

#### 11.7.5 Sedimenttransport en morfologie bij grindbedden in het habitatrichtlijngebied

Door de verhoogde sedimentdispersie als gevolg van de installatie van het artificiële eiland en door de aanwezigheid van het eiland kan een verzanding en/of verslibbing van grindbedden optreden.

Er zullen drie monitoringsboxen in twee grindbedden in het habitatrichtlijngebied en in twee referentiegebieden worden geselecteerd. Deze gebieden zullen worden afgestemd met de monitoring van het benthos en epifauna waarin de biologische kwaliteit van de grindbedden jaarlijks opgevolgd zal worden. In deze gebieden zal de bathymetrie en de backscatter worden opgemeten.

---

<sup>13</sup> <https://www.agentschapmdk.be/nl/akoestische-referentiezone-kwinte>

Het regelmatig bepalen van bathymetrie en backscatter (meetbenadering 1.5.2.2) is nodig om veranderingen vroegtijdig te kunnen detecteren, de context van veranderingen te duiden (ook hydro-meteorologische factoren hebben een invloed) en de snelheid, grootteorde en omkeerbaarheid van veranderingen in te kunnen schatten. Hierbij is het ook belangrijk inzicht te hebben in de korrelgrootte van de sedimentmatrix (zie de monitoringtabellen voor het meetschema). Staalnamelocaties voor opvolging van veranderende sedimentsamenstelling worden op basis van de eerste resultaten bepaald.

Op basis van de resultaten van de monitoring kunnen milderende maatregelen worden opgelegd (zie monitoring). Bij mogelijke onomkeerbare verzanding, of vermindering van kwaliteit van grindbedden, kunnen herstelmaatregelen opgelegd worden.

#### 11.7.6 Transformatorplatformen

Monitoring zal worden uitgevoerd van sediment (aard en dynamiek) en morfologie in een te speciëren buffer rond de platformen door middel van akoestische en sedimentmetingen. De methodiek is dezelfde als hierboven besproken. Een  $T_0$ -situatie wordt opgemeten. Na de werken worden metingen verricht in maand 3, 6 en 12 (jaar 1 en 2), vervolgens jaarlijks (jaar 3-10). Daarna kan de opvolging worden gereduceerd tot elke 3 jaar. Data-analyse en -evaluatie zal worden uitgevoerd in functie van snelheid, grootteorde en omkeerbaarheid van bodemveranderingen.

#### 11.7.7 Exportkabels

De hoeveelheid sediment dat, in een worst-case scenario en zonder rekening te houden met mitigerende maatregelen, zal worden gebaggerd en (tijdelijk) gestort op tijdelijke stockageplaatsen is hoog: meer dan 13 Mm<sup>3</sup>. Het is duidelijk dat de evolutie van de zandhopen en de schatting van de bagger- en stortverliezen onvoldoende gekend zijn. Daarom wordt een monitoring opgelegd die de evoluties van de zandhopen zal volgen en die zal toelaten de bagger- en stortverliezen bij dergelijke grootschalige operaties beter in te schatten, wat kritisch is bij het duurzaam beheer van de mariene grondstoffen en om effecten op het habitatrictlijngebied te beperken.

De doelstelling van de monitoring is de bepaling van de bagger- en stortverliezen tijdens de werken.

#### 11.7.8 Bagger- en stortverliezen op tijdelijke stockageplaatsen

Voor de installatie van de kabels zal waar dat nodig is een sleuf gebaggerd worden, met de nood aan tijdelijke stockage op hiervoor aangeduide stortplaatsen. Tijdens en na de werken moeten de positie van het gestorte sediment worden opgemeten. De bathymetrie en backscatter op de stortplaatsen moeten worden opgemeten vóór het storten, na het beëindigen van de werken, en tussenin na het storten of wegnemen van een belangrijke hoeveelheid sediment en eventueel na stormen, op vraag van het bestuur. Na het beëindigen van de werken wordt de tijdelijke stortplaatsen nogmaals opgemeten na 3 maanden, 6 maanden en 9 maanden.

De tijdelijke stockageplaatsen dienen met heel hoge resolutie multibeam bathymetrie en backscatter gemeten te worden. Minstens tijdens de  $T_0$  worden sedimentstaalnames uitgevoerd ter validatie van de multibeambackscatter.

Op basis van de eerste resultaten zullen, in samenspraak met het bestuur, locaties worden bepaald voor opvolging van veranderende sedimentsamenstelling.

## 11.8 Besluit

### 11.8.1 Aanvaardbaarheid

Uit de studie is duidelijk dat de milieueffecten voor de installatie van het artificieel eiland groter zullen zijn dan voor de installatie van transformatorplatformen. Installatie van de transformatoren op platformen heeft in die zin dus de voorkeur. Het is verder het eerste artificieel eiland in het BDNZ en het is dus inherent dat de effecten gedeeltelijk onzeker zijn.

Op basis van de modelleerstudies worden de effecten op de naburige grindbedden in het habitatrictlijngebied als beperkt ingeschat. Zoals uitgebreid aangetoond bestaan echter grote onzekerheden in de resultaten van de modellering, deels te wijten aan het gebruik van modellen op zich, maar verder ook te wijten aan het feit dat geen validatie en onvoldoende gevoeligheidsanalyses werden uitgevoerd. Bijgevolg wordt het project met het artificiële eiland voor wat betreft de mogelijke effecten op de bodem en materie in suspensie als aanvaardbaar geacht, maar worden wel belangrijke voorwaarden en een uitgebreide monitoring opgelegd.

Voor de installatie van de transformatoren op platformen worden geen voorwaarden opgelegd, maar de evolutie van de bodem moet wel opgevolgd worden.

Naast de constructie van een eiland of platformen, worden ook exportkabels aangelegd. Het is duidelijk dat ook voor de aanleg van deze exportkabels uitgebreide baggerwerken nodig zullen zijn en dit in substraattypes met variabele slib- en kleigehaltes. Bovendien zullen de kabels gedeeltelijk door grindbedden gelegd worden. Daarom worden hier eveneens voorwaarden en een monitoring opgelegd.

### 11.8.2 Voorwaarden

Voorwaarden m.b.t. sedimentologie en turbiditeit in de hoofdstukken Benthos, vis en harde substraten en Zeezoogdieren zijn hier opgenomen.

#### Planningsfase – Algemeen

Maatregelen met betrekking tot de beperking van sedimentatie zijn mogelijk door (onder meer) het stilleggen van de werken bij onaanvaardbare sedimentatie in grindzones, het gebruik van baggerschepen met technische aanpassingen voor de beperking van overflow, het gebruik van silt-curtains of alternatieven of het enkel uitvoeren van bagger- en stortwerken tijdens vloedstroom. Plannen met dergelijke maatregelen moeten voorafgaand aan de werken door de vergunninghouder voor goedkeuring voorgelegd worden aan het bestuur. Ze kunnen aan de hand van monitoringresultaten op vraag van het bestuur aangepast worden tijdens de constructie- en operationele fase.

- 1) De vergunninghouder legt, vóór de start van de werken op zee, de volgende gemotiveerde plannen voor aan het bestuur voor goedkeuring:
  - Een plan met technische maatregelen voor het beperken van overflow van materiaal;
  - Een plan met maatregelen voor het beperken van sedimentatie in het habitatrictlijngebied, en in het bijzonder in grindbedden;
  - Een plan met maatregelen voor het beperken van de nood aan tijdelijke stockage van materiaal;
  - Een plan met de maatregelen voor het beperken van verliezen aan sediment tijdens baggeren en tijdelijk stockage van sediment;

- Een actieplan met herstelmogelijkheden in geval toch verzanding zou optreden van grindbedden in habitatrictlijngebied.

### Planningsfase eiland

- 2) Op basis van data die locatiespecifiek en recent zijn, moeten parameters (dikte en eigenschappen) van geologische lagen en sedimenten worden bepaald voor de eilandlocatie en voor de plaatsen waar de erosiekuilen verwacht worden.

De dikte en eigenschappen van de te extraheren Quartaire sedimenten dienen geverifieerd te worden gezien deze de modelresultaten bepalen van de milieueffecten (verspreiding fijn materiaal, dimensies van de erosiekuilen, verwachte hoeveelheden zand). Gezien de mogelijke variabiliteit in ruimte en diepte van fijnkorrelig materiaal in de Quartaire sedimenten bij het afgraven van de erosiekuilen, wordt de volgende voorwaarde gesteld:

- 3) De vergunninghouder rapporteert de resultaten van nieuwe numerieke simulaties aan het bestuur over de verspreiding van sediment bij het graven van erosiekuilen, waarbij gebruik gemaakt wordt van gehalte aan fijn materiaal (klei en silt) tot 5% (of hoger, indien nieuwe data dergelijke gehalten zouden aantonen). Gelijkaardige simulaties moeten worden uitgevoerd met resuspensie, waarbij ook rekening gehouden wordt met golven. De sedimentbalans moet duidelijk worden opgenomen in de rapportering.

De resultaten van deze modelleeroefening kunnen effecten hebben op de vaststelling van de bepaling van de marges voor turbiditeitsverhoging en voor de selectie van de locaties van de meetboeien (zie monitoringprogramma).

### Constructiefase eiland

Verhogingen in sedimentlast en turbiditeit dienen binnen marges te blijven, vastgelegd in samenspraak met het bestuur. Bij overschrijding zullen milderende maatregelen worden genomen zoals bepaald in de planningsfase (zie monitoring en voorwaarden planningsfase). Werken kunnen worden stilgelegd.

Voorwaarde:

- 4) Voorafgaand aan de constructie van het eiland worden, in samenspraak met het bestuur, marges vastgelegd voor de verhogingen in sedimentlast en turbiditeit.

### Operationele fase eiland

Zandtransporten, en sedimentologische en morfologische veranderingen dienen binnen de marge van natuurlijke variabiliteit te blijven om onomkeerbare begraving van grindbedden te voorkomen. Op basis van de monitoring (zie monitoringprogramma) zal de verzanding van de grindbedden worden opgevolgd tijdens de werken. Op basis van de resultaten kunnen door het bestuur mitigerende maatregelen worden opgelegd om verdere verzanding tegen te gaan, en kan, indien nodig, herstel worden opgelegd (zie voorwaarden).

Voorwaarde

- 5) De vergunninghouder neemt, in overleg met het bestuur, de nodige maatregelen voor het beperken van verdere verzanding van grindbedden als gevolg van het project, indien dergelijke verzanding vastgesteld wordt. Indien nodig kunnen herstelmaatregelen worden opgelegd.



- 6) Indien uit het monitoringprogramma blijkt dat er een onderschatting is van de zones met erosie, dan neemt de vergunninghouder gepaste maatregelen om de stabiliteit van de structuren te garanderen (zowel voor platformen als voor een eiland).

### Plannings- en constructiefase kabels

Voorwaarden:

- 7) De kabels worden aangelegd door middel van de ploeg- of jetting methode. Waar deze methode niet toepasbaar is, kan de vergunninghouder de trenching en backfill methode toepassen, en het bestuur hierover op de hoogte stellen met een gemotiveerde nota.
- 8) In zones waar de kabels gelegd worden doorheen zones met dagzomend grind (buiten habitatrichtlijngebied), mag enkel zonder, of met minimale overflow worden gebaggerd.
- 9) In de gebieden waar kabels gelegd wordt doorheen zones met dagzomend grind moet de backfill uitgevoerd worden met gelijkaardig materiaal als het materiaal dat werd weggenomen.
- 10) De aanleg van de kabels wordt uitgevoerd in een ver doorgedreven planning waarbij de backfill van een sleuf kan worden uitgevoerd met het baggermateriaal van een nieuwe sleuf die gebaggerd wordt.
- 11) De tijdelijke stortplaatsen worden in overleg met het bestuur vastgelegd.
- 12) Er wordt geen sediment tijdelijk gestockeerd in de zone die in de aanvraag als Zone voor tijdelijke stockage 'Zone 1' wordt aangeduid.
- 13) In de zones die in de aanvraag aangeduid worden als zone voor tijdelijk stockage 'Zone 2' en 'Zone 3' wordt geen sediment gestort op plaatsen waar (dazomende) grindbedden aanwezig zijn.
- 14) De vergunninghouder stelt, doorheen de constructiefase, een stortplan op voor de tijdelijke stockage van sediment, waarbij het type materiaal dat moet gestort worden zoveel mogelijk overeenkomt met het oorspronkelijk aanwezige materiaal. Dat plan wordt vooraf aan het bestuur voorgelegd voor goedkeuring.
- 15) Waar voor backfill gebruik gemaakt wordt van materiaal dat tijdelijk gestockeerd werd, mag het niveau van de zeebodem op de tijdelijke stortplaatsen niet verlaagd worden tegenover het oorspronkelijke niveau.
- 16) Er worden bij het platformenalternatief geen kabels aangelegd doorheen grindbedden in het habitatrichtlijngebied.
- 17) De bedekking van de kabels moet steeds verzekerd worden. Indien de monitoring uitwijst dat de kabel op minder dan de minimale begravingsdiepte (minimum 1 m bedekking, tenzij op plaatsen waar dit anders bepaald werd) ligt, dienen binnen de kortst mogelijke termijn en met een maximum van drie maanden de nodige werken te worden uitgevoerd voor het terug op voldoende diepte te plaatsen van de kabel, of om die de voldoende af te dekken. Indien blijkt dat de minimum diepteligging van de kabel tijdens de operationele fase niet kan behouden blijven, dan kan eventueel licht afgeweken worden van deze diepte op basis van een risicoanalyse en mits goedkeuring van de bevoegde instanties.
- 18) In gebieden met migrerende zandduinen moeten de kabels op een minimale begravingsdiepte onder de basis van de migrerende zandduinen gelegd worden.

### 11.8.3 Aanbevelingen

- 1) Er wordt aanbevolen om bij het leggen van de kabels te streven naar het zoveel mogelijk beperken van het aantal sleuven.
- 2) Tijdens onderhoudswerkzaamheden dienen waar technisch mogelijk technieken te worden gebruikt die zo weinig mogelijk turbiditeit veroorzaken.
- 3) Om bij de aanleg van een eiland de oppervlakte van het verstoorde gebied zo klein mogelijk te houden, en de effecten op het habitatrictlijngebied zoveel mogelijk te beperken, wordt aanbevolen het materiaal dat tijdelijk moet gestockeerd worden, te stockeren in het werkgebied ten noorden van het aan te leggen eiland, en het op dezelfde hoogte te stockeren als de in de buurt aanwezige zandduinen.

### 11.8.4 Monitoring

Hieronder wordt voor het eilandalternatief, het platformalternatief en voor de kabels een overzicht gegeven van de monitoring, inclusief een schatting van het aantal mandagen noodzakelijk voor BMM.

#### *Monitoring van sedimentologie en bodem: eiland- en platformalternatief*

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM
Gemotiveerd plan met: maatregelen voor de beperking van de overflow; de beperking van sedimentatie in het habitatrictlijngebied; het beperken van verliezen; de beperking van de tijdelijke stockage van sediment; het herstel van grindbedden in habitatrictlijngebied.	Oplevering 6 maanden voor de start van de werken	Vergunninghouder	14 MD
Gemotiveerd plan van aanpak voor de optimalisatie van het leggen van de kabels (incl. site-specifieke methode; strikte planning uitvoering; keuze stockagesite met stortplan, onder meer gebaseerd op T <sub>0</sub> -metingen)	Oplevering 6 maanden voor start van de werken	Vergunninghouder	5 MD

#### *Monitoring van sediment en bodem: eiland algemeen*

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM
Bepaling parameters van het model sedimentdispersie op basis van data die locatie-specifiek en recent is	Jaar 0 - In afstemming met modelleerstudies	Vergunninghouder	2 MD
Numerieke simulaties op basis van de nieuwe parameters van de modellen en sensitiviteitsstudies	Jaar 0 Oplevering zes maanden voor de werken	Vergunninghouder	3 MD

*Monitoring eiland: hydrografische condities aan de hand van gegevens meetboeien*

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM
Aankoop 2 meetboeien, onderhoud, maandelijkse uitlezing gedurende 1 jaar voor de werken, 4-maandelijke kalibratie, aanleveren gekalibreerde waarden	Jaar 0/1	Vergunninghouder	
Ontwikkeling automatisch datasysteem	Jaar 0/1	BMM	110 MD
Data-analyse/onderzoek/evaluatie/rapportage (natuurlijke variabiliteit; bepaling turbiditeitslimiet; evaluatiekader)	Jaar 0/1	BMM	110 MD
Onderhoud, uitlezing, kalibratie en aanlevering gekalibreerde waarden: - Jaar 1 – constructie: dagelijks - Jaar 2-10: maandelijks - Jaar 11-20: 4 x per jaar	Jaar 1 – constructie Jaar 2-10 Jaar 11-20	Vergunninghouder	
Dagelijkse opvolging tijdens constructie en analyse van meetboei-data	Jaar 1 - constructie	BMM	(zie monitoring eiland - bodem)
Onderhoud datasysteem	Jaar 1-20	BMM	20 MD/jaar (Totaal: 400 MD)
Data-analyse, onderzoek, evaluatie, rapportage	Jaar 1-10 Jaar 11-20	BMM	70 MD/jaar (Totaal: 700 MD) 55 MD/jaar (Totaal: 550 MD)

*Monitoring eiland: zeebodem (sediment en morfologie)*

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM
Dataverzameling, analyse, evaluatie, rapportage (T <sub>0</sub> -meting 1x/jaar (akoestisch-sediment) in combinatie met benthos; evaluatiekader)	Jaar 0/1	BMM	40 MD
Meting diepte en sediment tijdens constructiefase	Jaar 1 - constructie	Vergunninghouder	
Dagelijkse opvolging tijdens constructie en sedimentanalyse	Jaar 1 - constructie	BMM	40 MD
Opvolging sediment/morfologie - Maand 1, 3, 6, 12 - Jaar 3-10: 1x/jaar - Jaar 11-20: elke 3 jaar	Jaar 2 Jaar 3-10 Jaar 11-20	Vergunninghouder	20 MD 5 MD/jaar (Totaal: 40 MD) 5 MD/3 jaar (Totaal: 20 MD)

*Monitoring eiland: grindbedden (sediment en morfologie)*

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM
Dataverzameling, analyse, onderzoek, evaluatie, rapportage (T <sub>0</sub> -meting 3x/jaar (akoestisch-sediment; 1x in combinatie met benthos); evaluatiekader)	Jaar 0/1	BMM	60 MD
Dataverzameling; analyse, onderzoek, evaluatie	Jaar 1 - constructie	BMM	5 MD
Opvolging sediment/morfologie: - Jaar 1: maand 1, 3, 6, 12 - Jaar 2-10: 1x/jaar - Jaar 10-20: elke 3 jaar	Jaar 1 Jaar 2-10 Jaar 10-20	BMM	40 MD 10 MD/jaar (Totaal: 90 MD) 10 MD/3 jaar (Totaal: 40 MD)

*Monitoring exportkabels: sediment en morfologie (eiland en platformalternatief)*

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM
Data-analyse, onderzoek: evaluatie tijdelijke stockageplaatsen (T <sub>0</sub> 1x/jaar, akoestisch - sediment; evaluatiekader)	Jaar 0/1	BMM	40 MD
Na de storting van het materiaal, na belangrijke wijzigingen (storten of wegnemen) of na een grote storm in overleg met bestuur	Jaar 1 – 4 constructie	Vergunninghouder	10 MD/jaar (Totaal: 40 MD)
Opvolging sediment/morfologie (maand 1-3-6)	Jaar 5	Vergunninghouder	20 MD

*Monitoring platformen: sediment en morfologie*

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM
Dataverzameling, analyse, onderzoek, evaluatie (T <sub>0</sub> 1x/jaar akoestisch - sediment; evaluatiekader)	Jaar 0	BMM	20 MD
Opvolging sediment - morfologie (maand 3-6-12)	Jaar 1-2	Vergunninghouder	30 MD/jaar (Totaal: 60 MD)
Opvolging sediment/morfologie	Jaar 3-10: 1x per jaar Jaar 11-20: elke 3 jaar	Vergunninghouder	20 MD/jaar (Totaal: 160 MD) 10 MD/3 jaar (Totaal: 40 MD)

*Monitoring eiland en platformen: staalname*

Onderwerp	Timing	Uitvoering	Uitrustingen en analyses BMM
Staalnamekost (incl. analyse)	Jaar 0/1	BMM	5.000€
Staalnamekost (incl. analyse)	Jaar 2-20	BMM	1.500€/jaar (Totaal: 28.500€)

## 12. Waterkwaliteit: fytoplankton en nutriëntencyclus

- Er worden geen, tot zeer beperkte en niet-meetbare effecten verwacht op fytoplankton, Chl  $\alpha$ , zoöplankton en niet-inheemse soorten in het plankton.

### 12.1 Samenvatting

Het MER vermeldt de huidige toestand van eutrofiëring op het Belgisch continentaal plat, maar maakt geen echte conclusies m.b.t. de mogelijke effecten voor de verschillende alternatieven. Het bestuur besluit, op basis van een inschatting van de risico's maar zonder een specifieke studie, dat op basis van de huidige kennis het project, in al zijn alternatieven en fases, a priori geen problemen oplevert voor wat betreft eutrofiëring en fytoplanktondiversiteit. Er wordt een vast en een voorwaardelijk monitoringprogramma voorgesteld.

### 12.2 Inleiding

Met betrekking tot eutrofiëring en fytoplanktondiversiteit zijn de potentiële problemen die de aanleg, exploitatie of ontmanteling van het kunstmatige eiland of de platformen, en de daarmee verbonden kabels met zich kunnen meebrengen, de volgende:

- Toegenomen eutrofiëring met intense of langdurige negatieve gevolgen over een ruim gebied (far-field effecten);
- Verandering in het voorkomen van fytoplanktonsoorten: het verschijnen van giftige of ongewenste soorten, of de vervanging van bestaande soorten door invasieve, eventueel niet-inheemse soorten;
- Verandering in de interactie tussen fytoplankton en zoöplankton (Daro et al., 2006);
- Sedimentologische verstoringen: d.w.z. een gewijzigde interactie tussen fytoplankton, sedimentaire mineralen en particulier organisch materiaal (POM; Fettweis et al., 2022b).

Het MER verwijst naar de huidige toestand van eutrofiëring in het Belgische zeegebied, maar spreekt zich niet ten gronde uit over de mogelijke effecten van het project. Voor wat betreft het fytoplankton geeft het rapport evenmin een inschatting van het milieueffect op de diversiteit. Het rapport stelt alleen dat geen effect wordt verwacht op de fotosynthese door het fytoplankton, aangezien de troebelheid naar verwachting niet significant zal veranderen, behalve mogelijk tijdelijk en lokaal tijdens de installatie van de kabels in de kustgebieden (zie hoofdstuk Sedimentologie - bodem).

Bij gebrek aan een echte conclusie in het MER over de mogelijke effecten, wordt hierover hier een beste inschatting gemaakt, zonder een specifieke studie te hebben uitgevoerd (wat in dit geval ook niet opportuun is). Deze beoordeling wordt onderverdeeld in drie categorieën: niet-betekenisvolle effecten, moeilijk in te schatten effecten en mogelijke risico's.

### 12.3 Te verwachten effecten

#### 12.3.1 Niet-betekenisvolle effecten

Bij de huidige stand van de kennis verwacht men geen betekenisvolle effecten voor eutrofiëring door het uitvoeren van het project in al zijn alternatieven en fases, zowel lokaal als in de ruimere omgeving, op korte noch lange termijn. Onder eutrofiëring verstaat men de toename van de concentratie van opgeloste of uit deeltjes bestaande voedingsstoffen, resulterend in een toename van de fytoplanktonbiomassa en/of een afname van de opgeloste zuurstof.

Het enige voorbehoud is dat opgeloste voedingsstoffen kunnen vrijkomen uit het sediment bij het aanleggen van een eiland en bij het aanleggen van kabels. Dit kan ongewenste effecten hebben, hoewel onwaarschijnlijk gezien de aard van het sediment en de omgeving. De monitoring van het chlorofyl a-gehalte heeft indirect tot doel dergelijke ongewenste effecten te onderzoeken.

### 12.3.2 Moeilijk in te schatten effecten

Bij de huidige stand van de kennis is het moeilijk in te schatten of het project, voor wat betreft de eilandalternatieven, een betekenisvol effect zou hebben op:

- De vervanging van fytoplanktonsoorten door andere;
- Het optreden van ecologische verstoringen (fytoplankton-zoöplankton).

Het lijkt onwaarschijnlijk dat ecologische veranderingen zullen optreden. Het enige voorbehoud is het onvoorspelbare gevolg van de verandering van het plaatselijk ecosysteem (vb. weekdieren, vogels) door het ontstaan van nieuwe ruimte (intergetijdengebied, hard substraat) op de opkomst of het verdwijnen van planktonsoorten; een beperkte monitoring hiervan is voorzien. Dergelijke effecten worden niet verwacht bij het platformalternatief.

### 12.3.3 Mogelijke risico's

Bij de huidige stand van de kennis is het mogelijk dat er een effect van het project zal zijn op de fytoplanktonproductie en op de interactie tussen het fytoplankton en het sediment tijdens het leggen van kabels in het kustgebied (< 10 m diepte) indien fijn sediment in die mate in suspensie zou gebracht worden dat de turbiditeit van de waterkolom gedurende lange tijd zou gewijzigd worden.

Deze effecten zullen naar verwachting niet-betekenisvol zijn op een ruimere spatio-temporele schaal. De monitoring van de verandering in turbiditeit tijdens de werkzaamheden (in combinatie met de monitoring van het chlorofylgehalte per satelliet) moet volstaan om dit vast te stellen.

Op grond van een eerste ruwe schatting (op basis van de huidige kennis van het systeem) lijkt het onwaarschijnlijk dat het project, in al zijn alternatieven en fases, een betekenisvol negatief of positief effect zou hebben op de eutrofiëring of de fytoplanktondiversiteit. Het blijft mogelijk dat één of meer effecten zich in onverwachte mate voordoen. In dit geval dient de monitoring te worden aangepast.

## 12.4 Mitigerende maatregelen

Gelet de bovenstaande conclusie moeten a priori geen mitigerende maatregelen worden overwogen. Gezien mogelijke effecten van een verhoging van de turbiditeit, dienen waar mogelijk de methoden te worden gebruikt die leiden tot de meest beperkte verhoging van materie in suspensie (zie hoofdstuk Sedimentologie - bodem).

## 12.5 Grensoverschrijdende en cumulatieve effecten

### 12.5.1 Grensoverschrijdende effecten

Gezien de te verwachten effecten tijdelijk en lokaal zijn, worden geen betekenisvolle grensoverschrijdende effecten verwacht. Het gebied waar het project gepland wordt, bevindt zich offshore, waar de stikstof voornamelijk afkomstig is uit de oceaan (45%) en waar de atmosferische en rivierinbreng gemiddeld 29% respectievelijk 26% bedroeg in de periode 2000-2010 (Ménèsquen et al., 2018; Dulière et al., 2019). De wateren van dit gebied en hun opgeloste stoffen worden getransporteerd door de stroming die voornamelijk parallel aan de kust is georiënteerd (Ruddick & Lacroix, 2006). Het is

onwaarschijnlijk dat een eventueel lokaal effect door het kunstmatige eiland op eutrofiëring een betekenisvol effect verderop zou veroorzaken.

### 12.5.2 Cumulatieve effecten

Gezien de bovenstaande conclusies zijn er geen betekenisvolle cumulatieve effecten te verwachten. Indien zich een onverwacht effect zou voordoen waardoor de natuurlijke verzameling fytoplankton verandert, dan moet dit worden opgevolgd, in het bijzonder bij eventuele (toekomstige) maricultuur-installaties in het gebied.

## 12.6 Monitoringprogramma

Bij het alternatief waarbij platformen gebruikt worden, wordt voor de platformen zelf geen monitoring voorgesteld.

### Monitoring eiland

Indien gekozen wordt voor één van de eilandalternatieven is het nuttig om ten minste gedurende de eerste drie jaar de volgende monitoring uit te voeren om na te gaan of de hierboven beschreven verwachtingen juist zijn en of het project het mariene ecosysteem niet aan onverwachte verstoringen blootstelt.

- 1) Monitoring van de chlorofyl *a*-concentratie in de nabijheid van het eiland en in een ruimer gebied door middel van satellietbeelden; deze monitoring heeft een beperkte temporele resolutie (maandelijks);
- 2) Monitoring door middel van een meetboei die geplaatst wordt in het kader van sedimentologie (lokale metingen van fluorescentie en materie in suspensie in de nabijheid van het eiland); deze monitoring heeft een beperkte ruimtelijke, maar een zeer goede temporele resolutie voor wat betreft de gevolgen in het subtidaal.

### Monitoring kabels

Het gebruik van satellieten maakt ook een monitoring mogelijk van de concentratie van chlorofyl en materie in suspensie dicht bij de kust tijdens het aanleggen van kabels.

Indien de concentratie van chlorofyl of de fluorescentie in de buurt van het eiland wijzen op belangrijke afwijkingen, dan moet een bijkomende monitoring uitgevoerd worden:

- 3) Monitoring van de concentratie van nutriënten (N, P, Si) en van de taxonomische samenstelling van het fytoplankton. De staalnames dienen plaats te vinden vanaf een vaartuig nabij het eiland, of vanaf het eiland zelf.

Als voorzorgsmaatregel kan de vergunninghouder er zelf voor kiezen om stalen te nemen nabij het eiland en deze stalen te bewaren, op een geschikte manier, voor latere analyse. Op die manier zouden de oorzaken en achtergrond van een zich aanbiedend probleem kunnen gereconstrueerd worden.

## 12.7 Besluit

### 12.7.1 Aanvaardbaarheid

Gelet op bovenstaande conclusie en met betrekking tot eutrofiëring en fytoplanktondiversiteit is er a priori geen bezwaar tegen de uitvoering van het project, in al zijn alternatieven en fases.

### 12.7.2 Voorwaarden

Er worden geen voorwaarden gesteld voor wat betreft eutrofiëring en fytoplanktondiversiteit.

### 12.7.3 Aanbevelingen

- 1) Er wordt aanbevolen om bij het leggen van de kabel de tijdelijke verhoging van de turbiditeit zoveel mogelijk te beperken door het gebruik van de meest geschikte technologie.
- 2) Er wordt aanbevolen dat waterstalen genomen worden nabij het eiland en deze op een geschikte manier te bewaren voor een eventuele latere analyse, indien nodig, van nutriënten en fytoplankton.

### 12.7.4 Monitoring

Er wordt geen monitoring voorgesteld voor het platformenalternatief.

#### Monitoring eiland

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM
Eutrofiëring – Chl <i>a</i> , satellietmonitoring, extractie, analyse	1 keer per jaar, 3 jaar Constructiefase	BMM	10 MD/jaar (Totaal: 30 MD)
Eutrofiëring, Chl <i>a</i> , data d.m.v. boeien, analyse	1 keer per jaar, 3 jaar	BMM	5 MD/jaar (Totaal: 15 MD)
Eutrofiëring, nutriënten	Indien noodzakelijk	BMM	5 MD
Eutrofiëring, taxonomie	Indien noodzakelijk	BMM	5 MD

#### Monitoring kabels

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM
Eutrofiëring – Chl <i>a</i> , satellietmonitoring, extractie, analyse	1 keer per jaar tijdens de constructie, 3 jaar	BMM	10 MD/jaar (Totaal: 30 MD)

## 13. Schadelijke stoffen in water en sediment

- Er wordt niet verwacht dat, mits toepassen van de voorwaarden, schadelijke stoffen zouden ingebracht worden in water of sediment.

### 13.1 Samenvatting

Het project, zowel eiland als platformen, zal een beperkte maar bijkomende bron van verontreiniging vormen door het vrijstellen van gebruikte materialen en het in de waterkolom brengen van gecontamineerd materiaal. De scheepsbewegingen die gepaard gaan met de constructieactiviteiten vormen een substantieel risico voor verontreiniging van de waterkolom. Dat risico kan beperkt worden mits een strikte toepassing van een aantal voorwaarden en het overwegen van aanbevelingen.



## 13.2 Inleiding

Als geopteerd wordt voor een artificieel eiland, zal een zeer groot volume zand worden verplaatst. Zelfs als het gehalte slib daarin beperkt is, zal het grote totale volume mogelijk toch zorgen voor effecten, afhankelijk van de hoeveelheid contaminanten in dat slib. Het fijn materiaal is de voornaamste drager van contaminanten, en net dat fijn materiaal blijft het langst in de waterkolom. Hoewel de opwoeling van slib als dusdanig geen bijkomende vervuiling genereert, kunnen lokaal toch nadelige effecten optreden.

Indien wordt geopteerd voor platformen zal corrosiebescherming moeten worden voorzien, samen met aangroeiwerende coatings. De effecten hiervan voor het marien milieu werden slechts summier besproken in het MER.

Afhankelijk van de samenstelling, kunnen het buitenste materiaal van de kabels (MER p.630), de beschermingsmatten voor de kabels (MER p.105), de coatings (MER p.317) en eventueel het extern aangevoerd vulmateriaal bronnen van verontreiniging zijn.

Van de waterstromen wordt het risico naar chemische verontreiniging niet begroot in het MER. Van de effecten van de scheepsbewegingen wordt enkel de uitstoot naar de atmosfeer in rekening gebracht, maar niet naar organische stoffen noch metalen, hoewel hier mogelijk risico's voor het mariene milieu aan verbonden zijn.

Voor de erosiebescherming wordt ervan uitgegaan dat natuurlijke materialen gebruikt worden waaruit geen toxische stoffen kunnen uitlogen.

## 13.3 Te verwachten effecten

### 13.3.1 Eilandalternatief

Tijdens de constructie is er een verhoogd risico op het vrijstellen van contaminanten (organische contaminanten en metalen) uit het fijn materiaal dat verplaatst wordt. Gezien het zeer grote volume is dit niet te verwaarlozen en dient het, waar mogelijk, te worden vermeden. De fijnste fractie, die het grootste risico inhoudt, blijft het langst in contact met het water. Het is echter zeer moeilijk in te schatten wat het effect zal zijn. Tijdens de operationele fase is er weinig tot geen invloed te verwachten. Tijdens de ontmantelingsfase kan een vergelijkbaar maar minder uitgebreid effect verwacht worden in vergelijking met tijdens de constructiefase.

### 13.3.2 Platformenalternatief

Tijdens de constructie van de platformen is er een verwaarloosbaar risico voor het vrijkomen van contaminanten door verplaatsing van sediment. Er is een beperkt risico van effecten door corrosieprotectie-materialen en antifouling tijdens de operationele fase. Er is een beperkt risico voor het vrijkomen van contaminanten tijdens de ontmantelingsfase, indien het ontmantelen gebeurt met de best beschikbare technologie. Er wordt aangeraden om de corrosiebescherming niet met opofferingsanodes uit te voeren, maar om het metaal te regenereren door middel van galvanische stroom.

### 13.3.3 Kabels

Bij het plaatsen van de kabels zal veel fijn materiaal in suspensie gaan. Het risico is beperkt zolang geen slibrijke lagen aangesneden worden, en ook hier is het risico afhankelijk van de plaatselijke gehalten aan contaminanten. Relatief ver van de kust is dat gehalte meestal laag. Tijdens de operationele fase en de ontmantelingsfase is het risico erg laag.

### 13.3.4 Scheepvaart

In het MER wordt de invloed (chemisch) van scheepvaart op de waterkolom slechts summier behandeld. Er wordt verwezen naar Lifewatch, een onderzoeksprogramma met nog niet gecertificeerde resultaten (dit staat expliciet op de website van Lifewatch vermeld). Het bestuur is van oordeel dat betere gegevens beschikbaar zijn uit officiële bronnen.

Bij de bespreking van de atmosferische verontreiniging wordt, door het grote aantal scheepsbewegingen, het gebruik van scrubbers vermeld als alternatief dat minder vervuult. Dit is hier ten stelligste af te raden: waar de MER nog uitgaat van een overschatting van de verschillende inputs door scheepvaart naar de atmosfeer omdat ze zich baseren op een fuel van 1% zwavel en beperkende maatregelen, kan dat bij het gebruik van scrubbers over een onderschatting gaan, weliswaar niet naar de atmosfeer, maar rechtstreeks naar de waterkolom. Het gebruik van zwavelrijke fuels is volgens de IMO toegelaten mits het gebruik van scrubbers. Het gebruik van scrubbers resulteert echter in een rechtstreekse input van zwaveloxides naar de waterkolom; voor elke ton zwavel in de fuel wordt 3 ton zwavelzuur in de waterkolom gebracht. Heavy Fuel kan 3-4% zwavel bevatten, waardoor de input van zwavel per ton gebruikte fuel nog 3 tot 4 keer hoger kan zijn (naar water). Omdat tijdens de constructie in een vrij klein gebied wordt geopereerd, kan de concentratie aan zwavelzuur bij het gebruik van scrubbers en zwavelrijke fuel plaatselijk relatief hoog worden en aanzienlijk bijdragen tot verzuring. Daarnaast bevatten deze hoogzwavelige fuels ook hoge gehalten aan metalen en worden door het wassen van de rookgassen PAKs rechtstreeks in het water gebracht. Het is bijgevolg sterk aangewezen dat diesel van hoge kwaliteit gebruikt wordt, of een alternatief met een nog betere kwaliteit, maar zeker geen scrubbers toe te passen.

De effecten van het gebruik van fuels op de waterkolom werden niet begroot, dus de facto gaat het bestuur ervan uit dat scrubbers niet worden toegepast.

### 13.3.5 Afvalwaterstromen

De voorziene afvalwaterstromen zijn beperkt en de behandeling ervan is voldoende besproken in het MER. De effecten ervan zullen gering zijn.

## 13.4 Grensoverschrijdende en cumulatieve effecten

### 13.4.1 Grensoverschrijdende effecten

Verontreiniging kent geen grenzen. Sommige stoffen blijven relatief lang in het milieu aanwezig, en ze kunnen zich over grote afstanden verspreiden. Zeker het fijne materiaal kent soms een lange verblijftijd in de waterkolom. Het gebied waar het eiland of de platformen, en de kabels zullen aangelegd worden, wordt grotendeels gekenmerkt door relatief helder water. Zeker bij het eilandalternatief kan de aanwezigheid van fijn materiaal in de waterkolom nadelige effecten hebben tijdens de constructiefase, indien dit fijne materiaal gecontamineerd is. Bij het platformenalternatief is dit mogelijke effect beperkter.

### 13.4.2 Cumulatieve effecten

Het is moeilijk in te schatten hoeveel verontreiniging wordt vrijgesteld via het fijn materiaal, en wat het gecombineerd effect is met de verlengde aanwezigheid van dit fijn materiaal in de waterkolom, maar naar verwachting zal de invloed eerder beperkt zijn.

Het cumulatief effect van waterverontreiniging door scheepvaart met de continue verontreiniging door de reeds bestaande scheepvaart in Belgische wateren, en zeker in de scheepvaartroutes in de

nabijheid van de zone waar een eiland of platformen zullen aangelegd worden, zal eveneens beperkt zijn, gezien de relatief beperkte en tijdelijke toename van scheepvaart door het project, voor zover geen zware fuel in combinatie met scrubbers worden gebruikt.

### 13.5 Mitigerende maatregelen

Gezien de mogelijk hoge plaatselijke verontreiniging bij het gebruik van scrubbers in combinatie met heavy fuels, worden voorwaarden gesteld die dit beperken. Voor het beperken van de verontreiniging met zware metalen en andere mogelijk toxische stoffen, worden een aantal aanbevelingen gemaakt. Voor het beperken van slib in de waterkolom worden voorwaarden gesteld, en aanbevelingen gemaakt in het hoofdstuk Sedimentologie - bodem.

### 13.6 Besluit

#### 13.6.1 Aanvaardbaarheid

Het project is, mits het naleven van de voorwaarden, aanvaardbaar voor wat betreft de mogelijke effecten op de waterkolom. Gezien de mogelijke effecten, wordt voor wat betreft chemische verontreiniging van de waterkolom de voorkeur gegeven aan het platformalternatief, mits de beste technieken worden gebruikt om de impact van corrosie en fouling te beperken.

#### 13.6.2 Voorwaarden

Voor het platformalternatief en voor het eilandalternatief worden dezelfde voorwaarden gesteld:

- 1) Er worden voor de erosiebescherming enkel natuurlijke materialen gebruikt.
- 2) Voor de bescherming van de kabels wordt geen gebruik gemaakt van materialen waaruit schadelijke stoffen kunnen uitloggen.
- 3) Het incidenteel in zee terechtkomen van mogelijk schadelijke stoffen wordt met alle mogelijke maatregelen vermeden, in elke fase van het project.
- 4) Indien schadelijke stoffen in het milieu terechtkomen, wordt dit ad hoc gemeld aan de bevoegde instanties.
- 5) Er wordt, ten minste tijdens de constructiefase, geen gebruik gemaakt van scrubbers om de verbrandingsgassen van de werkschepen te reinigen.
- 6) Er wordt gebruik gemaakt van hoogwaardige brandstoffen met een laag zwavelgehalte.
- 7) Voor het verwijderen van aangroei (fouling) wordt enkel gebruik gemaakt van mechanische methoden.
- 8) De vergunninghouder monitort het type fuel dat gebruikt wordt aan boord van de vaartuigen tijdens de constructiefase, samen met het (eventuele) gebruik van scrubbers.
- 9) Bij het gebruik van opofferingsanodes (platformalternatief, operationele fase) moeten de voornaamste verontreinigende metalen zoals ze voorkomen in de legering worden opgevolgd door de vergunninghouder (samenstelling anodes, gewicht gebruikt).

#### 13.6.3 Aanbevelingen

Voor het platformalternatief en voor het eilandalternatief worden dezelfde aanbevelingen gemaakt.

- 1) Waar mogelijk worden de minst vervuilende technieken toegepast.
- 2) Er wordt aanbevolen om het in suspensie brengen van materiaal zoveel mogelijk te beperken (zie hoofdstuk Sedimentologie - bodem).
- 3) Er wordt aanbevolen om bij de kathodische bescherming van metalen gebruik te maken van niet-galvanische anoden in plaats van opofferingsanoden.

#### 13.6.4 Monitoring

Er wordt geen monitoring voor polluenten in de waterkolom voorgesteld.

## 14. Afval

- Afval en micro-afval dat het project genereert zal, mits het toepassen van de voorwaarden, zeer beperkt zijn.

### 14.1 Samenvatting

Het project, zowel eiland als platform, zal een beperkte maar bijkomende bron van afval zijn door verlies aan materiaal en degradatie van bijvoorbeeld plastic kabels, coatings en banden. Deze hoeveelheid zal echter beperkt zijn mits het naleven van een aantal voorwaarden.

### 14.2 Inleiding

Zowel een artificieel eiland als platformen zullen een bijkomende bron van afval zijn omwille van de aanvoer en het gebruik van niet-natuurlijke persistente materialen zoals plastics (bijvoorbeeld verpakkingsmateriaal, boeien, ...; zie MER p.725, p.733). Tevens kunnen plastic kabels (MER p.630), beschermingsmatten voor de kabels (MER p.105), coatings (MER p.317), banden van trucks en eventueel extern aangevoerd vulmateriaal (eilandalternatief) bijkomende bronnen van micro-afval zijn.

Ongeacht de keuze voor een eiland of voor platformen moet de opmaak van een afvalbeheerplan voorzien worden.

### 14.3 Effecten

Plasticverontreiniging is één van de meest voorkomende en persistente globale bedreigingen, met miljoenen tonnen zwerfvuil die jaarlijks in het mariene milieu terechtkomen. De lopende monitoringprogramma's<sup>14</sup> wijzen niet op een reductie in afval op zee terwijl de KRMS net als doel stelt om een daling in de hoeveelheden afval te bekomen.

De afbraak verloopt traag en microplastics zijn aangetroffen in alle mariene compartimenten; daar kunnen ze door mariene organismen worden opgenomen. Effecten van microplastics in biota zijn aangetoond bij blootstelling aan zeer hoge concentraties (Van Colen et al., 2020; EPHEMARE, 2019; PLASTOX, 2019) alsook bij ecologisch relevante concentraties (Pannetier et al., 2020).

Ook rubberdeeltjes afkomstig van bandenslijtage en verfparkels afkomstig van oppervlaktecoatings ter bescherming (bv. corrosie) van structuren zijn vormen van microplastics. Onderzoeken tonen aan dat scheepsverven een belangrijke bron van microplastics op zee kunnen zijn (Turner, 2021; Dibke et

---

<sup>14</sup> <https://odnature.naturalsciences.be/msfd/nl/assessments/2018/page-d10>

al., 2021). Momenteel loopt een onderzoek naar de impact van andere structuren (windturbines en platformen) in het kader van het Interreg project Anemoi<sup>15</sup>.

Beschermende coatings worden voorzien in het platformenscenario maar ook op het eiland zal hiervan op diverse plaatsen gebruik van gemaakt worden, naargelang de uitvoering (bewapening caissons, paalfunderingen, meerpalen, stalen structuren). Transport, weliswaar in zeer beperkte mate, zal enkel plaatsvinden op het eiland.

Men kan eveneens verwachten dat stromingswijzigingen en epibenthos aangroei een effect hebben op de verspreiding van microplastics in het mariene milieu met onder andere filtervoeders die microplastics opnemen uit het zeewater en via fecaliën weer afvoeren, waarna die mogelijks accumuleren in bepaalde zones. In het eilandscenario kan men een belangrijke epibenthos-aangroei verwachten gezien de omvang van de constructie. De verspreidingsprocessen en effecten van microplastics op lange termijn zijn nog onvoldoende gekend. Gezien uiteindelijk het overgrote deel van afval op de zeebodem terecht komt, wordt accumulatie op lange termijn best in zeebodemsediment opgevolgd.

Hoewel afvalinput allicht niet volledig vermeden kan worden, wordt de impact voor zowel het eiland- als het platformenalternatief als minimaal ingeschat. Tevens zullen verschillende voorwaarden en aanbevelingen kunnen bijdragen aan de beperking hiervan.

## 14.4 Grensoverschrijdende en cumulatieve effecten

### 14.4.1 Grensoverschrijdende effecten

Afval kent geen grenzen, het blijft lange tijd in het milieu en verplaatst zich vaak over grote afstanden. De bijkomende hoeveelheid afval gegenereerd door dit project zal beperkt zijn t.o.v. andere bronnen samen, en mits het naleven van de voorwaarden kan de input worden beperkt.

### 14.4.2 Cumulatieve effecten

Het bijkomend gegenereerd afval zal eveneens lange tijd in het mariene milieu blijven waar het na transport zal accumuleren in bepaalde zones. De hoeveelheid t.o.v. andere bronnen is naar verwachting zeer beperkt maar de effecten van het project op de verspreiding de microplastics en de impact van coatings zijn nog onvoldoende gekend.

## 14.5 Mitigerende maatregelen

Zowel voor het eiland- als het platformenscenario wordt de opmaak van een afvalbeheerplan voorzien. Waar mogelijk moet gebruik gemaakt worden van natuurlijke materialen. Voor het vermijden van de input van coatingpartikels bij onderhoud worden voorwaarden gesteld en aanbevelingen gemaakt.

## 14.6 Besluit

### 14.6.1 Aanvaardbaarheid

Er kan een lichte verhoging optreden van vervuiling door afval en micro-afval. Door het naleven en het toepassen van algemene principes m.b.t. afval wordt verwacht dat de effecten minimaal en aanvaardbaar zijn. Een algemeen principe is dat gewerkt wordt met de minst vervuilende technieken.

---

<sup>15</sup> <https://www.interregnorthsea.eu/anemoi>

### 14.6.2 Voorwaarden

- 1) Voor de bescherming van de kabels op de zeebodem wordt geen gebruik gemaakt van materialen waaruit schadelijke stoffen kunnen uitlogen.
- 2) Bij onderhouds- en herstelwerkzaamheden (bijvoorbeeld van coatings) worden alle mogelijke maatregelen genomen om microplastic toevoer naar het mariene milieu te beperken.
- 3) Er wordt een afvalbeheerplan opgesteld.
- 4) Materialen en voorwerpen die in zee terechtkomen, moeten, indien dit mogelijk is, gerecupereerd worden.
- 5) Afval dat door externe factoren in het projectgebied terechtkomt, en vastraakt in de structuren, wordt door de vergunninghouder op een geschikte manier uit het milieu verwijderd.
- 6) Voor het verwijderen van aangroei (fouling) worden enkel mechanische technieken gebruikt.

### 14.6.3 Aanbevelingen

- 1) Bij de constructie wordt rekening gehouden met best beschikbare technieken (bijvoorbeeld bij het aanbrengen van coatings) om onderhoudsnoden te beperken.
- 2) Er wordt aanbevolen om afval dat op zee aangetroffen wordt in en om het projectgebied, niet project-gerelateerd is en niet vastzit aan de structuren van het project, indien mogelijk zoveel mogelijk te verwijderen.

### 14.6.4 Monitoring

#### Eilandscenario

Een minimale vijfjaarlijkse monitoring op lange termijn wordt voorzien: enkele gerichte staalnames van sediment zullen uitgevoerd worden om de hoeveelheid en het type van microplastics op en nabij het eiland en de verspreiding hiervan op lange termijn op te volgen.

Bij de keuze van staalnamelocaties wordt rekening gehouden met mogelijkheden om op het eiland stalen te nemen en daarnaast met stromingen en erosie-sedimentatiepatronen. Daarbij zal afstemming plaatsvinden met de monitoring van sediment en benthos. Een 8-tal stalen worden voorzien op vijfjaarlijkse basis.

Een evaluatie van de resultaten m.b.t. microafval in zee zal pas mogelijk zijn op lange termijn. De monitoring kan aangepast worden op basis van nieuwe inzichten en methodologie.

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM
Micro-afval: staalnames sediment	Jaar 0, 5, 13, 16, 19	BMM	50 MD/jaar (Totaal: 250 MD)
Verbruiksmateriaal labo	Jaar 0, 5, 13, 16, 19	BMM	5.000€/jaar (Totaal: 25.000€)

#### Platformenscenario

Een minimale monitoring op lange termijn wordt voorgesteld om de hoeveelheid en verspreiding van micro-afval, incl. verfpotikels, in zeebodemsediment op te volgen. Deze monitoring is afhankelijk van

de inzichten en resultaten die voortvloeien uit het Anemoi-project. Hiervoor worden voorwaardelijk een 8-tal stalen voorzien indien uit het onderzoek blijkt dat coatingpartikels aanwezig zijn in de stalen en/of dat verdere opvolging hiervan aangewezen is. Aangezien de resultaten nog niet bekend zijn in 2024, zullen T<sub>0</sub>-stalen reeds genomen moeten worden.

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM/uitrusting en analyses
Micro-afval: staalnames sediment	(voorwaardelijk) Jaar 0, 5, 13, 16, 19	BMM	50 MD/jaar (Totaal: 250 MD)
Verbruiksmateriaal labo	(voorwaardelijk) Jaar 0, 5, 13, 16, 19	BMM	5.000€/jaar (Totaal: 25.000€)

## 15. Benthos (macrobenthos, epibenthos), vis en harde substraten

- Er wordt, gezien de bodemverstoring, geadviseerd om voor het platformen alternatief te kiezen.
- Indien gekozen wordt voor een eiland, dan wordt geadviseerd om het in locatie West 1 aan te leggen.
- Voor het beperken van de impact door bodemverstoring en sedimentatie, met gevolgen voor benthos en vis, worden voorwaarden opgelegd en aanbevelingen gemaakt.

### 15.1 Samenvatting

De eilandscenario's hebben een grotere milieu-impact voor wat betreft de beoordeelde onderdelen dan de platformenscenario's. Deze impact is negatief voor benthos en bepaalde vissoorten, maar kan als positief aanzien worden voor de fauna typisch voor harde substraten.

Gezien hun kleinere milieu-impact, gaat de voorkeur uit naar het platformenscenario voor de onderdelen macrobenthos, epibenthos en vis, en harde substraten. Indien toch voor het eiland wordt gekozen, wordt het scenario met de locatie West 1 verkozen, gezien het meer beperkte grondverzet in vergelijking met de andere eilandscenario's.

Het type en de schaal van de werkzaamheden bij de eilandscenario's zijn uniek in Belgische wateren, en bij uitbreiding in de zuidelijke Noordzee. Dit brengt verschillende onzekerheden in de te verwachten milieueffecten met zich mee. Voor zowel de eiland- als de platformenscenario's dienen voorwaarden nageleefd te worden, die voor de eilandscenario's echter substantiëler zijn. Daarnaast wordt een monitoringplan voorgesteld dat omwille van de grotere milieu-impact en onzekerheden eveneens uitgebreider is voor de eilandscenario's dan voor het platformenscenario.

### 15.2 Inleiding

Het MER is vrij volledig voor wat betreft de onderdelen macrobenthos, epibenthos, vis en harde substraten. Zowel de referentiesituatie als de mogelijke effecten zijn op voldoende wijze beschreven en worden hier niet herhaald. Hieronder worden enkel een paar verduidelijkingen gemaakt.

De oppervlakte verstoring door de kabels wordt voorgesteld tegenover de totale oppervlakte van het BDNZ (MER p.437), en niet tegenover de oppervlakte van de grindbedden in het BDNZ.

De aangroei-gemeenschap op (verticale) artificiële harde substraten in de zuidelijke Noordzee wordt gedomineerd door suspensie-voedende organismen (niet 'dominante zwevende voedselers'; MER p.507). Hoewel het habitat uniform is, is de aangroei-gemeenschap gestructureerd volgens een zonatiepatroon, met ondiep een mosselband en dieper een dominantie van de zeeanemoon *Metridium senile* en de kokerbewonende vlokreeftjes *Jassa* spp. en *Monocorophium* spp.

Biogene riffen in het BDNZ worden/werden voornamelijk gevormd door de Europese platte oester *Ostrea edulis* en de zandkokerworm *Sabellaria spinulosa*. Historische populaties van de platte oester zijn echter sterk gedegradeerd/nagenoeg verdwenen in het BDNZ door menselijke activiteiten (vele decennia terug), en de verspreiding van de zandkokerworm en riffen van deze soort is onvoldoende gekend. Het is waarschijnlijk dat de huidige menselijke activiteiten (voornamelijk bodemverstoring) herstel en rivorming van deze beide soorten verhinderen.

De schelpkokerworm (*Lanice conchilega*, verkeerd aangeduid als zandkokerworm op p.507 van het MER) vormt geen biogene riffen, maar aggregaties (zie ook Belgische Staat, 2022b). De macrobenthische *Macoma balthica*-gemeenschap staat aangeduid als '*Limecola balthica*' (o.a. p.408 en p.409 van het MER). Ondertussen is *Limecola* echter niet meer aanvaard als genusnaam en werd ze opnieuw aangepast naar *Macoma*. *Metridium senile* staat aangeduid als '*Metridium dianthus*' (MER p.507). Er zijn echter twijfels bij de geldigheid van *M. dianthus* als soort.

### 15.3 Effecten

Het MER is vrij volledig voor wat betreft de beoordeelde onderdelen; zowel de referentiesituatie als de effecten zijn op voldoende wijze beschreven. Deze worden hier niet hernomen. Hieronder wordt enkel een paar verduidelijkingen gesteld.

#### 15.3.1 Eilandscenario's

Volgens het MER zal tijdens de operationele fase geen sedimentatie voorkomen op de grindbedden binnen habitatrichtlijngebied (MER p.428), een stelling gebaseerd op modelresultaten. De modellering gaat echter gepaard met onzekerheden (zie hoofdstuk Sedimentologie - bodem), en dus dient wel rekening gehouden te worden met de mogelijkheid op dergelijke sedimentatie.

De effecten van de verhoogde turbiditeit op het benthos tijdens de operationele fase worden correct beschreven, maar de stelling dat 'organismen in het BDNZ in grote mate zijn aangepast aan turbide wateren' (MER p.432) kan niet gevolgd worden aangezien het project voor een belangrijk deel in de minder turbide, offshore wateren van het BDNZ zal uitgevoerd worden. Het effect van een verhoogde turbiditeit wordt dus als matig negatief (-) ingeschat, in tegenstelling tot gering negatief in het MER.

De effecten van verhoogde sedimentatie (verhoging slibgehalte) heeft mogelijk een negatieve impact op zandspiering en op het mogelijk toekomstige herstel van de paaiplassen van haring. Hoewel dit effect volgens de modellen slechts lokaal zal voorkomen (MER p.455), zullen deze gebieden mogelijk toch ongeschikt worden voor deze soorten. Het effect van een verhoogde sedimentatie wordt dus als matig negatief (-) ingeschat, in tegenstelling tot gering negatief in het MER.

Bij het eilandscenario zullen omvangrijke artificiële harde substraten geïntroduceerd worden in het BDNZ, waarbij vooral de erosiebeschermlaag een grote oppervlakte inneemt (9,6 ha voor locatie West 1 en 17 ha voor locatie West 2). Artificiële harde substraten worden gekenmerkt door een minder soortenrijke gemeenschap dan natuurlijke harde substraten, en worden vaak gedomineerd door enkele soorten (zoals de zeeanemoon *Metridium senile*). Het lokaal ontstaan van een verarmde (in vergelijking met natuurlijke harde substraten), door *Metridium*-gedomineerde gemeenschap kan



aanzien worden als een negatief effect, hoewel harde substraten op de locatie van het eiland momenteel niet voorkomen.

Er wordt verkeerdelijk gesteld dat tijdens de ontmantelingsfase grindbedhabitat zal verdwijnen (MER p.512). De erosiebeschermingslaag kan niet aanzien worden als een grindbedhabitat, wat ook op andere plaatsen correct wordt gesteld (bijvoorbeeld op p.507 en 510 van het MER).

M.b.t. de tijdelijke opslag van sediment in de vier voorgestelde zones moet vermeld worden dat enkel Zone 4 in het MRP opgenomen is als stortplaats voor baggerspecie afkomstig van baggerwerken van vaargeulen en havens. Zeker in zone 1 bestaat de mogelijkheid dat het deponeren en later weer ophalen van sediment een impact heeft op het habitatrictlijngebied Vlaamse Banken (en meer specifiek de grindbedden).

### 15.3.2 Platformenscenario

Voor het platformenscenario worden de effecten correct beschreven en ingeschat. Er wordt vrijwel geen of slechts een gering negatief effect verwacht voor de onderdelen benthos, vis en harde substraten. In sommige gevallen kunnen ook gering positieve effecten verwacht worden.

### 15.3.3 Kabels

Voor de kabeltrajecten worden de effecten correct beschreven, maar niet altijd even accuraat ingeschat. Het effect van kabeltrajecten doorheen grindbedden dient als matig negatief (-) ingeschat te worden (zie eveneens het eerste punt in de inleiding hierboven). Daarnaast wordt het effect van een verhoogde turbiditeit door kabelwerken op zandspiering niet echt ingeschat in het MER, maar ook dit wordt beoordeeld als matig negatief (-).

## 15.4 Grensoverschrijdende en cumulatieve effecten

### 15.4.1 Grensoverschrijdende effecten

Er worden weinig tot geen grensoverschrijdende effecten verwacht, gezien de grote afstand van het project, in alle scenario's, tot de Vlakte van de Raan en tot Natura 2000-gebieden in Frankrijk (Bancs des Flandres) en Nederland (Vlakte van de Raan en de Voordelta). Dit wordt correct beschreven in het MER.

### 15.4.2 Cumulatieve effecten

Eventuele cumulatieve effecten voor de onderdelen macrobenthos, epibenthos, vis en harde substraten worden correct beschreven en ingeschat in het MER. De belangrijkste cumulatieve effecten voor het benthos zijn deze gerelateerd aan een verhoogde turbiditeit en sedimentatie, wat ook optreedt bij zandwinningsactiviteiten, en de cumulatie van EMV-effecten op vis en mogelijk andere soorten bij het operationeel worden van de windparken in de PEZ. Voor harde substraten kan een cumulatief effect verwacht worden na installatie van de windturbines in de PEZ, en dit zowel voor het artificieel rif-effect als voor de toename van niet-inheemse soorten.

## 15.5 Mitigerende maatregelen

Om de impact op de grindbedden te beperken, zowel binnen als buiten habitatrictlijngebied, dienen aantoonbare inspanningen geleverd te worden om het leggen van kabels doorheen, of op minder dan 20 m van grindbedden, te vermijden (zie ook Van den Eynde et al., 2022). Waar kabels toch grindbedden kruisen, dient hetzelfde materiaal als was weggenomen, gebruikt te worden voor de

backfilling. Er dienen verder inspanningen te worden geleverd om stockage van sediment in Zones 2 en 3 (waar mogelijk grind voorkomt) te beperken, en de zones waar grind voorkomt te vermijden. Omdat zone 1 zich dicht bij de grindbedden binnen habitatrichtlijngebied bevindt, is de kans op sedimentatie van de grindbedden door het gebruik van deze zone hoog; deze zone kan daarom niet gebruikt worden als stockageplaats.

Om het optreden van een verhoogde sedimentatie (door baggeren, kabelwerken, etc.) te beperken kan onder meer de installatie van de kabels geoptimaliseerd worden door hergebruik van gebaggerd materiaal voor back-filling van een andere sleuf, zonder tijdelijke stockage. Daarnaast mag binnen het habitatrichtlijngebied Vlaamse Banken enkel gebaggerd te worden met minimale overflow. Er dienen aantoonbare inspanningen geleverd te worden om buiten dat gebied eveneens te baggeren met minimale overflow, of enkel overflow toe te laten tijdens specifieke momenten (bij een getijstroom die niet richting habitatrichtlijngebied loopt) om zo de mogelijke impact van overflow op de kwetsbare habitats te beperken. Ook het gebruik van silt-curtains of geotextiel om fijne deeltjes slib tegen te houden, of het gebruik van technische oplossingen op baggerschepen om de verspreiding van fijn materiaal te reduceren, dienen te worden overwogen (zie hoofdstuk Sedimentologie – bodem).

Om verstoring van de paaigebieden en –periodes van zandspiering te vermijden in het habitatrichtlijngebied, wordt aangeraden om werken die een verstoring van de zeebodem met zich meebrengen te plannen buiten de paaiperiode van zandspiering (midden oktober – midden januari).

In het hoofdstuk Natuur-inclusief ontwerp worden een aantal mogelijke maatregelen voorgesteld die positieve effecten kunnen hebben op de biodiversiteit. Zo zijn een aantal technische maatregelen mogelijk om het ontstaan van een *Metridium*-gedomineerde, relatief arme gemeenschap op de artificiële harde substraten gedeeltelijk te vermijden. Het verhogen van de habitatcomplexiteit kan leiden tot een meer soortenrijke gemeenschap en een complexere structuur van het voedselweb.

## 15.6 Monitoringprogramma

### 15.6.1 Artificiële (harde) substraten

Bij de eilandscenario's kunnen veel meer soorteninteracties verwacht worden, gezien de creatie van een nieuw offshore rotskustecosysteem, ongezien voor de zuidelijke Noordzee. Daarom wordt voor deze scenario's een meer uitgebreide monitoring voorgesteld dan voor het platformscenario.

De monitoring dient jaarlijks te worden uitgevoerd gedurende de eerste 10 jaar, en daarna elke 3 jaar voor de periode van de milieuvergunning.

Het langlopende WinMon.BE monitoringsprogramma (sinds 2008), laat zien dat in de eerste 10 jaar de grootste veranderingen vastgesteld worden op artificiële harde substraten, waarna een dynamische climaxgemeenschap ontstaat die fluctueert over de tijd maar geen grote veranderingen meer ondergaat. Om de mogelijke veranderingen in gemeenschappen door klimaatverandering en nieuw geïntroduceerde niet-inheemse soorten op te volgen, dient de monitoring te worden verdergezet na de eerste 10 jaar (weliswaar aan een lagere intensiteit). De WinMon.BE resultaten (Degraer et al., 2022 voor het laatste rapport) zullen dienen als referentie in de monitoring van de ontwikkeling van de hard-substraatfauna in het eilandscenario.

## Erosiebeschermingslaag

### *Eilandscenario*

Er dient een monitoring te worden uitgevoerd door middel van video (videoframe) en door het nemen van biologische stalen door wetenschappelijke duikers. Gezien de rechthoekige structuur van het eiland en de dominante stromingsrichting dient de monitoring te worden uitgevoerd aan minstens twee zijden van het eiland.

### *Platformenscenario*

Een monitoring zoals voor het eilandscenario wordt voorgesteld, maar gezien de beperkte oppervlakte van de erosiebeschermingslaag is het gebruik van een videoframe niet van toepassing.

## Verticale wanden – subtidaal

### *Eilandscenario*

Het opvolgen van de aangroegemeenschappen op de eilandstructuur zelf dient te gebeuren met wetenschappelijke duikers die schraapstalen nemen en door middel van video-opnames. Dit laatste kan eventueel ook door het aanleveren van video-opnames door de vergunninghouder zelf, indien de resolutie voldoende hoog is. Ook het aantrekken van benthische en bentho-pelagische vis door artificiële structuren (zie MER p.510) dient te worden opgevolgd, bijvoorbeeld aan de hand van video-opnames. Om het effect van het artificieel eiland op de aangroegemeenschappen te kunnen monitoren, dienen ook kleinschalige experimentele installaties (bijvoorbeeld kolonisatieplaatjes) te worden aangebracht op/aan het eiland (caissonstructuur). De vergunninghouder dient deze experimenten te faciliteren. Gezien de rechthoekige structuur van het eiland en de dominante stromingsrichting dienen zowel de monitoring als de experimenten met kolonisatieplaatjes te worden uitgevoerd aan minstens twee zijden van het eiland.

In de haven van het eiland is extra aandacht voor niet-inheemse soorten vereist. De beschutte plaats en het aanmeren van schepen verhoogt de kans op de introductie en vestiging van niet-inheemse soorten. Dit dient in de monitoring opgevolgd te worden.

### *Platformenscenario*

Het opvolgen van de aangroegemeenschappen op de monopiles/jacket funderingen van de platformen dient te worden uitgevoerd met wetenschappelijke duikers die schraapstalen nemen en door middel van video-opnames. Dit laatste kan eventueel ook door het aanleveren van video-opnames door de vergunninghouder zelf, indien de resolutie voldoende hoog is. Ook het aantrekken van benthische en bentho-pelagische vis door de artificiële structuren dient opgevolgd te worden, bijvoorbeeld aan de hand van video-opnames.

## Verticale wanden – intertidaal

### *Eilandscenario*

Het opvolgen van de intertidale gemeenschap dient te gebeuren vanaf een RHIB of vanop het eiland zelf. De vergunninghouder dient deze monitoring te faciliteren (toegang/verblijf op eiland, klimwerk toelaten, etc.).

Om het effect van het artificieel eiland op de intertidale aangroegemeenschappen te kunnen monitoren, dienen ook kleinschalige experimentele installaties (bijvoorbeeld kolonisatieplaatjes) aangebracht te worden op/aan het eiland (caissonstructuur). De vergunninghouder dient deze experimenten te faciliteren.

Gezien de rechthoekige structuur van het eiland en de dominante stromingsrichting dienen zowel de monitoring als de experimenten met kolonisatieplaatjes te worden uitgevoerd aan minstens twee zijden van het eiland.

Extra aandacht voor niet-inheemse soorten is vereist in de haven van het eiland. De beschutte plaats en het aanmeren van schepen verhoogt de kans op introductie en vestiging van niet-inheemse soorten. Dit dient in de monitoring opgevolgd te worden.

#### *Platformenscenario*

Het opvolgen van de intertidale aangroei-gemeenschap dient te gebeuren vanaf een RHIB of vanop het platform zelf. De vergunninghouder dient deze monitoring te faciliteren (toegang tot platform, klimwerk toelaten, etc.).

### 15.6.2 Natuurlijke substraten

Natuurlijk substraten, zowel harde als zachte, dienen volgens een specifiek design gemonitord te worden. Dit kan als een BACI (before-after-control-impact) design of als een before-after gradiënt (BAG) design, waarbij dit laatste de voorkeur krijgt. Deze monitoring dient te worden uitgevoerd in verschillende richtingen ten opzichte van het eiland (minimum 2 richtingen), om zo tot een ruimtelijke resolutie te komen die hoog genoeg is om de effecten van het eiland op de omliggende biotische gemeenschappen adequaat te kunnen beoordelen.

De monitoring voor de duur van de vergunning kan op termijn afgestemd worden met de monitoring voor de nog te ontwikkelen windmolenparken in de PEZ, om zo tot synergieën te komen en zoveel mogelijk leemtes in de kennis op te vullen, maar dit valt buiten deze beoordeling.

#### **Harde substraten: grindbedden**

##### *Eilandscenario*

De grindbedden in het habitatrictlijngebied kunnen tijdens de operationele fase van het eiland blootgesteld worden aan verzanding (hoofdstuk Sedimentologie - bodem). Twee grindbedden (afhankelijk van het gekozen scenario) waarvoor verzanding meest waarschijnlijk is, dienen gemonitord te worden. Een T<sub>0</sub>-monitoring is vereist, daarna een jaarlijkse monitoring gedurende de eerste 10 jaar en ten slotte elke 3 jaar voor de periode van de milieuvergunning. Ook dienen twee referentiegrindbedden meegenomen te worden in de monitoring. Deze kunnen zowel binnen als buiten het habitatrictlijngebied liggen. Zowel voor de geïmpacteerde grindbedden als voor de referentiegrindbedden zullen de locaties geselecteerd worden in overeenstemming met de monitoring voorgesteld in het hoofdstuk Sedimentologie - bodem.

De monitoring van de grindbedden dient te gebeuren met video en het nemen van biologische stalen, idealiter met behulp van een Hamongrab. Afhankelijk van de vorm van het grindbed wordt ofwel een before-after gradiënt design toegepast met drie 'monitoringsboxen', ofwel worden willekeurig drie boxen verspreid over het grindbed. In elke box worden drie grabstalen en één transect met het video-frame genomen.

##### *Platformenscenario*

Voor de platformen zelf wordt geen monitoring van de grindbedden voorgesteld, maar wel voor de kabelroutes van de platformen die zich in het habitatrictlijngebied bevinden. Deze monitoring dient uitgevoerd te worden zoals hierboven beschreven voor de eilandscenario's (twee grindbedden in habitatrictlijngebied, twee referentiegrindbedden), en dit om na te gaan of de grindbedden rond het kabeltraject beïnvloed worden en zich eventueel herstellen.

Tijdens de monitoring dient speciale aandacht uit te gaan naar het mogelijk voorkomen of ontstaan van paaiplaatsen (o.a. voor haring) en kraamgebieden in de grindbedden. Dit gebeurt tijdens de video-monitoring zoals hierboven beschreven.

#### *Kabels*

De kabeltrajecten die grindzones doorkruisen dienen gemonitord te worden voorafgaand aan de constructie ( $T_0$ ), en jaarlijks voor 2 jaar na de constructie om na te gaan of het teruggestorte materiaal gelijkaardig is aan het verwijderde materiaal en om het herstel van de grindbedgemeenschap te monitoren. Zo kan nagegaan worden of aan de voorwaarden werd voldaan. Dit gebeurt door video-monitoring zoals hierboven beschreven.

### **Zachte substraten – macrobenthos**

#### *Eilandscenario*

Het effect van het eiland (veranderd stromingspatroon, gewijzigde sedimentsamenstelling, organische aanrijking door de aangroeiemeenschappen) op het macrobenthos dient gemonitord te worden. Een  $T_0$ -monitoring is vereist, daarna een jaarlijkse monitoring gedurende de eerste 10 jaar en ten slotte elke 3 jaar voor de periode van de milieuvergunning in een BAG-design met twee transecten loodrecht op het eiland. De transecten bevinden zich aan twee verschillende zijden van het eiland om de effecten van zowel erosie als sedimentatie door de aanwezigheid van het eiland te kunnen monitoren. Net zoals bij de monitoring van de grindbedden dienen ook hier de locaties in overeenstemming met de monitoring voor sedimentologie geselecteerd te worden.

De volgende monitoring wordt voorgesteld:

- Verandering in sedimentologische kenmerken, i.e. concentratie organisch materiaal in het sediment, korrelgrootteverdeling, etc. (zie monitoring sedimentologie).
- Karakterisatie van het macrobenthos (infauna) in functie van ruimte en tijd: 10 locaties op beide transecten (samenvallend met monitoring sedimentologie) volgens de periode hierboven beschreven. Indien na 6 jaar geen veranderingen meer worden waargenomen op de punten het verst van het eiland gelegen, dan dienen enkel de dichtste punten nog bemonsterd te worden om het effect van de eventuele organische aanrijking te monitoren.

#### *Platformscenario's*

Voor het platformscenario wordt geen monitoring voorgesteld voor het macrobenthos van de zachte substraten.

### **Zachte substraten – epibenthos en vis**

#### *Eilandscenario's*

Het effect van het eiland (veranderd stromingspatroon, gewijzigde sedimentsamenstelling, organische aanrijking door de aangroeiemeenschappen) op het epibenthos en de visgemeenschappen dient gemonitord te worden in functie van ruimte en tijd. Een  $T_0$ -monitoring is vereist, daarna een jaarlijkse monitoring gedurende de eerste 10 jaar en ten slotte elke 3 jaar voor de periode van de milieuvergunning in een BAG-design met twee transecten loodrecht op het eiland. De transecten bevinden zich aan twee verschillende zijden van het eiland om de effecten van zowel erosie als sedimentatie door de aanwezigheid van het eiland te kunnen monitoren. Speciale aandacht dient uit te gaan naar zandspiering, aangezien het voorkomen van de soort een leemte is in de kennis. Omdat zandspiering niet representatief wordt bemonsterd met boomkorstalen moet hiervoor een aangepaste staalname-methode te worden geselecteerd. Alternatieven voor het bemonsteren van zandspiering zijn bijvoor-

beeld het nemen van grabstalen (Wright et al., 2000) en/of het uitvoeren van een akoestische monitoring (van der Kooij et al., 2008). Karakterisatie van de demersale epi/visfauna in functie van ruimte en tijd kan uitgevoerd worden door het nemen van 10 boomkorstalen op beide transecten volgens de periode hierboven beschreven. Indien na 6 jaar geen veranderingen meer worden waargenomen op de punten het verst van het eiland gelegen, dienen enkel de dichtste punten nog bemonsterd te worden om het effect van de eventuele organische aanrijking te monitoren.

#### *Platformenscenario's*

Voor het platformenscenario wordt geen monitoring voorgesteld voor dit onderdeel.

## 15.7 Besluit

### 15.7.1 Aanvaardbaarheid

De eilandscenario's hebben een grotere milieu-impact op benthos, vis en harde substraten dan het platformenscenario. Deze impact is lokaal negatief voor het natuurlijk voorkomende benthos en voor bepaalde vissoorten, maar kan als positief aanzien worden voor de fauna typisch voor harde substraten. Deze fauna is voor wat betreft het subtidaal grotendeels inheems.

Gezien hun kleinere milieu-impact gaat de voorkeur uit naar het platformenscenario voor de onderdelen macrobenthos, epibenthos, vis en harde substraten. Indien toch voor het eiland wordt gekozen, dan wordt het scenario West 1 verkozen gezien het geringere grondverzet ten opzichte van de andere eilandscenario's.

De eilandscenario's zijn van een type en schaal nooit eerder gezien in de zuidelijke Noordzee, en dit gaat gepaard met verschillende onzekerheden in de milieueffecten. Voor zowel de eilandscenario's als het platformenscenario dienen voorwaarden nageleefd te worden, maar ze zijn, gezien de mogelijk grotere milieu-impact en de grotere onzekerheden, duidelijk uitgebreider voor de eilandscenario's. Er wordt een monitoringsplan voorgesteld dat omwille van dezelfde reden eveneens uitgebreider is voor de eilandscenario's dan voor het platformenscenario. Indien aan de voorwaarden voldaan wordt, kunnen alle scenario's echter als aanvaardbaar worden beschouwd voor de onderdelen macrobenthos, epibenthos, vis en harde substraten.

### 15.7.2 Voorwaarden

De meeste voorwaarden m.b.t. het beperken van de verhoging van turbiditeit en het beperken van de kans op sedimentatie in grindbedden die volgen uit dit hoofdstuk, zijn opgenomen in het hoofdstuk Sedimentologie – bodem. Voor zowel de eilandscenario's als het platformenscenario dient de erosiebescherming te bestaan uit natuurlijke materialen (zie hoofdstuk Schadelijke stoffen in water en sediment en hoofdstuk Afval). De voorwaarden zijn geldig zowel voor de eilandscenario's als voor het platformenscenario.

- 1) Er worden geen kabels aangelegd doorheen grindbedden in het habitatrichtlijngebied.
- 2) In gebieden waar kabels aangelegd worden doorheen zones met dagzomend grind (buiten habitatrichtlijngebied) moet de backfill uitgevoerd worden met gelijkaardig materiaal als het materiaal dat werd weggenomen.
- 3) Waar een erosiebeschermingslaag nodig is voor kabelkruisingen binnen het habitatrichtlijngebied, of op plaatsen waar kabels binnen het habitatrichtlijngebied extra moeten beschermd worden, dient die bescherming te bestaan uit natuurlijke materialen.

### 15.7.3 Aanbevelingen

- 1) Er wordt aanbevolen om verstoring van de zeebodem in het habitatrictlijngebied zoveel mogelijk te plannen buiten de paaiperiode van zandspieren (midden oktober – midden januari).

### 15.7.4 Monitoring

#### *Monitoring eilandscenario*

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM/uitrusting en analyses
Artificieel hard – erosiebescherming	Jaar 1-10, 13, 16, 19	BMM	40 MD/jaar (Totaal: 520 MD)
Artificieel hard – wand subtidaal	Jaar 1-10, 13, 16, 19	BMM	80 MD/jaar (Totaal: 1040 MD)
Artificieel hard – intertidaal	Jaar 1-10, 13, 16, 19	BMM	20 MD/jaar (Totaal: 260 MD)
Grindbedden	Jaar 0-10, 13, 16, 19	BMM	220 MD/jaar (Totaal: 3080 MD)
Macrobenthos	Jaar 0-10, 13, 16, 19	BMM	150 MD/jaar (Totaal: 2100 MD)
Epibenthos/vis	Jaar 0-10, 13, 16, 19	BMM	30 MD/jaar (Totaal: 420 MD)
Subtidale kolonisatieplaatjes	Eenmalig	BMM	100.000€
Intertidale kolonisatieplaatjes	Eenmalig	BMM	50.000€
Labo- en duikmateriaal	Jaarlijks	BMM	5.000€ (Totaal: 65.000€)

#### *Monitoring platformscenario*

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM/uitrusting en analyses
Artificieel hard – erosiebescherming	Jaar 1-10, 13, 16, 19	BMM	20 MD/jaar (Totaal: 260 MD)
Artificieel hard – wand subtidaal	Jaar 1-10, 13, 16, 19	BMM	40 MD/jaar (Totaal: 520 MD)
Artificieel hard – intertidaal	Jaar 1-10, 13, 16, 19	BMM	10 MD/jaar (Totaal: 130 MD)
Labo- en duikmateriaal	Jaar 1-10, 13, 16, 19	BMM	5.000€ (Totaal: 65.000€)

*Monitoring kabels*

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM/uitrusting
Artificieel hard – erosiebescherming	Jaar 1-10, 13, 16, 19	BMM	8 MD/jaar (Totaal: 104 MD)
Grindbedden	Jaar 0-5	BMM	55 MD/jaar (Totaal: 330 MD)
Videoframe	Eenmalig	BMM	200.000€

## 16. Zeezoogdieren

- Tijdens de constructiefase kunnen scheepsbewegingen en installatiewerkzaamheden zorgen voor een tijdelijke en plaatselijke verstoring van zeezoogdieren. Dit geldt voor alle alternatieven.
- Tijdens de operationele fase kan het project zeezoogdieren aantrekken, onder meer door een verhoogd aanbod aan prooien. Gezien de grotere oppervlakte nieuw hard substraat is het mogelijk dat dit effect groter is bij de eilandalternatieven.

### 16.1 Samenvatting

Er zijn diverse mogelijke bronnen voor verstoring van zeezoogdieren, vooral tijdens de constructiefase. Bij eventuele heiwerkzaamheden zijn milderende maatregelen noodzakelijk om verstoring en verwonding van zeezoogdieren te vermijden en te beperken. De verhoging van de turbiditeit tijdens de constructiefase zal het gebied mogelijk tijdelijk en plaatselijk minder geschikt maken voor het foerageren van zeezoogdieren.

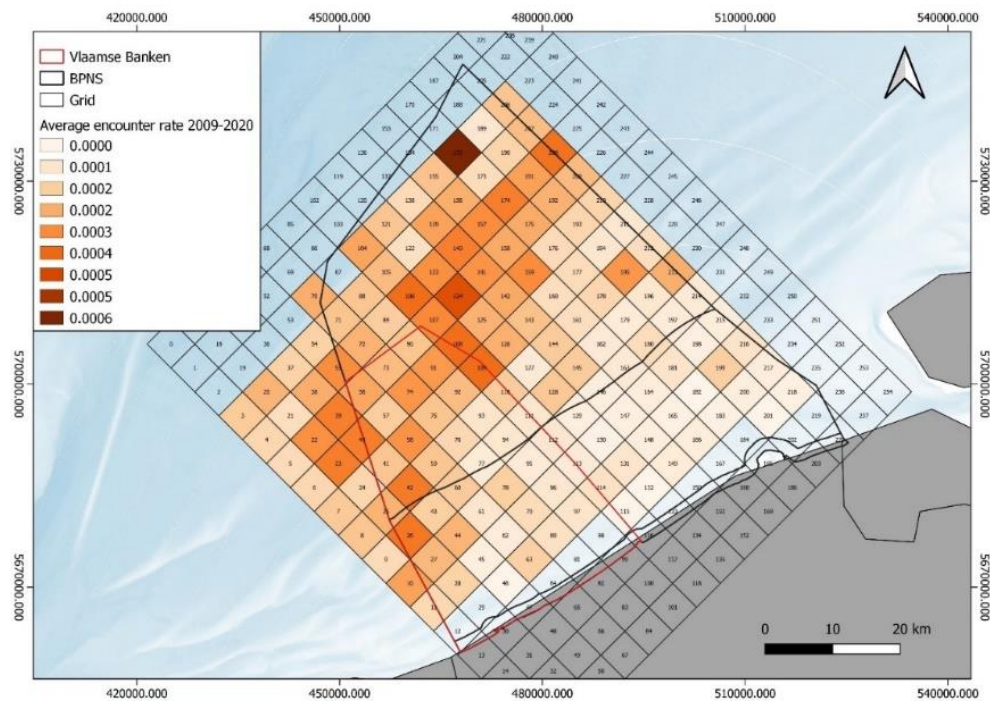
Sommige soorten zeezoogdieren kunnen tijdens de operationele fase, en voornamelijk in het eilandscenario, worden aangetrokken tot het projectgebied door een gewijzigd voedselaanbod en/of rustgelegenheid op de structuren.

### 16.2 Inleiding

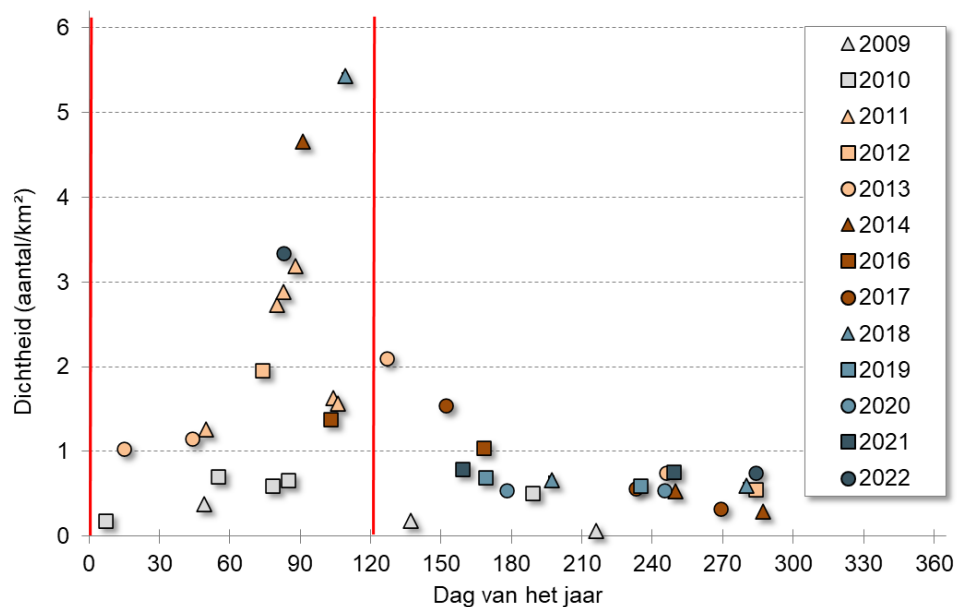
Het MER geeft m.b.t. de zeezoogdieren een volledige beschrijving van de achtergrondsituatie en van mogelijke effecten tijdens de constructie en exploitatie van het MOG2-project, inclusief de kabels. Het baseert zich vooral op voorgaande studies van het KBIN (Haelters et al., 2018; 2019, Rumes & Degraer, 2022a; 2022b).

De zoogdieren die in het BDNZ als inheems worden beschouwd, zijn bruinvis (*Phocoena phocoena*), gewone zeehond (*Phoca vitulina*), grijze zeehond (*Halichoerus grypus*), tuimelaar (*Tursiops truncatus*) en witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*). Sinds 2008 worden gestandaardiseerde luchtsurveys uitgevoerd voor het bepalen van aantallen en verspreiding van zeezoogdieren in Belgische wateren. De resultaten tonen aan dat er relatief hoge aantallen bruinvissen aangetroffen worden in het projectgebied, met frequent zeer hoge dichtheden in het voorjaar (Haelters et al., 2019; 2023; Van Nieuwenhove et al., 2023; Figuur 4; Figuur 5). Zeehonden werden tijdens de luchtsurveys meestal relatief dicht bij de kust aangetroffen (Paoletti et al., 2021; Figuur 6).

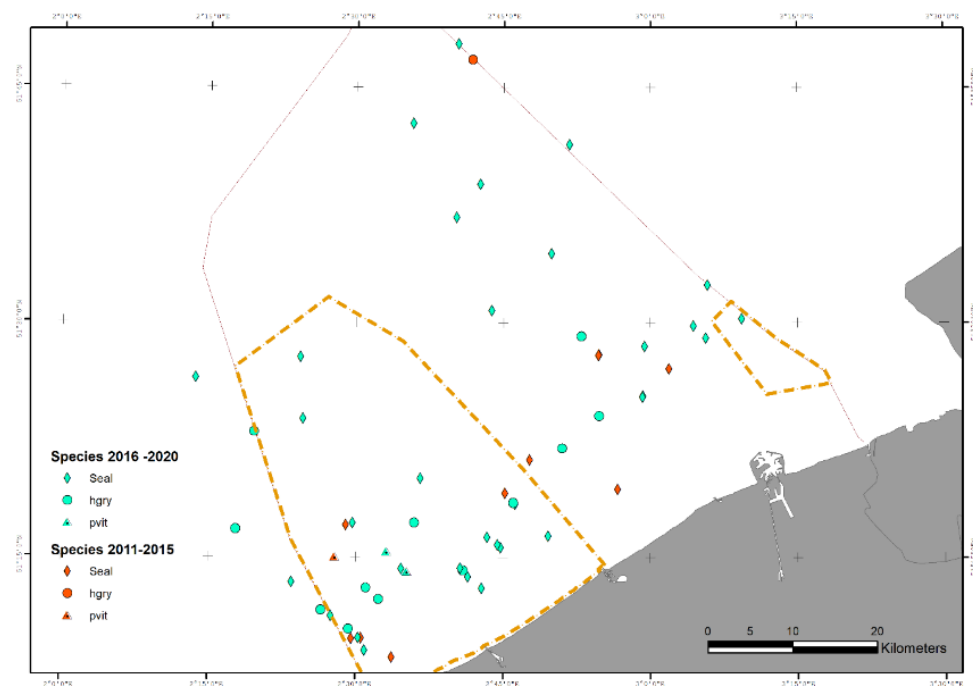




Figuur 4. Overzicht van de gemiddelde ruimtelijke verspreiding van de bruinvis in de Belgische wateren op basis van vliegtuigtellingen uitgevoerd van 2009 tot 2020 (encounter rate: aantal bruinvissen waargenomen per gevlogen km; er waren belangrijke seizoensale en jaarlijkse variaties; data KBIN, niet gepubliceerd)



Figuur 5. Gemiddelde dichtheid aan bruinvissen zoals vastgesteld tijdens luchtsurveys tussen 2009 en april 2022, en aanduiding van de periode januari-mei (aangepast naar Haelters et al., 2023)



Figuur 6. Waarnemingen van zeehonden tijdens luchtsurveys (2011 – 2020; grijze zeehond: cirkel ('hgrj'); gewone zeehond: driehoeken ('pvit') en niet tot op soort gebrachte zeehond: ruit. De gegevens worden gepresenteerd in twee tijdsperiodes, als resultaat van 14 surveys tussen 2011 en 2015 (rode punten) en 12 surveys tussen 2016 en 2020 (blauwe punten; Paoletti et al., 2021).

## 16.3 Mogelijke effecten

### 16.3.1 Verhoging turbiditeit - constructiefase

Voor een beschrijving van de verhoging van turbiditeit in ruimte en tijd onder de verschillende scenario's wordt verwezen naar de het hoofdstuk Sedimentologie. Hier wordt enkel ingegaan op de mogelijke effecten op zeezoogdieren: een afname van de zichtbaarheid, gedragseffecten zoals het vermijden van sedimentpluimen en aantasting van de gezondheid door het vrijkomen van contaminanten uit het sediment in de voedselketen (Rumes & Degraer, 2022b).

Bruinvissen foerageren voornamelijk met behulp van echolocatie en er wordt bijgevolg niet verwacht dat ze erg gevoelig zijn aan veranderingen in turbiditeit. Bovendien komen bruinvissen van nature voor in gebieden met een slechte zichtbaarheid (Todd et al., 2015). Voor bruinvissen lijken vermijdingsreacties bijgevolg eerder te verwachten bij een verhoging van onderwatergeluidsniveaus (zie hieronder).

Voor foeragerende zeehonden is zicht daarentegen wel een belangrijke bron van informatie (Levenson & Schusterman, 1999). Onderzoek wijst uit dat bij zeehonden zelfs geringe verhogingen in turbiditeit leiden tot een dramatisch verlies van gezichtsvermogen (Weiffen et al., 2006). Echter, voor dieren die zich van nature in vrij troebel water bevinden, zoals in het BDNZ, vertaalt zich dat niet noodzakelijk naar een verminderde foerageefficiëntie aangezien ook andere zintuigen ingezet worden (Dehnhardt et al., 2001).

### 16.3.2 Verhoging onderwatergeluid

Rumes & Degraer (2022a) geeft een samenvatting van de effecten van onderwatergeluid op de soorten zeezoogdieren die aanwezig zijn in het BDNZ. In het MER wordt dit aangevuld met een

beschrijving van de mogelijke effecten van het onderwatergeluid dat ontstaat bij de aanleg, exploitatie en ontmanteling van het MOG2, waarbij de volgende activiteiten en geluidsbronnen geïdentificeerd worden: baggeren, verhoogde scheepvaart, heien en onderhouds- en ontmantelingswerken. Het heien zal voornamelijk impulsgeluiden veroorzaken die van (relatief) korte duur zijn en gekenmerkt worden door hoge geluidsniveaus die, afhankelijk van hun frequentie, verstoring en verwonding van zeezoogdieren kunnen veroorzaken (Kastelein et al., 2013; Brandt et al., 2016; Rumes et al., 2017). Ervaring uit de aanleg van de windparken in binnen- en buitenland leert dat er effectieve milderende maatregelen bestaan om deze impact te reduceren (Rose et al., 2019; Rumes & Zupan, 2021). Van de andere activiteiten, baggeren, verhoogde scheepvaart (vele 1000en scheepsbewegingen in een voorheen verkeersarm gebied; MER), en onderhoudswerken, wordt verwacht dat ze zullen bijdragen aan een toename van het continue laagfrequent onderwatergeluid en dat dit zal resulteren in de verstoring van lokaal aanwezige zeezoogdieren (in casu vnl. bruinvis). De baggerwerken met meerdere schepen samen zullen voor een lange periode in dezelfde zone aanhouden (ca. twee jaar), en het onderwatergeluid zal tot kilometers buiten de werkzone beduidend verhoogd worden. Ook de algemene infrastructuurwerken (ca. vier jaar), het heien van damplanken en paalfunderingen, en de belangrijke toename in scheepsbewegingen gedurende de volledige constructieperiode (ca. zes jaar) in een gebied dat nu relatief rustig is, zullen zorgen voor een bijkomende verstoring (MER). De geluidsimpact van een baggervaarttuig zal bovendien groter zijn dan dat van een langsvarend schip omdat het over een langere periode (meerdere dagen tot weken) een continue geluidsbron vormt.

Er kan worden aangenomen dat de directe omgeving van de bagger- en stortwerken tijdens de constructiefase minder geschikt tot ongeschikt wordt voor foeragerende zeezoogdieren en dit voor een ruime periode (in 2024-2026 – aanleg eiland, in 2025-2029 – aanleg kabels). In het MER worden, ondanks het groot aantal bijkomende transporten en de baggerwerkzaamheden, geen langdurige negatieve effecten op de populaties bruinvis en zeehonden verwacht en dit voornamelijk omwille van hun hoge mobiliteit. Aangezien het BDNZ slechts een fractie beslaat van het verspreidingsgebied van de betrokken soorten, treedt deze beoordeling deze stelling bij. Gezien de mogelijk impact worden hieronder een aantal milderende maatregelen geformuleerd en een monitoring voorgesteld (zie ook Passende beoordeling).

### 16.3.3 Elektromagnetische velden (EMV) – operationele fase

Voor mogelijke effecten door EMV op zeezoogdieren wordt verwezen naar het hoofdstuk over EMV.

### 16.3.4 Habitatwijziging en voedselbeschikbaarheid

Tijdens de constructiefase zal de aanleg van het eiland leiden tot een tijdelijk habitatverlies (verhoging onderwatergeluid en turbiditeit, effect op prooi-soorten en waterkwaliteit). Tijdens de operationele fase wordt in het MER aantrekking van zeezoogdieren verwacht ten gevolge van de effecten van het gewijzigd voedselaanbod en mogelijk de (onopzettelijke) creatie van rustgelegenheid voor zeehonden. Gezien de onzekerheid over het kunstmatig rif-effect bij aanleg van het eiland en het effect van het verhogen van scheepsverkeer in een voorheen verkeersarm gebied vormt dit echter een leemte in de kennis. Bij gebruik van gelijkaardige technieken zullen de gevolgen tijdens de ontmantelingsfase vermoedelijk van dezelfde aard zijn als tijdens de constructiefase.

Eventuele aanleg van platformen zal leiden tot een kunstmatig rif vergelijkbaar aan deze in de bestaande windparken (Degraer et al., 2020; Zupan & Rumes, 2023). De effecten hiervan op de beschikbaarheid van prooi en foerageergedrag worden onderzocht in het Winmon.be programma van het KBIN.

## 16.4 Grensoverschrijdende en cumulatieve effecten

### 16.4.1 Grensoverschrijdende effecten

Er wordt niet verwacht dat, mits het strikt toepassen van milderende maatregelen (zie hieronder), grensoverschrijdende effecten zullen optreden.

### 16.4.2 Cumulatieve effecten

Gezien de relatief lange constructiefase, de locatie en de aard van de activiteit worden cumulatieve effecten met andere activiteiten zoals zandwinning, scheepvaart en de opwekking van offshore windenergie verwacht. Deze activiteiten, samen met het huidige project, dragen bij tot een algemene toename van het onderwatergeluid die de zuidelijke Noordzee tot 30 dB luider maken dan andere delen van de Noordzee (zie Jomopans, 2022). Mogelijk zullen zeezoogdieren een tijdelijk hoger geluidsniveau accepteren in een omgeving met een hogere dichtheid aan potentiële prooien, maar een cumulatief verlies aan habitatkwaliteit is reëel. Mede daarom dient, vooral bij het eilandalternatief, nagegaan te worden hoe zeezoogdieren het gebied zullen gebruiken of vermijden tijdens de constructie- en exploitatiefase.

## 16.5 Mitigerende maatregelen

Met betrekking tot zeezoogdieren worden verschillende mitigerende maatregelen beschreven in het MER. Deze worden hieronder overgenomen en waar nodig aangevuld. Ze vinden hun oorsprong in het MER, internationale verplichtingen en aanbevelingen geformuleerd in internationale fora zoals de Europese Unie, ASCOBANS, OSPAR en IWC, en in de resultaten van het onderzoek m.b.t. zeezoogdieren en onderwatergeluid dat tot nu toe uitgevoerd werd in België (Degraer et al., 2013; Haelters et al., 2012; 2015; Rumes et al., 2017; Rumes & Degraer, 2020; Rumes & Zupan, 2021) en in het buitenland (e.g. Brandt et al., 2018; Rose et al., 2019).

Een sperperiode voor heien (januari-april) zorgt ervoor dat minder bruinvissen aan hoge onderwatergeluidsniveaus blootgesteld worden. Er werd vastgesteld dat in deze periode hoge dichtheden aan bruinvissen voorkomen in het BDNZ.

Het gebruik van marine mammal observers is standaard bij werkzaamheden waarbij hoge geluidsniveaus gegenereerd worden, zoals bij seismisch onderzoek (niet voorzien in deze aanvraag). Aangezien de afstand tot waarop zeezoogdieren kunnen worden waargenomen sterk weersafhankelijk is, zal de gecontroleerde afstand variëren tussen de 200 en 500 m vanaf het werkplatform (heioperaties).

Een ramp-up procedure van 10 minuten tijdens het heien moet potentieel toelaten dat zeezoogdieren de zone kunnen verlaten waarbinnen acute fysieke schade kan optreden door het heien (indien ze niet voldoende ver verdreven werden door de akoestische afschrikmiddelen), en vormt een compromis tussen een te korte ramp-up procedure (met nog zeezoogdieren in de buurt) en een langere (waarbij onnodig veel onderwatergeluid in het milieu gebracht wordt). Deze periode, en de maximale energie gebruikt bij de aanvang van het heien, kan aangepast worden aan de hand van nieuwe bevindingen. Voor geluidsmitigatie wordt verwezen naar het hoofdstuk Onderwatergeluid.

## 16.6 Besluit

### 16.6.1 Aanvaardbaarheid

Mits het toepassen van gepaste mitigerende maatregelen worden geen betekenisvolle effecten verwacht op bruinvissen, zeehonden of andere zeezoogdieren bij de aanleg, exploitatie en ontmanteling van het eiland, de platformen en de kabels.

### 16.6.2 Voorwaarden

Voor het zoveel mogelijk vermijden van verstoring en fysieke schade bij zeezoogdieren in Belgische en aanpalende Franse wateren worden bij heiwerkzaamheden een aantal voorwaarden gesteld. Voorwaarden m.b.t. tot het zo veel mogelijk beperken van de verhoging van de turbiditeit worden opgenomen in het hoofdstuk Sedimentologie – bodem.

#### Constructiefase (heien)

- 1) Het heien van funderingspalen (jacketfunderingen, monopiles) of damplanken mag niet plaatsvinden tussen 1 januari en 30 april.
- 2) Er worden akoestische toestellen voor het alarmeren van bruinvissen ingezet vanaf (en niet langer dan) een half uur voor de aanvang van het heien tot de start van het heien, en tijdens korte periodes (< 2 uren) tussen opeenvolgende hei-operaties. Hierbij dient bij voorkeur gekozen te worden voor toestellen die speciaal ontworpen werden voor het alarmeren van bruinvissen zonder daarbij gehoorschade te veroorzaken. De keuze en de locatie van deze toestellen wordt ter goedkeuring aan het bestuur voorgelegd.
- 3) De heioperaties dienen aan te vangen met een ‘ramp-up’ (of ‘soft-start’) procedure, waarbij de energie gebruikt om de paal in de bodem te heien langzaam toeneemt, en het maximale vermogen van het heistoestel slechts bereikt wordt ten vroegste 10 minuten na de eerste heislag. Een beschrijving van de soft-start procedure, met gebruikte energie en periodes, dient aan het bestuur te worden voorgelegd voor goedkeuring.
- 4) Er dient speciaal uitkijk te worden gehouden voor de aanwezigheid van zeezoogdieren door een gekwalificeerd marine mammal observer vanaf een half uur vóór de aanvang tot het einde van het heien. Indien in het half uur vóór de aanvang van de heiwerkzaamheden zeezoogdieren worden waargenomen binnen 500 m vanaf het werkplatform, kunnen de heiwerkzaamheden niet aanvangen. Indien tijdens de heiwerkzaamheden zeezoogdieren worden waargenomen, dienen de heiwerkzaamheden te worden gestaakt. Deze voorwaarde geldt enkel bij periodes met goed zicht.

#### Operationele fase eilandscenario

- 1) Tijdens het project worden alle waarnemingen van zeezoogdieren in het projectgebied door de vergunninghouder aan het bestuur gemeld. Eventueel gebruik van het eiland als rustplek voor zeehonden verdient hierbij bijzondere aandacht.

### 16.6.3 Aanbevelingen

Er wordt voor de aanbevelingen verwezen naar het hoofdstuk Onderwatergeluid.

### 16.6.4 Monitoring

Enkel in de eilandscenario's wordt een monitoring voorzien, zowel om het effect van de tijdelijke verhoging van de turbiditeit op ruimtelijke verspreiding en kwaliteit van het leefgebied van de inheemse zeezoogdieren te bepalen (constructiefase) als om de effecten van het gewijzigd voedselaanbod en rustgelegenheid te bepalen (operationele fase). Er is geen onderscheid in de monitoring tussen de verschillende eilandlocaties.

#### Monitoring constructiefase eiland

Het projectgebied is belangrijk voor bruinvissen (data KBIN) en werd voorheen gekenmerkt door beperkt scheepvaartverkeer (MER). Zoals aangegeven in het MER is er tot op vandaag weinig tot geen informatie beschikbaar over de effecten van baggerwerken op zeezoogdieren. Op basis van de beschikbare informatie kan verwacht worden dat tijdens de aanleg van het eiland de directe omgeving van de projectlocatie door bagger- en stortwerken minder geschikt tot ongeschikt zal worden voor foeragerende zeezoogdieren en dit voor een ruime periode verspreid over drie jaar (2024-2026). Door middel van gerichte luchtsurveys zullen eventuele wijzigingen in de verspreiding van zeezoogdieren tijdens de constructiefase opgevolgd worden. Hierbij zal in het bijzonder rekening moeten gehouden worden met eventuele overlap met andere activiteiten zoals zandwinning, scheepvaart en de aanleg van offshore windparken.

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM/uitrusting
Luchtsurveys (kost vliegtuig incl. MD)	1 referentie, 4 impact, 2 post-impact	BMM	6.000€/survey (Totaal: 42.000€)
Luchtsurveys uitrusting (clinometers)	Eenmalig	BMM	600€
Distributie zeezoogdieren: study design, analyse en evaluatie	2024-2028	BMM	20 MD/jaar (Totaal: 80 MD)

#### Monitoring operationele fase eiland

##### *Effect gewijzigd voedselaanbod*

Er wordt een monitoring uitgevoerd om een beeld te verkrijgen van de aanwezigheid van bruinvissen en hun foeragegedrag (gewijzigd voedselaanbod) in het projectgebied. Voor het bepalen van de lokale ruimtelijke verspreiding van bruinvissen in het projectgebied worden in de periode met de hoogste te verwachten densiteit aan bruinvissen (januari-mei) op drie transecten passieve akoestische monitoring (PAM) toestellen (F-PODs) verankerd door middel van mini-tripodes. Deze verankeringen worden uitgevoerd in de eerste vier jaar na het voltooiën van de constructie van het eiland en dienen drie keer herhaald te worden.

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM/uitrusting
Aanwezigheid/foeragegedrag bruinvissen:	Operationele fase		
- Study design en dataverzameling	jaar 2-4	BMM	35 MD/jaar (Totaal: 105 MD)
- Analyse en evaluaties	Jaar 4		60 MD
Aankoop materiaal: bruinvisdetectoren (6 F-PODs)	Eenmalig	BMM	12.000€
Materieel: verankeringen	Eenmalig	BMM	18.000€

### *Effect aantrekking zeehonden en rustgelegenheid*

Er dient een monitoring te worden uitgevoerd van de aanwezigheid van zeehonden ter hoogte van het project en het eventueel gebruik van het eiland als rustplaatsen. Deze kan gecombineerd worden met inspectie van de aanwezigheid van (broedende) zeevogels (zie hoofdstuk Zeevogels).

## 17. (Zee)vogels en vleermuizen

- Het projectgebied situeert zich voor wat betreft de kabels gedeeltelijk binnen vogelrichtlijngebieden.
- Tijdens de constructiefase kunnen scheepsbewegingen en installatiewerkzaamheden zorgen voor een beperkte verstoring van zeevogels. Deze effecten worden als zeer plaatselijk en tijdelijk, en niet betekenisvol ingeschat.
- Bij het eilandscenario is het mogelijk dat een aantal vogelsoorten tot broeden komen.
- Tijdens de operationele fase kunnen vogels aangetrokken worden door de specifieke verlichting.
- Mogelijk zullen vleermuizen aangetrokken worden door het eiland.

### 17.1 Samenvatting

De effecten op vogels en vleermuizen worden in het MER grondig behandeld. Samengevat kan gesteld worden dat tijdens de constructiefase van het project een beperkte directe verstoring zal voorkomen van zeevogels. Er zal plaatselijk een tijdelijke verhoging van de turbiditeit zijn, met mogelijke effecten voor op zicht jagende zeevogels.

Tijdens de operationele fase zullen de constructies op zee zorgen voor een soortspecifieke respons bij zeevogels. Bij het eilandscenario kan verwacht worden, indien de geschikte ecologische randvoorwaarden aanwezig zijn, dat grondbroedende en klifbroedende soorten zich op termijn ook als broedvogel zullen proberen te vestigen. Ook niet-zeevogels zullen tijdens de trek aangetrokken worden door de constructies op zee en er vooral tijdens slechte weersomstandigheden proberen neer te strijken. Lichtbronnen versterken dit effect en kunnen grote aantallen zangvogels aantrekken.

Er wordt niet verwacht dat de constructie, exploitatie en ontmanteling van een eiland of van platformen betekenisvolle effecten zullen hebben op migrerende vleermuizen.

De effecten van het project op zeevogels, terrestrische vogels en vleermuizen kunnen niet los worden gezien van de toekomstige nabijheid van windturbines, met een bijkomend aanvaringsrisico als gevolg

gezien de locatie in de PEZ. De aantrekking van zeevogels en mogelijke broedgevallen op het eiland vormen in deze context een potentiële ecologische val (zie cumulatieve effecten).

## 17.2 Inleiding

Het BDNZ is van internationaal belang voor een aantal zeevogels. Het doet dienst als overwinteringsgebied, trekgebied of als foerageergebied tijdens het broedseizoen. Er werden daarom in het kader van zowel de Kaderrichtlijn Marien Strategie (KRMS) als Natura 2000 doelstellingen geformuleerd om de aantallen van bepaalde soorten te behouden (Vanermen et al., 2022). Ondanks de beperkte omvang van het BDNZ komen op basis van de Europese Vogelrichtlijn acht soorten zeevogels in aanmerking voor bescherming. Voor vier soorten werden in het kader van de Vogelrichtlijn Speciale Beschermingszones op zee afgebakend. Het gaat om soorten die voornamelijk dicht bij de kust voorkomen: grote stern (*Thalasseus sandvicensis*), visdief (*Sterna hirundo*), fuut (*Podiceps cristatus*) en dwergmeeuw (*Hydrocoloeus minutus*). In het kader van de KRMS werden als doelstelling per soort referentie-aantallen vastgelegd. Die aantallen werden berekend op basis van de gemiddelde aantallen vastgesteld in de periode 1993-2009, binnen een bepaald deel van het BDNZ (de zone waarbinnen zich minstens 70% van de aantallen bevindt) in het seizoen met de hoogste dichtheden. Er werden drie zones gedefiniëerd, waarbij zone 3 zich op de grootste afstand van de kust bevindt.

Er is een duidelijk seizoenaal verschil in het voorkomen van soorten. In de winter zijn futen, duikers, alkachtigen en zwarte zee-eend (*Melanitta nigra*) typerend, in de zomer zijn sternen, jagers en mantelmeeuwen dominante soorten (Stienen & Kuijken, 2003). Tijdens de wintermaanden komt het grootste aantal zeevogels voor (Vanermen & Stienen, 2009).

Naast typische zeevogels komen ook niet-zeevogels, zoals zangvogels, voor binnen het BDNZ. Er wordt geschat dat tussen de vijftientig miljoen (Lensink et al., 2002) en vele honderden miljoenen vogels (Hüppop et al. 2006) tweemaal per jaar door de zuidelijke Noordzee trekken.

Het MOG2-project wordt voor een groot gedeelte (platformen of eiland) relatief ver uit de kust in de offshore zone 3 uitgevoerd. De soorten waarvoor deze zone het belangrijkste is (binnen het BDNZ) zijn Jan-van-Gent (*Morus bassanus*), stormmeeuw (*Larus canus*), grote mantelmeeuw (*Larus marinus*), drieteenmeeuw (*Rissa tridactyla*), zeekoet (*Uria aalge*) en alk (*Alca torda*). Hoewel op basis van de biologische waarderingskaart voor zeevogels kan worden afgeleid dat in het algemeen de kustzone van groter belang is voor zeevogels dan de offshore gelegen gebieden, heeft ook de Noordhinderbank, waar de verschillende eilandlocaties gelegen zijn, eveneens een hoge waarde voor vogels. Voor de drie zuidelijke platformlocaties wordt een zeer lage waarde voor vogels ingeschat (Deros et al., 2007).

Jan-van-Gent bereikt op het BDNZ haar hoogste aantallen in het najaar, met naar schatting 3.700 individuen. De stormmeeuw, grote mantelmeeuw en drieteenmeeuw en alkachtigen zijn voornamelijk wintergasten, en hun cumulatieve winteraantallen op het BDNZ bedragen respectievelijk 19.600 en 11.800 vogels. Hoewel de drie sternensoorten alle op zee foerageren tijdens het broedseizoen en over zee trekken in voor- en najaar, wordt enkel grote stern soms verder uit de kust waargenomen en wordt alleen deze sternensoort verder in acht genomen voor het bepalen van de effecten van het eiland en de platformen (Vanermen et al. 2022).

Het MER beschrijft de referentiesituatie m.b.t. vogels grondig en volledig. In kader van voorliggend project werd door INBO een literatuurstudie opgeleverd voor de evaluatie van de potentiële effecten van de bouw, exploitatie en ontmanteling van een offshore eiland op vogels (Vanermen et al., 2022). De resultaten van deze studie zijn integraal geïntegreerd in de effectenbespreking in het MER.

Het voorkomen van vleermuizen boven zee wordt in het MER correct beschreven. In de nabijheid van



de kust kunnen foeragerende vleermuizen voorkomen, maar verder op zee gaat het over migrerende vleermuizen (Ahlèn et al., 2009). Tijdens de seizoensale migratie kunnen vleermuizen tot ver van de kust voorkomen (Rodrigues et al., 2014). Dit is ook het geval in de zuidelijke noordzee waar vleermuizen de laatste jaren regelmatig zijn geregistreerd met akoestische recorders (e.g. Boshamer & Bekker, 2008; Leopold et al., 2014; Brabant et al., 2021). De ruige dwergvleermuis (*Pipistrellus nathusii*) is de soort die het vaakst wordt gedetecteerd, maar ook rosse vleermuis (*Nyctalus noctula*), tweekleurige vleermuis (*Vespertilio murinus*) en bosvleermuis (*Nyctalus leisleri*) werden al geregistreerd (e.g. Lagerveld et al., 2014; Brabant et al., 2021). Het voorkomen is over het algemeen beperkt tot periodes met rustige weersomstandigheden (Brabant et al., 2021). Alle vleermuissoorten die voorkomen in Europa zijn strikt beschermd onder bijlage IV van de Habitatrictlijn.

## 17.3 Effecten

### 17.3.1 Effecten op (Zee)vogels

#### Constructiefase

##### *Eiland (locatie West 1 en alternatieven West 2 en Noord) en kabels*

Zoals beschreven in het MER §5.5.3.4.1 worden bij de constructie van een eiland verschillende effecten op vogels verwacht. De verhoogde activiteit op de projectlocatie tijdens de werkzaamheden zal voor een verstoring zorgen van bepaalde soorten zeevogels. In de offshore gelegen zone 3 komen relatief weinig zeevogels voor die sterk gevoelig zijn voor verstoring door scheepvaart, omgevingsgeluiden of andere menselijke activiteiten. Sterk verstoringgevoelige soorten zoals zwarte zee-eend en roodkeelduiker (*Gavia stellata*) zijn eerder kustgebonden. Er worden bijgevolg geen sterk verstoring effecten verwacht tijdens de constructiefase op de verschillende eilandlocaties.

Het aantal scheepsbewegingen tijdens de constructiefase van en naar de site is nagenoeg identiek voor de verschillende eilandlocaties. Deze scheepsbewegingen zorgen voor een bijkomende verstoring van de aanwezige zeevogels, bovenop het bestaande scheepvaartverkeer, langsheen het volledige traject. Scheepsbewegingen zorgen voor verstoring van verstoringgevoelige, kustgebonden soorten zoals roodkeelduiker en zwarte zee-eend. Furness et al. (2013) geven deze soorten de hoogst mogelijke score voor wat betreft verstoringgevoeligheid voor schepen (i.e. 5). Voor fuut is die score 3. De afstand waarbij zeevogels opvliegen als respons op een schip hangt af van de soort en van de grootte van de groep (Cook & Burton, 2010). Deze afstand kan voor duikers oplopen tot 3 à 5 km.

Anderzijds zullen andere soorten eerder aangetrokken worden tot de constructiewerken, hoewel dit effect door de hoge intensiteit van activiteiten op en rond de site allicht beperkt zal zijn (Vanermen et al., 2022). Zangvogels zullen mogelijk worden aangetrokken door de verlichting op de aanwezige schepen en structuren, afhankelijk van de mate en wijze van verlichting tijdens de constructiefase. Migrerende ganzen, eenden en steltlopers zullen echter in mindere mate of helemaal niet worden aangetrokken tot het eiland tijdens de constructie (Vanermen et al., 2022).

De werken op de plaats van de aanleg van het eiland zullen zorgen voor een verhoging van de turbiditeit, wat een effect zou kunnen hebben op op het zicht jagende soorten (e.g. alkachtigen, grote stern). Gezien het tijdelijke en lokale karakter is dit effect slechts gering negatief.

Waar bij de aanleg van kabels turbiditeitspluimen gegenereerd worden, is het potentieel verlies aan foerageergebied groter. Bij de aanleg van de kabels zal sediment worden gestockeerd op tijdelijke stockageplaatsen. Op deze locaties wordt eveneens een veel grotere turbiditeitspluim gegenereerd,

mogelijk voor langere tijd, en op deze plaatsen is het potentiële verlies aan foerageergebied dus groter.

Tijdens de constructiefase van het eiland zal er een beperkte verstoring optreden van zeevogels door de extra scheepsbewegingen en installatiewerkzaamheden. Gezien de beperkte tijdsduur van de bouwfase en de beperkte ruimtelijke omvang, wordt niet verwacht dat dit effect betekenisvol zal zijn. Er wordt verwacht dat de effecten tijdens de constructiefase niet verschillen voor de drie locatie alternatieven voor het eiland (i.e. West 1, West 2 en Noord).

De kabels naar de aanlandingszone Blankenberge-Zeebrugge doorkruisen vogelrichtlijngebied SBZ-V3 ter hoogte van de aanlandingszone, terwijl alle aanlandingsalternatieven overlappen met de noordelijke rand van SBZ-V2. Voor de effecten op Natura 2000-soorten en vogelrichtlijngebieden SBZ-2 en SBZ-3 wordt verwezen naar de passende beoordeling.

#### *Platformen en kabels*

Bij de constructie van vier platformen i.p.v. een eiland zullen de verwachte effecten op vogels grotendeels gelijkaardig zijn als bij de bouw van het eiland. Het gaat hier dan wel over vier locaties, maar de werkzaamheden zullen beperkter zijn in tijd en ruimte.

Bij de constructie van de platformen wordt verwacht dat veel grotere palen geheid moeten worden dan bij het eilandalternatief, met mogelijk een beperkt aantal kleinere te heien palen. Het heien van grote palen gaat gepaard met een erg hoge geluidsdruk in de waterkolom. Bij het heien van de funderingen voor windturbines bij de aanleg van een windpark op acht zeemijl ten noordwesten van IJmuiden (Nederland) werden echter geen negatieve effecten vastgesteld op duikende vogels die het meest kwetsbaar lijken voor onderwatergeluid (Leopold & Camphuysen, 2007). Mits het naleven van een aantal voorwaarden (zie hoofdstuk Onderwatergeluid) zullen de effecten beperkt blijven tot een tijdelijke en zeer lokale verstoring van vogels.

Gezien het leggen van de kabels grotendeels gelijkloopt met die bij het eilandalternatief (met uitzondering van een aantal kabels in het verst offshore gelegen gebied), zullen de effecten gelijkaardig zijn als bij het eilandalternatief.

### **Exploitatiefase**

#### *Eiland*

Het ontwikkelen van een kunstmatig eiland op dergelijke afstand van de kust is voorlopig uniek in de zuidelijke Noordzee, maar er kan van uitgegaan worden dat de effecten grotendeels gelijkaardig zullen zijn aan die van offshore platformen. Het is bekend dat platformen op zee voor een aantrekking van zeevogels zorgen (Vanermen et al., 2022; MER §5.5.3.4.1), vooral omwille van de rustplaats die deze constructies bieden. In het MER worden diverse studies aangehaald die de aantrekking van zeevogels gedeeltelijk verklaren (MER p.477). Vogels worden mogelijk aangetrokken door structuren in zee door een combinatie van een verhoogd voedselaanbod (gewijzigde hydrodynamica) en verlichting. Of dit voor een eiland ook het geval zal zijn zal moeten blijken uit de post-constructie monitoring.

In Europese offshore windparken werden significante aantrekkingseffecten waargenomen voor aalscholver *Phalacrocorax carbo*, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, grote mantelmeeuw, drieteenmeeuw en grote stern. Dit effect was het meest consistent in geval van aalscholvers en grote mantelmeeuwen (Vanermen & Stienen, 2019). Ongetwijfeld zullen deze soorten ook worden aangetrokken naar een offshore energie-eiland. Voor soorten die gevoelig zijn voor aantrekking tot offshore constructies, zoals grote meeuwen en aalscholvers (Vanermen et al., 2019), kunnen de constructies als 'stepping stone' fungeren en zo tot een uitbreiding van het natuurlijke verspreidingsgebied leiden.

Indien de geschikte ecologische randvoorwaarden aanwezig zijn op het eiland, dan valt te verwachten dat grondbroedende soorten zoals meeuwen en stern en zich op termijn ook als broedvogel zullen proberen te vestigen. Dit zal mogelijk ook het geval zijn voor klifbroedende soorten, zoals drieteenmeeuw, indien geschikte structuren voor nesten beschikbaar zijn.

De aantrekking van zeevogels en mogelijke broedgevallen vormen in deze context een potentiële ecologische val, gezien het eiland in een toekomstige zone met offshore windturbines ligt. Wanneer de aantrekkende werking van het eiland groter blijkt dan de afstotende werking van de turbines (en er dus een 'netto' aantrekking is) heeft dat een verhoogd aanvaringsrisico tot gevolg (Vanermen et al., 2022). Dit wordt verder besproken bij de cumulatieve effecten.

Andere soorten zeevogels zoals Jan-van-Gent, zeekoet en alk, zijn gevoelig voor verstoring door windparken. Deze soorten hebben hun hoogste densiteiten in de offshore zone 3 en zullen mogelijk ook geneigd zijn om de omgeving van een energie-eiland te mijden - al valt het niet uit te sluiten dat ook deze soorten aantrekking zouden vertonen, zoals eerder vastgesteld bij offshore platformen op het Friese Front (Vanermen et al., 2022). Deze soortspecifieke respons op het eiland is op dit moment niet te voorspellen en zal moeten blijken uit de milieumonitoring.

De vergunninghouder plant de installatie van een *Bird Deterrent System* op het eiland om overlast van vogels op de functionele en kritische delen van de infrastructuur te verhinderen (in het bijzonder overmatige ophoping van uitwerpselen), met als doel om vogels te verdrijven door middel van geluid, laser, ... (MER p.74, p.482). Lasers hebben mogelijk potentieel als bird deterrent. Zo vonden Gilsdorf et al. (2002) dat de aantallen rustende aalscholvers met 90% verminderde na het belagen met lasers tijdens één tot drie avonden. Bij het installeren van een afweersysteem zal, volgens het MER, gestreefd worden om het zo accuraat mogelijk af te stemmen, i.e. zodanig dat de verstoring beperkt blijft tot wat noodzakelijk is voor de bescherming van de infrastructuur. Dat laatste is voorlopig een erg vage beschrijving en is op de projectlocatie niet evident zonder een grote impact te hebben op de in de buurt rustende (en eventueel broedende) vogels. Deze bezorgdheid werd ook geuit in de ontvangen opmerkingen (zie Antwoorden op de bezwaren en opmerkingen). De technologie, plaatsing en toepassing van het bird deterrent systeem moet dan ook vooraf door het bestuur worden goedgekeurd.

Ook niet-zeevogels worden tijdens de trek aangetrokken door constructies op zee en vooral tijdens slechte weersomstandigheden kunnen ze er proberen neer te strijken (zogenaamde '*falls*'; Hüppop et al., 2006). Tijdens bewolkte, regenachtige en/of mistige nachten verzamelen vogels zich rond olie- en gasplatformen, om er vervolgens soms tot dageraad rondjes te vliegen ('*circling events*'). Hiermee wordt uiteraard kostbare tijd en energie verspild wat tot uitputting kan leiden. Het leidt bovendien potentieel tot aanzienlijke aantallen aanvaringslachtoffers (Russel et al., 2005). Hüppop et al. (2016) besluiten dat vooral lijsterachtigen gevoelig zijn voor aantrekking door constructies op zee.

Verlichting op constructies versterkt dit effect en zo kunnen op zee grote aantallen zangvogels aangetrokken worden (Hüppop et al., 2006). Volgens verschillende studies (Evans et al., 2007) blijkt verlichting de voornaamste oorzaak van aantrekking te zijn en zijn vogels vooral aangetrokken tot rode verlichting. Volgens een meer recente studie van Rebke et al. (2019) is dit minder eenduidig en is de mate van aantrekking tot een bepaalde kleur licht ook afhankelijk van de weersomstandigheden. Rebke et al. (2019) stelden beduidend minder aantrekking vast door knipperende verlichting en in geval van continu licht kwam rood er als beste kleur uit, in vergelijking met witte, gele, blauwe en groene lampen. Deze auteurs raden aan om de verlichting van offshore structuren te beperken tot een minimum en indien verlichting nodig is, knipperlichten te verkiezen boven continu licht. Rebke et al. (2019) stellen dat, indien continu licht vereist is, dan bij voorkeur rode verlichting gebruikt wordt.

### Platformen

Zeevogels zullen mogelijk aangetrokken worden door de platformen door de rustgelegenheid en bijkomende foerageermogelijkheden. Die effecten zullen waarschijnlijk kleiner zijn dan bij het eiland-alternatief, gezien de footprint van de platformen een stuk kleiner is. De kans op broedgelegenheid op de platformen is eerder gering in vergelijking met het eiland, al kan dit niet uitgesloten worden. Er zijn voorbeelden van broedende zeevogels op offshore platformen.

Er zullen bird deterrent systemen ingezet worden om te vermijden dat de kritische infrastructuur aangetast wordt door vogeluitwerpselen. Hier geldt ook dat het op dit moment niet duidelijk is welke technologie (e.g. laser) hiervoor zal gebruikt worden en hoe dit zal worden toegepast zonder een grote impact te hebben op de in de buurt rustende vogels. Dit is ook een bezorgdheid die werd geuit in de ontvangen opmerkingen (zie Antwoorden op de bezwaren en opmerkingen). De technologie, plaatsing en toepassing van het bird deterrent systeem moet dan ook vooraf door het bestuur worden goedgekeurd.

De aantrekking van vogels tot platformen is gelijkaardig aan die tot een eiland, en er wordt hiervoor verwezen naar de bovenstaande informatie hierover.

### Ontmantelingsfase

Er wordt verwacht dat de effecten bij de ontmanteling van de constructies (eiland of platformen) gelijkaardig zullen zijn aan deze tijdens de constructiefase. Er zal bij de ontmanteling wel rekening moeten gehouden worden met eventueel broedende zeevogels. Bij ontmanteling zal zoveel mogelijk rekening moeten gehouden worden met broedende vogels.

#### 17.3.2 Effecten op vleermuizen

Zoals vermeld in de inleiding kunnen migrerende vleermuizen de Noordzee oversteken tijdens de voor- en najaarsmigratie en ze kunnen hierbij de projectlocaties passeren. De constructies (eiland of platformen) kunnen mogelijk zorgen voor een beperkte aantrekking voor migrerende vleermuizen aangezien ze als rustplaats kunnen dienst doen. Zo worden rustende vleermuizen regelmatig waargenomen in windparken op zee (persoonlijke mededelingen van technici van windparken).

Voigt et al. (2018) toonden ook aan dat *P. nathusii*, de soort die het vaakst wordt waargenomen op zee, wordt aangetrokken tot rode verlichting, en dat dit niet het geval is bij warm wit licht. Afhankelijk van de gekozen verlichting op de constructies zal er dus mogelijk een bijkomend aantrekkend effect zijn op *P. nathusii*. Deze aantrekkings-effecten zijn waarschijnlijk weinig betekenisvol voor wat betreft het eiland of de platformen.

Er wordt niet verwacht dat de constructie, exploitatie en ontmanteling van een eiland op zee of platformen betekenisvolle effecten zal hebben op migrerende vleermuizen.

### 17.4 Mitigerende maatregelen

De timing van de constructiefase kan ertoe bijdragen om de verstoring van de verschillende soorten zeevogels te mitigeren. Om de verstoring van van de meest verstoringgevoelige soorten te beperken (bvb. roodkeelduiker, zwarte zee-eend, fuut) kunnen de werkzaamheden in de kustzone best vermeden worden tijdens de winter. Dit is ook zo aangegeven in het MER (p.484): '*In de periode december tot maart, wanneer de dichtheden van roodkeelduikers en zwarte zee-eenden het hoogst zijn, worden werken in de kustzone, en in het bijzonder ter hoogte van de Oostende- en Middelerkebank en voor de kust van Bredene best zo veel mogelijk vermeden*'. In dit kader is het nuttig om te verwijzen naar

het KB van 2001 betreffende de soortenbescherming in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België dat stelt dat verstoring van exemplaren of groepen van de verschillende soorten zee-eenden, futen, duikers en eidereenden in het winterhalfjaar (1 november tot 30 april) in het bijzonder dient te worden vermeden

Zoals aangehaald in het MER (p.116) moeten bij het ontwerp van de verlichting op de constructies op zee, de OSPAR richtlijnen gevolgd worden om de verstoring van vogels en vleermuizen te beperken<sup>16</sup>. Deze richtlijnen adviseren om de verlichting op constructies op zee te beperken tot wat strikt noodzakelijk is ten behoeve van luchtvaart- en scheepvaartveiligheid. Elke andere verlichting moet worden beperkt en/of worden uitgeschakeld wanneer de constructies niet bemand zijn. Indien mogelijk worden knipperlichten verkozen boven continue licht voor wat betreft de mogelijke effecten op vogels. Indien continu licht vereist is, dan wordt best rode verlichting toegepast.

## 17.5 Grensoverschrijdende en cumulatieve effecten

### 17.5.1 Grensoverschrijdende effecten

Migrerende zeevogels en terrestrische vogels kunnen tijdens de migratie tussen hun broedgebied en overwinteringsgebied hinder ondervinden van voorliggend project. Dit betekent dat vogelpopulaties uit andere landen beïnvloed kunnen worden. Het is dus van belang om de effecten van het project te minimaliseren door de toepassing van mitigerende maatregelen, aanbevelingen en voorwaarden.

### 17.5.2 Cumulatieve effecten

De effecten van voorliggend project op zeevogels, terrestrische vogels en vleermuizen kunnen niet los worden gezien van de (toekomstige) nabijheid van windturbines, met een bijkomend aanvaringsrisico.

#### Eiland

De aantrekking van zeevogels en mogelijke broedgevallen op het eiland vormen in deze context een potentiële ecologische val. Wanneer de aantrekkende werking van een eiland groter blijkt dan de afstotende werking van de turbines (en er dus een 'netto' aantrekking is) heeft dat een verhoogd aanvaringsrisico tot gevolg.

Voor trekkende zangvogels kan een eiland midden op zee een welkome rustplaats zijn, die het verschil kan betekenen tussen dood door uitputting en overleven. Hoewel dit positief effect nooit werd gekwantificeerd, is het onwaarschijnlijk dat dit de verhoogde mortaliteit door aanvaringen kan compenseren (Vanermen et al., 2022), en bovendien zal op het eiland mogelijk geen of heel beperkte mogelijkheid bestaan om bijkomend voedsel in te nemen voor het verder zetten van de trek.

In windparken op land komen vleermuizen in aanzienlijke aantallen in aanvaring met turbines. Zo schat Voigt et al. (2012) het aantal aanvaringslachtoffers op land in Duitsland op 200.000 vleermuizen per jaar. Het jaarlijkse aantal aanvaringen in Europa en Noord-Amerika wordt geschat op gemiddeld 2,9 vleermuizen per jaar per turbine, maar met een hoge variatie (0 – 70 aanvaringslachtoffers; Rydell et al., 2012). Aangezien een licht verhoogde mortaliteit kan leiden tot een negatieve trend op populatieniveau bij vleermuizen, is dit aspect van groot belang (Kunz et al., 2007; Rydell et al., 2010; Voigt et al., 2012). Het aanvaringsrisico van vleermuizen met windturbines op zee is voorlopig een leemte in de kennis (Arnett et al., 2016). Leopold et al. (2014) gaan voor offshore windmolenparken

---

<sup>16</sup> Guidelines to reduce the impact of offshore installations lighting on birds in the OSPAR maritime area (OSPAR Agreement 2015-08) (source: OIC 15/15/1, Annex 5)

uit van een worst case scenario van één aanvaring per turbine per jaar. Op basis van het aantal waarnemingen op zee, zullen dit voornamelijk ruige dwergvleermuizen zijn.

Een inplanting van het eiland aan de uiterste periferie van het concessiegebied, met een ruime structuurvrije zone rondom, wat vrij aan- en afvliegen mogelijk kan maken, heeft daarom de voorkeur. Daarom zou, voor wat betreft vogels, de eilandlocatie Noord te verkiezen zijn boven de locaties West 1 en West 2, die midden in de toekomstige windmolenparken zullen liggen.

### Platformen

Net als voor het eiland zullen de aantrekkende werking van de platformen mogelijk voor een grotere aanvaringskans zorgen. De inplanting van de platformen in de periferie van de PEZ zou voor wat betreft vogels wenselijk zijn, in combinatie met voldoende structuurvrije zone rondom de platformen.

## 17.6 Monitoringprogramma

Hieronder wordt een beschrijving gegeven van het algemene programma – waar dit niet gespecificeerd is, is het geldig voor zowel het platformen- als eilandalternatief. Voor het platformen- en eilandalternatief worden aparte monitoringprogramma's voorgesteld in tabellen.

### 17.6.1 Zeevogels

Inzicht in de effecten van aantrekking en afstoting van zeevogels kan bekomen worden via een uitgebreide post-construictie monitoring.

- 1) Om verplaatsingseffecten (aantrekking of afstoting) te bestuderen zullen zeevogeltellingen vanop een schip worden uitgevoerd volgens een gestandaardiseerd protocol (Tasker et al., 1984). Deze monitoring dient indien mogelijke geïntegreerd te worden met andere monitoringactiviteiten in het gebied. Er zijn momenteel ontwikkelingen in het uitvoeren van lucht-surveys van zeevogels, waarbij de identificatie automatisch gebeurt. Indien de technologie op punt staat op het moment van de start van de monitoring, dan kunnen de scheepstellingen mogelijk vervangen worden door vliegtuigtellingen.
- 2) Er dient een monitoring te worden uitgevoerd naar het gebruik van de structuren als rusten/of broedplaats (eilandalternatief). De aard en de methodiek van deze monitoring hangt af van de inrichting van het eiland, en deze kan bijgevolg pas later gedefinieerd worden. De monitoring kan mogelijk uitgevoerd of aangevuld worden met behulp van camera- of dronebeelden, waarbij ook informatie over zeezoogdieren kan verzameld worden.
- 3) Het habitatgebruik van rustende en/of broedende zeevogels zal bestudeerd worden met behulp van GPS tags. De tags loggen de positie van de individuele vogels en bepaalde gedragingen (e.g. foerageren). Doelsoorten voor dit onderdeel van de monitoring zijn grote meeuwen (*Larus sp.*) en grote stern.

### 17.6.2 Vleermuizen

- 1) Het voorkomen en gedrag van vleermuizen zal worden onderzocht met behulp van akoestische detector(en), zowel bij het eiland- als op platformenalternatief. De ultrasone geluiden van vleermuizen worden geregistreerd wanneer ze zich in de nabijheid van de detectoren bevinden. Deze gegevens geven inzicht in de soorten vleermuizen die aanwezig zijn in het gebied, in hun activiteit en gedrag.

- 2) Om meer inzicht te krijgen in de migratie van ruige dwergvleermuis over zee kan gewerkt worden met radiotelemetrie. Hierbij worden individuen getagd met een radiotag (buiten de voorgestelde monitoring). Wanneer ze in de nabijheid van een ontvangststation passeren, worden hun gegevens gelogd. Deze techniek wordt vaak gebruikt bij onderzoek van zangvogels en vleermuizen, aangezien die soorten te klein zijn om uit te rusten met GPS-tags. Alle ontvangststations vormen een netwerk (<https://motus.org/>) en data worden gedeeld. Door het detecteren van getagde ruige dwergvleermuizen kan ingeschat worden welke proportie van de populatie over zee trekt. Er bevinden zich ondertussen ook ontvangststations langs de Belgische kust en op het OHVS van het Belwind windpark. Het eiland of één van de platformen dient voorzien te zijn van een plaats om een ontvangststation te installeren. Dit kan op een meteomast of het dak van één de installaties zijn. Hiervoor is stroom en een netwerk-aansluiting noodzakelijk.
- 3) Het eiland of één van de platformen dient de mogelijkheid te bieden om er in de toekomst een vogelradarsysteem te kunnen installeren. De kost van de aankoop van een vogelradar is niet voorzien in het monitoringprogramma van voorliggend project.

## 17.7 Besluit

### 17.7.1 Aanvaardbaarheid

Het project, in de verschillende voorgestelde alternatieven, is aanvaardbaar voor wat betreft de verwachte effecten op zeevogels, migrerende vogels en vleermuizen, mits naleving van de voorwaarden en het uitvoeren van het monitoringprogramma. Er worden tevens een aantal aanbevelingen geformuleerd.

Gezien de te verwachten cumulatieve effecten met de toekomstige windmolenparken in de PEZ wordt voor wat betreft de mogelijke effecten op vogels bij het eilandalternatief de voorkeur gegeven aan een eiland in locatie Noord, aangezien deze in de periferie ligt van de PEZ.

### 17.7.2 Voorwaarden

#### Voorwaarden eiland

- 1) De technologie, plaatsing en toepassing van het bird deterrent systeem moet vooraf goedgekeurd worden door het bestuur. Indien uit de monitoring blijkt dat maatregelen niet afdoende zijn, dan moet het systeem aangepast worden.
- 2) Er wordt een verlichtingsplan opgesteld met tot doel de potentiële aantrekking van vogels en vleermuizen zo laag mogelijk te houden.
- 3) Op het eiland moet de mogelijkheid geboden worden om er in de toekomst een vogelradarsysteem te kunnen installeren.
- 4) Verstoring van broedende vogels op een deel van het eiland dat (nog) niet gebruikt wordt, moet vermeden worden.
- 5) Er wordt bij de planning van de ontmanteling zoveel mogelijk rekening gehouden met de eventuele aanwezigheid van broedende vogels.

### Voorwaarden platformen

- 1) De technologie, plaatsing en toepassing van het bird deterrent systeem moet vooraf goed-gekeurd worden door het bestuur. Indien uit de monitoring blijkt dat maatregelen niet afdoende zijn, dan moet het systeem aangepast worden.
- 2) Er wordt een verlichtingsplan opgesteld met tot doel de potentiële aantrekking van vogels en vleermuizen zo laag mogelijk te houden.
- 3) Op één van de platformen moet de mogelijkheid geboden worden om er in de toekomst een vogelradarsysteem te kunnen installeren.

### 17.7.3 Aanbevelingen

- 1) Er wordt aanbevolen om werkzaamheden die een verstoring kunnen veroorzaken voor vogels in het gebied binnen de 10 km van de kust te vermijden vanaf december tot en met maart.
- 2) Er wordt aanbevolen om bij de planning van de ontmanteling zoveel mogelijk rekening gehouden met de eventuele aanwezigheid van broedende vogels.

### 17.7.4 Monitoring

De monitoring zal in de mate van het mogelijke worden geïntegreerd met de monitoringprogramma's van andere aspecten van het mariene milieu om dit zo kostenefficiënt mogelijk te maken.

#### Monitoring eiland

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM/uitrusting
Verplaatsing van zeevogels, incl. data-verwerking en rapportage	5 surveys/jaar jaar 1-10	BMM	40 MD/jaar (Totaal: 400 MD)
Aanwezigheid en gedrag zeevogels:			
- studie design	Jaar 1		20 MD
- dataverzameling	Jaar 1-10	BMM	20 MD/jaar (Totaal: 200 MD)
- Analyse en evaluatie	Jaar 5 en 10		40 MD/jaar (Totaal: 80 MD)
Aankoop materiaal: camera's/drone*	Eenmalig	BMM	25.000€
Habitatgebruik en gedrag van lokaal rustende en/of broedende zeevogels met GPS zenders	Jaar 4 en 8	BMM	60 MD/jaar (Totaal: 120 MD)
Aankoop GPS zenders (2.000€ per zender)	Eenmalig	BMM	20 zenders (Totaal: 40.000€)
Activiteit en gedrag van vleermuizen met akoestische detectoren	Jaarlijks Jaar 1-10	BMM	20 MD/jaar (Totaal: 200 MD)
Aankoop twee akoestische detectoren	Eenmalig	BMM	8.000€



Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM/uitrusting
Aankoop antennes radiotelemetrie	Eenmalig	BMM	8.000€

\* Gecombineerd met de monitoring van zeehonden.

### Monitoring platformen

Onderwerp	Timing	Uitvoering	MD BMM/uitrusting
Verplaatsing van zeevogels, incl. data-verwerking en rapportage	5 surveys/jaar jaar 1-10	BMM	40 MD/jaar (Totaal: 400 MD)
Activiteit en gedrag van vleermuizen met akoestische detectoren	Jaarlijks Jaar 1-10	BMM	20 MD/jaar (Totaal: 200 MD)
Aankoop twee akoestische detectoren	Eenmalig	BMM	8.000€
Aankoop antennes radiotelemetrie	Eenmalig	BMM	8.000€

## 18. Risico's en veiligheid

- Het project zorgt, in elk alternatief, voor bijkomende obstakels op zee gedurende de duur van het project.
- Het project zorgt voor een gedeeltelijke invulling van een kabelcorridor die dicht bij het ankergebied gelegen is: dit kan in bepaalde gevallen risico's met zich meebrengen.
- Het project zorgt voor heel wat bijkomend scheepvaartverkeer, in het bijzonder tijdens de constructiefase.

### 18.1 Samenvatting

De verschillende scenario's die in het MER zijn bestudeerd, gaan uit van een zeer laag tot onbestaand risico voor de scheepvaart voor alle beschouwde scenario's. Na analyse lijken de in het MER gepresenteerde elementen echter te convergeren naar een relatief hoger risico in het geval van het eiland Noord en het Platform C-alternatief (en dus voor het volledige scenario met platformen, gezien locatiealternatieven voorzien zijn in het platformenscenario). Eiland Noord en platform C bevinden zich immers in de directe nabijheid van de vaarroute die de toekomstige PEZ zal doorkruisen. De eiland locaties West 1 en West 2 lijken vanuit het oogpunt van veiligheid voor de scheepvaart de meest gunstige.

Verder wordt het risico van de interactie tussen de onderzeese kabels en geankerde schepen (nabijheid van het Westhinder ankergebied) niet vermeld in het MER. Daar moet, ook al worden de kabels aangelegd in een gebied dat daarvoor in het MRP is voorzien, door de bevoegde overheden bijzondere aandacht aan worden besteed.

## 18.2 Inleiding

De manier waarop de verschillende scenario's in het MER worden gepresenteerd is nogal verwarrend, waarschijnlijk vanwege de complexiteit van het project en het geheel van factoren waarmee rekening moet worden gehouden. Door een beperking van de analyse tot de navigatiegerelateerde risico's, kan de analyse per scenario vereenvoudigd worden door het vaststellen van de belangrijkste onderscheidende criteria voor dit onderwerp. Zo hebben bijvoorbeeld de opties voor de kabeltracés geen betekenisvolle verschillende gevolgen voor de scheepvaart, aangezien het belangrijkste aandachtspunt het gebied ten noordoosten van het Westhinder ankergebied is, waar geen opties voor alternatieve kabeltracés weerhouden werden.

Op dezelfde manier leveren de verschillende posities van het eiland geen verschillende risico's op, behalve in de twee bijzondere gevallen van eiland Noord en Platform C, die elk aan de rand van de zone voorzien voor energiewinning liggen. Zij kunnen dus niet profiteren van het cumulatieve effect (<S) van de PEZ zoals in het MER beschreven, waarbij windturbines rond het eiland en de platformen een belangrijke zone creëren waar scheepvaart niet toegelaten is. Bovendien zal de nieuwe vaarroute doorheen de PEZ net in de buurt van Eiland Noord en Platform C leiden tot een concentratie van verkeer. Dit concentratie-effect is ook niet duidelijk meegenomen in de risicoanalyse uitgevoerd door Cathy Associates (MER p.619).

## 18.3 Effecten

Om de aanpak te vereenvoudigen en herhaling van het MER te vermijden, worden eerst de effecten die betrekking hebben op alle alternatieven behandeld. Er wordt gestart met een inschatting van de risico's veroorzaakt door UxO's, en daarna worden de specifieke effecten met betrekking tot scheepvaart bij de Eiland Noord en Platform C scenario's beschouwd. Tot slot wordt de kwestie van de kabels besproken.

### 18.3.1 UxO

Tijdens de constructiefase kan op en nabij de eilandlocatie, de platformlocaties en de kabeltracés niet-ontploffte munitie (UxO) aangetroffen worden. Er werd, in opdracht van DG Energie, een risicoanalyse uitgevoerd van het mogelijk voorkomen van UxO in de PEZ op basis van historische gebeurtenissen. Daarnaast werden geotechnisch onderzoek uitgevoerd over het kabeltracé. Mogelijk kunnen UxO vrij komen te liggen door erosiefenomenen.

### 18.3.2 Scheepvaart

Hoewel deze analyse alleen betrekking heeft op het MOG2-project, maakt dit project onlosmakelijk deel uit van het PEZ-project, zoals de initiatiefnemer zelf aangeeft in het MER (MER p.637). In dit geval is het vooral belangrijk dat de eilanden West 1 en West 2, evenals de platformen A3, A1N en B1, midden in een veel groter gebied komen te liggen waarin de scheepvaart wordt beperkt eens de PEZ in gebruik genomen is voor de productie van windenergie. Hoewel dit het risico op aanvaringen voor de MOG2-infrastructuur drastisch vermindert, moet worden opgemerkt dat het hier niet gaat om een algemene vermindering van het risico, maar om een verschuiving van het risico van het MOG2-project naar het toekomstige PEZ-project (d.w.z. naar offshore windturbines).

Daarnaast profiteren Platform C en Eiland Noord (een meer kritische infrastructuur dan windturbines) niet van het cumulatieve 'buffer'-effect van windturbines, gezien ze aan de rand van de PEZ gelegen zijn, met name langs de vaarroute die de PEZ zal doorkruisen. Dit geldt vooral omdat de mogelijke

configuraties van de plaatsing van windturbines binnen de PEZ nog niet bekend zijn (MER, 5.7.2.7, Zone voor hernieuwbare energie p.562).

De verplichte veiligheidszone van 500 m rond een infrastructuur wordt doorheen het rapport vaak genoemd als maatregel om aanvaringen te voorkomen. Dit is een verwijzing naar het UNCLOS-Verdrag art. 60, §5. Hierbij moet worden benadrukt dat deze afstand bedoeld is om de integriteit van de offshore-infrastructuur te beschermen, maar niet a priori kan worden beschouwd als een voldoende veiligheidsafstand om een aanvaring te voorkomen, en zeker niet als een 'voldoende afstand' in de zin van COLREG<sup>17</sup>. Het risico van aanvaring wordt dus niet uitgesloten door de aanwezigheid van de 500 m veiligheidszone alleen. Er zijn verschillende studies en aanbevelingen gepubliceerd over de interacties tussen maritiem verkeer en offshore infrastructuur. Om er slechts één te noemen: in 2018 publiceerde PIANC<sup>18</sup> een rapport van haar MarCom-werkgroep dat volledig aan dit onderwerp was gewijd. Dit rapport is ook door Frankrijk en Nederland bij de IMO ingediend (PIANC, 2018; IMO NCSR 7/INF.15). Er wordt aan herinnerd dat het meest bepalende element voor het vaststellen van een minimale afstand tussen een zeeroute en een infrastructuur de lengte van het schip is en dat deze minimale veiligheidsafstanden in alle gevallen worden vastgelegd om te voorkomen dat de 500m-zone wordt betreden. In hetzelfde rapport wordt aanbevolen een afstand van 0,3 nautische mijl + 6\* scheeps lengte + 500m aan te houden aan de stuurboordzijde van een zeeweg. Dit komt overeen met ongeveer 1,2 nautische mijl voor schepen met een lengte van 200 m.

Een ander algemeen punt is het argument dat het verkeer in het gebied extreem druk is en dat daarom het relatieve aandeel van het verkeer dat door de ontwikkeling van het eiland wordt gegenereerd als marginaal bestempeld kan worden (o.a. MER 5.8.5.1 op p.618; 6.4.7.7 op p.679; 8.3.1.1.8 op p.724). Dit argument moet met de nodige voorzichtigheid worden benaderd. Men kan argumenteren dat net omwille van het drukke scheepvaartverkeer in het BDNZ de risico's potentieel groot zijn.

Een ander algemeen punt is dat in het MER wordt gesteld dat het aantal schepen op zee zal stagneren en dat de groei van de havens zal worden opgevangen door de toename van de scheepscapaciteit (5.8.3 - Autonome ontwikkeling; p.599 van het MER). Deze stabilisatie van de verkeersdichtheid zou dus het risico van de scheepvaart beperken. Dit leidt tot verschillende bedenkingen. De evolutie van het scheepvaartverkeer in de tijd is bijzonder moeilijk te beoordelen: andere bronnen wijzen eerder op een gecombineerde toename van het verkeer en de scheepsgrootte (ITF, 2020; UNCTAD, 2021). In ieder geval lijkt deze redenering voorbij te gaan aan de ontwikkeling van de korte vaart (short sea shipping) over het Kanaal en het plafondeffect van het gigantisme (andere dan louter technische factoren beïnvloeden de omvang van schepen, waaronder financiële en logistieke factoren). Vooral vanuit het oogpunt van risicoanalyse brengt een onmiskenbare toename van de omvang van schepen inherente risico's met zich mee die ook in de analyse moeten worden meegenomen<sup>19</sup>. Bovendien kunnen zelfs middelgrote vrachtschepen die zijn uitgerust met noodsleepsystemen (ETS, Emergency Towing System) al snel problemen opleveren bij het slepen in slechte weersomstandigheden, zoals de recente ervaring met de Maersk Nimbus heeft geleerd.

---

<sup>17</sup> COLREG. Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972.  
<https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/COLREG.aspx>

<sup>18</sup> Permanent International Association of Navigation Congresses (de oude naam van de World Association for Waterborne Transport Infrastructure).

<sup>19</sup> MSC 102/INF.4. Work programme, information on the evolution of ship size in the English Channel, February 2022 en MSC 102/21/5. Work programme, proposal for a new output regarding emergency towing, February 2022

Verderop in dezelfde paragraaf van het MER (p.599) wordt gesteld dat een hypothetische veralgemening van het gebruik van AIS een positief effect zal hebben op de veiligheid van de scheepvaart. Deze bewering moet wat getemperd worden door eraan te herinneren dat (1) de verplichting om AIS aan boord te hebben reeds bestaat voor SOLAS-schepen en vissersschepen, (2) AIS niet kan worden gebruikt als het enige middel om aanvaringen te voorkomen<sup>20</sup> en (3) de systematische verplichting om AIS aan boord te hebben voor alle schepen, ongeacht hun lengte, voorlopig niet overwogen wordt op internationaal niveau.

Zoals ook vermeld wordt in het MER, moet naast bovenstaande overwegingen, effectieve afbakening een integraal onderdeel vormen van elke fase van het MOG2-project (2.5.2.1.5 Veiligheidsvoorzieningen, p.73; 2.7 Milderende maatregelen geïntegreerd in het project, p.116) zodat de werken en het eiland zelf voldoende zichtbaar zijn voor het omringende verkeer. Naast deze noodzakelijke zichtbaarheid is het echter ook belangrijk om te voorkomen dat lichten (en andere Aids to Navigation (AtoNs)) door hun intensiteit en/of plaatsing de navigatie in de omgeving verstoren. Net als bij bebakening is in dit verband nauwe samenwerking met de bevoegde autoriteiten noodzakelijk, waaronder de IALA (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities) zelf, die voor advies kan worden geraadpleegd<sup>21</sup>.

Voor Eiland Noord lijken verschillende factoren te wijzen op een onderschatting van het navigatierisico in vergelijking met de West 1- en West 2-locaties. De in de studie vastgestelde risico's worden namelijk gepresenteerd als gelijkaardig voor alle platformen en eilanden. De ligging van het Noord-eiland (en het C-platform) aan de rand van de PEZ en langs de vaarroute brengt echter meer risico's met zich mee, om redenen die ook in het MER naar voren komen.

In de studie uitgevoerd door Cathy Associates werd de methodologische keuze gemaakt om bij de risicoanalyse geen rekening te houden met het bestaan van het toekomstige windmolenpark. Dit is inderdaad een conservatieve en behoudende aanpak, waarbij het risico door het cumulatieve effect (de aanwezigheid van de windturbines die de facto het verkeer in de omgeving verminderen) niet wordt geminimaliseerd. Er wordt echter verwacht dat het PEZ een scheepvaartroute zal creëren tussen het deelgebied van de PEZ in het zuidwesten en dat in het noordoosten. Deze unieke doorgang doorheen het park zal een knelpunt creëren met als gevolg een concentratie van verkeer in de buurt van de infrastructuur langs die vaarroute. Dit betekent dat het risico van aanvaringen daar automatisch groter lijkt. Voor de alternatieven met het eiland Noord en het C3-platform moeten bijgevolg de conclusies van het MER (die wijzen op een cumulatief effect van het PEZ dat het risico van aanvaringen vermindert (<S)), dus worden afgezwakt (6.4.7.7, p.679; 6.4.8.1, p.680; 6.4.8.2, p.681).

Het effect op de verkeersconcentratie in dit gebied is bijzonder moeilijk a priori in te schatten, aangezien deze vaarroute nog niet bestaat. Daarom is het aan te bevelen de ontwikkeling van het verkeer in dit gebied te monitoren, vooral in de eerste fasen van aanleg en exploitatie van het MOG2-project, ongeacht het gekozen alternatief. Aan de hand van de resultaten van het onderzoek kunnen de maatregelen voor het beperken van het risico verfijnd en versterkt worden.

Dit belangrijke punt moet daarom worden opgenomen in wat de initiatiefnemer erkent als leemten in de kennis (5.8.8, p.633; 6.6 p.681; 6.7 p.682; 8.1 p.688).

---

<sup>20</sup> IMO Resolution A.1106(29). Revised guidelines for the onboard operational use of shipborne automatic identification systems (AIS). Adopted on 2 December 2015. [https://imorules.com/IMORES\\_A1106\\_29.html](https://imorules.com/IMORES_A1106_29.html)

<sup>21</sup> IALA Guidelines G1162. The marking of offshore man-made structures, Edition 1.1, December 2021; IALA Recommendation R0139 (O-139). The marking of man-made structures, Edition 3.0 December 2021

### 18.3.3 Bijkomende risicofactoren veroorzaakt door de infrastructuur

#### Radarinterferentie

In het MER worden blinde sector- en valse-echo effecten genoemd (5.8.4.7.2 Impact op de waarnemingen van de scheepsradar p.616; 5.8.5.7.2 Impact op de waarnemingen van de scheepsradar p.625). Vervolgens wordt gesteld dat de navigatieofficier voldoende op de hoogte is van dergelijke verschijnselen om passende maatregelen te nemen. Het is correct dat deze verschijnselen goed gedocumenteerd zijn, maar zelfs als de verschillende radarbeeldfilters en clutters worden aangepast, zal de officier van de wacht onvermijdelijk slechts over een gedegradeerd radarbeeld beschikken. Zoals goed beschreven in een maritieme adviesnota van de UK Kustwacht, doen deze effecten zich voor op zowel X-band (3 cm) als S-band (10 cm) radars vanaf een bereik van 1,5 nm. Dit verminderde beeld beïnvloedt vooral de detectie van kleinere doelen, zoals pleziervaartuigen en zeilschepen. Voor deze laatste kan hun manoeuvreerbaarheid verder worden beperkt door turbulentiezones in de buurt van de windturbines, en dus mogelijk precies in de vaarroute die de PEZ zal kruisen (MCA, 2022).

#### Noodankeren in het gebied tussen PEZ noordoost en zuidwest

Exportkabels en kabels tussen platformen zullen doorheen de PEZ-scheepvaartroute lopen. Deze kabels kunnen een probleem vormen tijdens noodankeren. Daarbij zal de tijd nodig om de ankers tijdig te laten vallen sterk beperkt zijn door de beperkte breedte van de scheepvaartroute. Daarom moet speciale aandacht uitgaan naar de ligging en diepteligging van deze kabels.

#### Ankeren in het Westhinder ankergebied

In alle scenario's lopen de exportkabels langs het noordoosten van het Westhinder ankergebied. De kwestie zelf wordt niet behandeld in het MER omdat deze kabels gelegd worden in de kabelcorridor die daarvoor voorzien is in het MRP. Volgens sommige bronnen in de literatuur is 18% van de schade aan onderzeese kabels afkomstig van scheepsankers (Worzyk, 2009, p.272). Dit is de tweede grootste bron van schade na deze veroorzaakt door visserijactiviteiten. Hoewel de juiste toepassing van het MRP een zaak is van de bevoegde autoriteiten, lijken bijkomende maatregelen noodzakelijk om het risico op schade tot een minimum te beperken. Dit geldt vooral omdat (1) veel schepen momenteel voor anker gaan in het gebied waar de kabels zullen worden gelegd (momenteel is dit geen probleem, gezien in dat gebied geen kabels lopen en ankeren in het ankergebied cfr. aangeduid op de zeekaarten niet verplicht is) en (2) gezien de wind- en stroming schepen die in het Westhinder ankergebied voor anker liggen waarschijnlijk naar het noordoosten zullen duwen in geval van een krabbend anker. Daardoor is er erg weinig tijd voor het ophalen van dat anker en zo het eventueel vermijden van kabels indien krabben vastgesteld wordt. Bijgevolg is het aangewezen om de ligging van de kabels in de buurt van het ankergebied, indien dit mogelijk zou zijn, te herzien (opschuiven naar het noorden/oosten binnen de kabelcorridor) en de diepte van de kabels aan het risico aan te passen (dieper ingraven).

#### Kabels doorheen scheepvaartroutes

Mogelijk zullen kabels lopen doorheen scheepvaartroutes die gebaggerd worden. Indien dat het geval is (meest westelijke kabeltracé), moet rekening gehouden worden met de richtlijnen Maritieme Toegang voor de ingraafdiepte en m.b.t. mogelijke interferentie met een stortzone voor baggerspecie.

## 18.4 Mitigerende maatregelen

Vóór men overgaat tot grondberoerende werkzaamheden dient een UxO-bodemonderzoek te worden uitgevoerd (voor zover dit nog niet plaatsgevonden heeft), en dienen eventueel aangetroffen UxO's te worden geruimd.

Gezien het niet eenvoudig is om de navigatierisico's nauwkeurig in te schatten, wordt aanbevolen om de risicobeperkende maatregelen in verschillende fasen van het project opnieuw te evalueren en zo nodig aan te vullen/aan te passen met de bevoegde instanties. Dit wordt ook erkend door de aanvrager in hoofdstuk 5.8.9 (MER p.634).

## 18.5 Grensoverschrijdende en cumulatieve effecten

### 18.5.1 Grensoverschrijdende effecten

Er worden geen grensoverschrijdende effecten verwacht.

### 18.5.2 Cumulatieve effecten

De cumulatieve effecten betreffen deze die hierboven behandeld werden.

## 18.6 Monitoringprogramma

Tijdens elke fase van het project dienen het scheepvaartverkeer en de daarmee verbonden risico's op regelmatige tijdstippen te worden geanalyseerd. Zo kan een nauwkeuriger beeld verkregen worden van het werkelijke scheepvaartverkeer, inclusief de aard en de frequentie. Aangezien het moeilijk is om het navigatierisico als gevolg van de aanleg van een eiland in te schatten, moet het aanvaringsrisico met de nodige voorzichtigheid worden bekeken wanneer in samenwerking met de bevoegde autoriteiten risicobeperkende maatregelen worden genomen (bvb. stand-by vaartuig, berichten aan zeevarenden, traffic monitoring, bijzondere afbakening, etc.). Dergelijke analyses zijn niet enkel bedoeld om de risicoanalyse te verfijnen, maar ook om de meest geschikte risicobeperkende maatregelen vast te leggen.

Het toezicht op de naleving van de vaarregels en het voorkomen van intrusies behoort tot de gebruikelijke taken van de kustwacht – dit toezicht moet toelaten om eventueel bijkomende maatregelen te nemen voor het voorkomen van ongevallen.

In het kader van de evolutie van de rol van het kustwachtvliegtuig naar een multi-tasking platform, behoort het toezicht op de scheepvaart (melding van intrusies en onveilige navigatiesituaties aan de bevoegde autoriteiten) reeds tot de taken van het BMM SURV-team; hiervoor is geen extra toezicht gepland.

In de toekomst kan de systematische monitoring van de navigatie in de nieuwe zeevaartroute doorheen de PEZ gegevens opleveren om de risicoanalyse te verfijnen naarmate het project zich ontwikkelt – dit valt buiten de huidige beoordeling.

## 18.7 Besluit

### 18.7.1 Aanvaardbaarheid

Het project is aanvaardbaar voor wat betreft scheepvaartveiligheid in al zijn alternatieven.

De locaties van de eilanden West 1 en West 2 vormen voor scheepvaart een relatief lager risico dan het eiland Noord en de platformen (zolang een platform langs de vaartroute ligt, zoals het geval is met de voorgestelde positie van platform C).

### 18.7.2 Voorwaarden

Het bestuur verwijst naar de noodzakelijke risicobeperkende voorwaarden die opgelegd worden door de bevoegde overheidsdiensten. De volgende voorwaarden moeten nageleefd worden:

- 1) Vóór men overgaat tot grondberoerende werkzaamheden dient een UxO-bodemonderzoek te worden uitgevoerd.
- 2) Bij het aantreffen van UxO's dient men de voorschriften te volgen zoals opgenomen in BaZ1<sup>22</sup> (Afdeling Kust).
- 3) De vergunninghouder legt, ten minste 6 maanden voor de start van het leggen van de kabels, een Cable Burial Risk Assessment (CBRA) van de kabels ter hoogte van het huidige Westhinder ankergebied voor aan het bestuur en aan de diensten bevoegd voor scheepvaart te worden overgemaakt, samen met de geplande diepteligging van de kabels in dit gebied.
- 4) Ruim voor de constructieactiviteiten van start gaan, moet de vergunninghouder overleg plegen met de met de bevoegde overheidsdiensten over maatregelen m.b.t. scheepvaartveiligheid.
- 5) De vergunninghouder houdt rekening met de richtlijnen van Maritieme Toegang voor wat betreft de ingraafdiepte van de kabels waar ze scheepvaartroutes kruisen, voor zover relevant m.b.t. de keuze van kabeltracé.
- 6) De vergunninghouder pleegt overleg met Maritieme Toegang m.b.t. de interferentie tussen de exportkabels en de stortzones voor baggerspecie, voor zover relevant m.b.t. de keuze van kabeltracé.

### 18.7.3 Aanbevelingen

- 1) Er wordt aanbevolen, indien gekozen wordt voor een eiland, het locatiealternatief eiland Noord niet te weerhouden.
- 2) Er wordt aanbevolen, indien gekozen wordt voor platformen, om de ligging van Platform C te herzien naar een locatie verder van de begrenzing van de PEZ, in samenspraak met de overheidsdiensten bevoegd voor scheepvaart en veiligheid van de scheepvaart.
- 3) Er wordt aanbevolen om het tracé van de kabels ter hoogte van het Westhinder ankergebied te verschuiven naar het noordoostelijke deel van de kabelcorridor.
- 4) Er wordt aanbevolen om voor het ingraven van de kabels in het gebied tussen het noorden van het huidige Westhinder ankergebied tot de Oosthinder zandbank, een Cable Burial Risk Assessment (CBRA) uit te voeren.
- 5) Er wordt aanbevolen om bij het platformalternatief voor het ingraven van de kabels die de toekomstige zone voor scheepvaart doorheen de PEZ doorkruisen, een Cable Burial Risk Assessment (CBRA) uit te voeren.

### 18.7.4 Monitoring

Tijdens de installatie, de exploitatie en de eventuele ontmanteling van de infrastructuur wordt de risicoanalyse regelmatig opnieuw beoordeeld, in samenwerking met de bevoegde overheidsdiensten. Zo kunnen de meest geschikte risicobeperkende maatregelen genomen worden. Het toezicht op de

---

<sup>22</sup> Berichten aan Zeevarenden 2019-01, en meer actuele edities

naleving van de vaarregels en het voorkomen van intrusies kunnen worden uitgevoerd in het kader van de normale taken van de kustwacht.

Er wordt geen specifiek monitoringprogramma voor scheepvaart voorgesteld.

## 19. Cultureel erfgoed

- De mogelijke effecten op cultureel erfgoed zijn beperkt.

### 19.1 Samenvatting

In het MER wordt de referentiesituatie m.b.t. cultureel erfgoed (scheeps- en andere wrakken, nederzettingen en resten van menselijke activiteiten, paleontologische resten van fauna, etc.) voldoende beschreven. Mits het naleven van de bestaande regelgeving, is de te verwachten impact door het project beperkt.

### 19.2 Inleiding

In de buurt van het eiland of de voorgestelde platformlocaties liggen geen gekende wrakken – ze liggen op minstens 2 km afstand. Langsheen en net buiten de voorgestelde kabeltracés liggen, volgens de zeekaarten, enkele scheepswrakken, waaronder die van oorlogsschepen, en resten van geruimde wrakken. Ook vlakbij de voorgestelde stockageplaatsen liggen enkele wrakken. In het MER wordt een uitgebreid overzicht gegeven van deze wrakken. Daarnaast is het mogelijk dat zich in het projectgebied, inclusief de zone voor de kabels, paleontologische faunaresten bevinden, naast resten van paleolithische en vroeg-mesolithische nederzettingen.

In opdracht van FOD Economie werd een uitgebreid archeologisch evaluatieonderzoek uitgevoerd (van den Brenk et al., 2021). In het MER werd hiervan een uitgebreide samenvatting opgenomen. Daarnaast werden door Elia geofysisch en geotechnisch onderzoek uitgevoerd op de mogelijke locaties van platformen en eiland en over de kabeltracés.

Het bestuur merkt op dat in het MER (NTS p.89; MER p.523; p.539; p.545) verwezen wordt naar de Wet betreffende bescherming van het cultureel erfgoed onder water (KB 04/04/2014). Deze wet is herzien in 2021<sup>23</sup>.

### 19.3 Te verwachten effecten

Mogelijke effecten van het project, zowel voor eilandalternatieven, platformen en kabels, zijn verstoring van paleolandschappen of wrakken en objecten met potentieel archeologisch belang. Tijdens de constructiefase wordt rekening gehouden, waar mogelijk, met een minimale afstand van 100 m tot gekende wrakken.

Mogelijk kunnen tijdens de operationele fase door erosie- en sedimentatie-effecten wrakken of objecten aan de zeebodem verschijnen (en ze zo kwetsbaar maken) of onder sediment verdwijnen. Er worden geen effecten verwacht tijdens de ontmantelingsfase.

---

<sup>23</sup> Wet van 23 april 2021 tot implementatie van het UNESCO verdrag van 2 november 2001 ter bescherming van het cultureel erfgoed onder water en de bescherming van waardevolle wrakken. Koninklijk besluit tot uitvoering van de wet van 23 april 2021 tot implementatie van het UNESCO verdrag van 2 november 2001 ter bescherming van het cultureel erfgoed onder water en de bescherming van waardevolle wrakken.



## 19.4 Grensoverschrijdende en cumulatieve effecten

Er worden geen grensoverschrijdende noch cumulatieve effecten verwacht.

## 19.5 Mitigerende maatregelen

Er werden bekende als (mogelijke) onbekende wrakken en objecten opgespoord en in kaart gebracht. Deze wrakken en objecten moeten vermeden worden bij het gedetailleerd inplannen van kabelroutes, en indien dat niet mogelijk is, moet beoordeeld worden of deze wrakken of objecten van potentieel archeologisch belang zijn.

## 19.6 Monitoringprogramma

Er wordt geen monitoringprogramma voorgesteld.

## 19.7 Besluit

### 19.7.1 Aanvaardbaarheid

Mits het naleven van de voorwaarden, worden slechts beperkte effecten verwacht op cultureel erfgoed.

### 19.7.2 Voorwaarden

- 1) De vergunninghouder volgt de richtlijnen van de wetgeving m.b.t. het cultureel erfgoed onder water en de bescherming van waardevolle wrakken tijdens voorbereidende surveys en bij de aanleg van het eiland of de platformen, en de kabels.
- 2) Tijdens de constructiefase wordt verstoring van gekende wrakken maximaal vermeden, en waar mogelijk wordt een minimale afstand gehouden van 100 m tussen kabels en gekende wrakken.

### 19.7.3 Aanbevelingen

Er worden geen aanbevelingen gemaakt.

### 19.7.4 Monitoring

Er wordt geen monitoring voorgesteld voor dit onderwerp.

## 20. Interactie met andere menselijke activiteiten

- De mogelijk interactie met andere activiteiten (visserij, recreatie en militaire activiteiten) is, mits het naleven van de voorwaarden, beperkt, lokaal en/of tijdelijk.

### 20.1 Inleiding

In de Belgische zeegebieden worden heel wat verschillende activiteiten uitgevoerd. Deze omvatten onder meer visserij, maricultuur, scheepvaart, luchtvaart, zand- en grindwinning, baggeren en storten van baggerspecie, opwekken van energie uit wind, militaire activiteiten, transport van grondstoffen zoals gas, gebruik van telecommunicatie- en elektriciteitskabels, toerisme en recreatie en wetenschappelijk onderzoek.

## 20.2 Te verwachten interacties

### 20.2.1 Scheepvaart

De te verwachten interacties met scheepvaart worden grotendeels behandeld in de hoofdstukken Risico's en veiligheid en in de onderdelen die de effecten op visserij en op recreatieve activiteiten behandelen.

De ruimte ingenomen door het eiland of de platformen is beperkt, en mits goed zeemanschap zijn de te verwachten interacties zeer beperkt. De mogelijke hinder tijdens het leggen van de kabel is beperkt in ruimte en tijd. In de operationele fase zijn interacties met de kabel zeer onwaarschijnlijk.

### 20.2.2 Luchtvaart

De eventuele interacties met luchtvaart is onbestaande. De vergunninghouder moet de instructies volgen van de bevoegde overheidsdienst (FOD Mobiliteit en Vervoer) voor de bebakening van hinder-nissen (het eiland of de platformen) voor de luchtvaart.

### 20.2.3 Visserij

De mogelijke interacties met visserij worden voldoende uitgebreid behandeld in het MER (5.7.), en in het Visserijeffectenrapport (Vanelslander & Sys, 2022). Mogelijke interacties met vis en met benthos worden in het hoofdstuk benthos (macrobenthos, epibenthos) en vis behandeld.

Tijdens de constructie- en ontmantelingsfase van het eiland of de platformen zal de hinder voor visserij beperkt zijn in tijd en ruimte. Tijdens de operationele fase zullen de interacties nagenoeg onbestaande zijn, gezien de ligging binnen de PEZ.

Tijdens de aanleg en de ontmanteling van de kabels zullen vissers (inclusief recreatieve vissers) rekening moeten houden met een zone waarin visserij uitgesloten wordt. Gezien niet de volledige zone continu geblokkeerd is, blijft de hinder beperkt in tijd en ruimte. Tijdens de operationele fase zullen de interacties tussen visserij-activiteiten en de kabel in normale omstandigheden onbestaande zijn.

Om interacties tussen vistuig en kabels of net gegraven sleuven te vermijden, dient de vergunninghouder de visserijsector te informeren over de aard van de werken, de locatie van de werken en de tijdsperiode waarin de werken plaatsvinden. Daarnaast dient de vergunninghouder andere maatregelen toe te passen, zoals de inzet van voldoende wachtschepen, om dergelijke interacties te vermijden. De informatiecampagne naar de visserijsector en de beveiliging van de kabels tijdens de constructiefase dienen voor goedkeuring te worden voorgelegd aan het meest relevante forum waar de betrokken administraties in zetelen.

### 20.2.4 Zandwinning

Gezien de afstand tussen zandwingebieden en de eilandlocaties West 1, West 2 en de platformenlocaties, wordt geen interactie verwacht. De kabels volgen de kabelcorridor, buiten de zandwingebieden. Enkel eilandlocatie Noord bevindt zich in een zandwingebied (Sector 4a) – deze zone wordt echter gesloten bij de ontwikkeling van de PEZ, en bijgevolg zullen interacties, bij de keuze van deze locatie, slechts zeer beperkt zijn in tijd.

Door de installatie van een eiland kan plaatselijk binnen zandwingebieden een zeer beperkte erosie of sedimentatie optreden.

### 20.2.5 Baggeren en storten van baggerspecie

De kabeltracés naar Zeebrugge en naar Wenduine lopen doorheen het zuidelijke deel van de vervangingszone baggerstorten Zeebrugge Oost. Mits optimalisatie van de stortlocatie, is de mogelijke interactie beperkt.

Bij het aanleggen van de kabels wordt tijdelijk sediment gestockeerd. De meest zuidelijke tijdelijk stockagezone (cfr. aanvraag) ligt op vervangingszone 1 voor stortzone S1. Voor het gebruik van deze zone als tijdelijke stockage en het weghalen van het tijdelijk gestockeerde sediment, dient met Maritieme Toegang overleg te worden gepleegd.

### 20.2.6 Commerciële en industriële activiteiten

De kabeltracés naar Oostende en De Haan lopen doorheen de zone die voorbehouden is voor commerciële en industriële activiteiten. Gezien in deze zones geen dergelijke specifieke activiteiten plaatsvinden, is er geen interactie. Mogelijk worden toekomstige activiteiten beperkt door de ligging van de kabels, maar deze zullen met de ligging van de kabels rekening moeten houden.

### 20.2.7 Toerisme en recreatie

Er worden enkel voor de zone dicht bij de kust effecten verwacht op recreatieve vaart en andere vormen van toerisme en recreatie. Bij de aanleg van de kabels kan, dicht bij de kust, een interactie voorkomen met toeristische of recreatieve activiteiten. Voor het gebied van de aanlanding zal overleg nodig zijn met onder meer de betrokken kustgemeenten (niet in deze beoordeling). Voor recreatie op zee, dicht bij de kust (zeilen, surfen, recreatieve visserij, ...) zal de vergunninghouder gebruikers (kustgemeenten, surf- en zeilclubs, reddingsdiensten, ...) moeten informeren over de aard en de planning van de werken, zodat interacties vermeden worden. Voor mogelijke interacties met recreatieve vaart verder op zee, meegenomen onder de noemer scheepvaart, wordt verwezen naar het hoofdstuk Risico's en veiligheid.

### 20.2.8 Offshore windparken

Gezien de afstand van de PEZ tot de reeds uitgebouwde zone voor het opwekken van energie, is geen interactie te verwachten. Enkel ter hoogte van de aanlanding en ter hoogte van de kruising met elektriciteitskabels is er mogelijk een interactie (zie Kabels en pijpleidingen).

### 20.2.9 Maricultuur

In de nabijheid van de eilandlocaties, de platformen en de kabels bevinden zich geen maricultuurinstallaties, en de interacties zijn onbestaande.

### 20.2.10 Militaire activiteiten

Er is geen overlap tussen gebieden voorzien voor militaire activiteiten (MRP) en de eilandlocaties of de locaties voor de platformen. Voor de kabels is er mogelijk een interactie met de oefenzone voor ontmijning. Mits duidelijke afspraken tussen de vergunninghouder en Defensie kunnen conflicten vermeden worden.

### 20.2.11 Kabels en pijpleidingen

In de omgeving van de eiland- en platformlocaties bevinden zich geen (actieve) telecommunicatiekabels, elektriciteitskabels of pijpleidingen. Indien tijdens de werken inactieve telecommunicatie-

kabels aangetroffen worden (evt. vrijgekomen door erosie), dienen deze zoveel mogelijk te worden verwijderd.

Bij het aanleggen van de kabels wordt in specifieke zones sediment gestockeerd – deze zones mogen niet gelegen zijn nabij actieve telecommunicatiekabels, elektriciteitskabels of een pijpleiding.

Bij het aanleggen van de kabels worden kruisingen (incl. kruisingsinfrastructuur) uitgevoerd met actieve en niet-actieve telecommunicatiekabels, met elektriciteitskabels en met een pijpleiding. Ter hoogte van de aanlandingszone worden, afhankelijk van de landingslocatie, kabels aangelegd nabij bestaande kabels. Er dienen crossing agreements en proximity agreements te worden afgesloten met de eigenaars van deze kabels en de pijpleiding. Indien niet-actieve telecommunicatiekabels aangetroffen worden, dan kunnen deze best zoveel mogelijk verwijderd worden.

Informatie over het verwijderen van secties niet-actieve telecommunicatiekabel (positie, lengte) dient te worden gemeld aan BMM, Agentschap Maritieme dienstverlening en kust (Scheepvaartbegeleiding) en aan DG Energie.

### 20.2.12 Zeewering

Er wordt geen interactie verwacht tussen het eiland of de platformen op zeewering. Voor het leggen van de kabel is er mogelijk een interactie zeer dicht bij de kust en op het strand. Dergelijke interactie valt buiten deze beoordeling.

### 20.2.13 Wetenschappelijk onderzoek

Er wordt geen interactie met bestaand wetenschappelijk onderzoek verwacht. Er kan verwacht worden dat, zeker voor het eilandalternatief, nieuwe opportuniteiten geboden worden voor het bestuderen van effecten.

## 20.3 Grensoverschrijdende en cumulatieve effecten

### 20.3.1 Grensoverschrijdende effecten

Er worden geen interacties verwacht met activiteiten in de wateren van buurlanden.

### 20.3.2 Cumulatieve effecten

De aanleg van een eiland of platformen betekent dat bijkomende ruimte voor zeer lange tijd niet meer beschikbaar is voor andere activiteiten, zoals dat ook het geval is voor ruimte die nu ingenomen wordt voor meetpalen, installaties voor wetenschappelijk onderzoek en maricultuurinstallaties, alle op relatief grote afstand van de locatie van dit project. De niet meer beschikbare ruimte is een deel van de ruimte die ontoegankelijk wordt bij de ontwikkeling van de PEZ (MRP).

Tijdens de aanleg van de kabels zal een gedeelte van het zeegebied ontoegankelijk zijn voor vissers, recreanten en scheepvaart. Deze ontoegankelijkheid cumuleert met andere activiteiten op zee die een beperking van de ruimte inhouden, zoals maricultuur, het opwekken van energie en projecten zoals deze waarbij fotovoltaïsche installaties geplaatst worden. Deze beperking is echter zeer tijdelijk van aard (tijdens de aanleg van de kabels).

## 20.4 Mitigerende maatregelen

Er is weinig ruimte voor mitigatie; de voorwaarden hebben tot doel de hinder te voorkomen en te beperken.

## 20.5 Monitoringprogramma

Er wordt geen monitoringprogramma voorgesteld.

## 20.6 Besluit

### 20.6.1 Aanvaardbaarheid

Het project is aanvaardbaar voor wat betreft de interacties met andere activiteiten.

### 20.6.2 Voorwaarden

- 1) De vergunninghouder volgt de instructies van de bevoegde overheidsdienst (FOD Mobiliteit en Vervoer, afdeling Luchtvaart) voor de bebakening van hindernissen (het eiland of de platformen) voor de luchtvaart.
- 2) De vergunninghouder neemt de nodige maatregelen om interactie tussen visserij-activiteiten en het leggen van de kabels te voorkomen (signalisatie, inzet van wachtschepen, informatie via BaZ, ...).
- 3) Om interacties tussen vistuig en kabels of net gegraven sleuven te vermijden, informeert de vergunninghouder de visserijsector via de meest geschikte kanalen over de aard van de werken, de locatie van de werken en de tijdsperiode waarin de werken plaatsvinden.
- 4) De vergunninghouder pleegt overleg met het bestuur voor het vastleggen en het gebruik van tijdelijke zones voor stockage van sediment. Deze zones worden gekozen zodat geen interactie mogelijk is met actieve telecommunicatiekabels, elektriciteitskabels of een pijpleiding.
- 5) De vergunninghouder pleegt overleg met Maritieme Toegang voor het gebruik van de meest zuidelijke zone voor tijdelijke stockage van sediment.
- 6) De vergunninghouder informeert de relevante organisaties, overheidsdiensten en sportclubs over de aard en de planning van de werken dicht bij de kust.
- 7) De vergunninghouder overlegt met Defensie voor het vermijden van interacties met militaire activiteiten tijdens het leggen van de kabels.
- 8) Inactieve telecommunicatiekabels die tijdens de constructiefase of de operationele fase (evt. vrijgekomen door erosie) aangetroffen worden, worden zoveel als mogelijk verwijderd. Het verwijderen van secties niet-actieve telecommunicatiekabel (positie, lengte) wordt gemeld aan BMM, Agentschap Maritieme dienstverlening en kust (Scheepvaartbegeleiding) en DG Energie.
- 9) De vergunninghouder sluit crossing agreements en proximity agreements af met de eigenaars van andere kabels en een pijpleiding voor men overgaat tot het aanleggen van kruisingen of het aanleggen van een kabel dicht bij andere kabels of de pijpleiding.

### 20.6.3 Aanbevelingen

Er worden geen aanbevelingen gemaakt.

### 20.6.4 Monitoring

Er wordt geen specifieke monitoring voorgesteld voor interacties met andere activiteiten.

## 21. Zeezicht en invloed op de bevolking

- Het effect op zeezicht en op de bevolking zal beperkt en tijdelijk zijn.

### 21.1 Samenvatting

Er zal enkel een tijdelijke verstoring zijn van het zeezicht dicht bij de kust tijdens het aan- en afvaren van vaartuigen en tijdens het leggen van de kabel.

### 21.2 Inleiding

De mogelijke effecten op zeezicht worden in het MER grondig besproken. Het bestuur gaat akkoord met de uitgebreide analyse van de achtergrondsituatie en de conclusies.

### 21.3 Effecten

Tijdens de constructiefase wordt een verstoring van het zeezicht verwacht door het aan- en afvaren van vaartuigen, en door werkschepen op de locaties van het kabeltracé tijdens de aanleg van de kabel, in het bijzonder tijdens de aanleg zeer dicht bij de kust. Deze verstoring zal tijdelijk en plaatselijk zijn, en zal niet door elke kustbezoeker als negatief ervaren worden. De constructieactiviteiten van het eiland of de platformen zullen niet zichtbaar zijn vanaf het land. Tijdens de operationele fase zal het aantal scheepsbewegingen beperkt zijn. Tijdens de ontmantelingsfase kunnen gelijkaardige effecten verwacht worden als tijdens de constructiefase.

### 21.4 Grensoverschrijdende en cumulatieve effecten

Er worden geen grensoverschrijdende noch cumulatieve effecten verwacht.

### 21.5 Mitigerende maatregelen

Voor het informeren van de bevolking van de aard en de doelstelling van de werken dicht bij de kust, kan een informatiecampagne opgezet worden.

### 21.6 Monitoringprogramma

Er wordt geen monitoring voorgesteld.

### 21.7 Besluit

#### 21.7.1 Aanvaardbaarheid

Het project is aanvaardbaar voor wat betreft invloed op zeezicht en bevolking.

#### 21.7.2 Voorwaarden

Er worden geen voorwaarden gesteld.

#### 21.7.3 Aanbevelingen

- 1) Er wordt aanbevolen om tijdens het aanleggen van de kabels dicht bij de kust, het publiek lokaal te informeren over de aard en de doelstellingen van de werken.

### 21.7.4 Monitoring

Er wordt geen monitoring voorgesteld voor dit onderwerp.

## 22. Natuur-inclusief ontwerp

### 22.1 Inleiding

Het project, en in het bijzonder het eilandalternatief, biedt mogelijkheden om, vaak onafhankelijk van de verwachte impact, maatregelen te nemen tijdens de ontwerpfase, de constructiefase en de operationele fase die positief kunnen zijn voor soorten en habitats (*'Nature-inclusive design'*). Omdat ze (meestal) los staan van de effecten wordt hun toepassing niet als voorwaarde gesteld. Er is over dit onderwerp reeds ruim overleg gepleegd met stakeholders, en Elia heeft te kennen gegeven dat ze zich engageren om te onderzoeken welke maatregelen een hoog potentieel hebben voor positieve effecten voor de natuur, welke technisch haalbaar zijn, en hoe ze kosten-efficiënt en met een beperkte bijkomende impact (bv. uitstoot van broeikasgassen) kunnen uitgevoerd worden. Afhankelijk van budgettaire consequenties en mogelijke financiering zullen bepaalde maatregelen uitgevoerd worden. Mogelijk zijn voor een aantal van de maatregelen bijkomende vergunningen noodzakelijk.

Bepaalde voorstellen, zoals het overkappen van het eiland voor broedende vogels, of het plaatsen van add-ons op de erosiebescherming, zoals vishotels, 'reefballs', etc. wordt hier niet aangeraden.

### 22.2 Elementen van natuur-inclusief ontwerp

Hieronder worden maatregelen opgelijst die binnen dit onderwerp passen. Tenzij waar dit vermeld wordt, zijn ze beperkt tot het eilandalternatief. Deze lijst is niet-limitatief: andere nuttige maatregelen kunnen voorgesteld worden.

- 1) Aanpassing van de stormmuur rond het eiland zodat die geschikt wordt voor het broeden van klifbroedende vogelsoorten (zoals drieteenmeeuwen; designfase).
- 2) Aanpassing van de stormmuur aan de oostelijke zijde van het eiland zodat die geschikt wordt voor het broeden van klifbroedende vogelsoorten (operationele fase).
- 3) Ontwerp van de erosiebescherming als heterogeen oppervlak door het voorzien van stenen met verschillende grootte, een 3D-complexiteit (geen vlakke horizontale laag), complexe randen van de erosiebescherming en door het aanbrengen van schelpmateriaal/cultch. Op deze manier kan vermeden worden dat de aangroei gedomineerd wordt door *Metridium* (Zupan et al., submitted; design- en constructiefase, eiland- en platformalternatief). Gezien deze maatregel in verband staat met mogelijke effecten op grindbedden binnen en buiten habitatrichtlijngebied (ontwikkeling van een diverse en natuurlijke gemeenschap binnen grindbedden), wordt ze hier (gedeeltelijk) als voorwaarde opgenomen.
- 4) Verhogen van de heterogeniteit van de erosiebescherming door het plaatsen, verspreid over de erosiebescherming, van grotere rotsblokken; zo kan de biodiversiteit bevorderd worden, en worden kleine zones zonder fijn sediment gecreëerd (design- en constructiefase, eiland- en platformalternatief).
- 5) Het plaatsen van reliëfpanelen tegen de verticale wanden van de caissons in het subtidaal voor het verhogen van de structuur en zo van de biodiversiteit (design- en constructiefase).

- 6) Plaatsing van grind, als natuurlijk sediment in het nabije habitatrichtlijngebied, in de erosie-zones op geschikte plaatsen rond het eiland (design- en constructiefase).
- 7) Actief herstel van banken van de platte oester, bijvoorbeeld via inzaaien of door kweek ter plaatse (operationele fase).
- 8) Inrichting van een deel van de horizontale oppervlakte aan de oostzijde van het eiland (kade) voor grondbroedende zeevogels (operationele fase).
- 9) Voorzien van het haventje op het eiland van een intergetijdewand/landschap met intergetijdenpoelen om een 'natuurlijker milieu' na te bootsen (operationele fase).

### 22.3 Voorwaarden

- 1) De vergunninghouder informeert het bestuur vóór de aanvang van de werken op zee, en daarna minstens jaarlijks, over de vooruitgang van activiteiten die vallen onder natuur-inclusief ontwerp.
- 2) De erosiebescherming wordt aangelegd als een heterogeen oppervlak door het voorzien van stenen met verschillende grootte en het voorzien van een 3D-complexiteit.

### 22.4 Aanbevelingen

- 1) Er wordt aanbevolen om maatregelen binnen natuur-inclusief ontwerp toe te passen samen met een aangepast monitoringprogramma.

## 23. Cumulatieve en grensoverschrijdende effecten

Cumulatieve effecten betreffen effecten van verschillende activiteiten die gezamenlijk een impact hebben die groter, gelijk aan, of kleiner is dan de som van de effecten van de afzonderlijke activiteiten. Effecten kunnen elkaar versterken of opheffen. Momenteel is het bepalen van cumulatieve effecten vereist onder de Richtlijnen van de EU (strategische milieueffectbeoordeling en de KRMS).

Het vaststellen van cumulatieve effecten is zeer moeilijk voor activiteiten die elk afzonderlijk een andere, mogelijk niet-kwantificeerbare impact hebben op het milieu. Het betreft vaak *expert judgement*, en een kwantitatieve benadering is meestal niet mogelijk. Ondanks enkele jaren werk binnen een expertengroep heeft OSPAR geen inschatting van cumulatieve effecten opgenomen in het *Quality Status Report* (OSPAR, 2017), en er werd geen methode vooropgesteld. OSPAR werkt wel verder aan de ontwikkeling van methoden voor het inschatten van cumulatieve effecten, en heeft een niet-gekwantificeerd en voorlopig niet-concreet voorstel uitgewerkt voor één onderwerp (OSPAR, 2020). Een evaluatie over hoe cumulatieve effecten zouden kunnen ingeschat worden, wordt gegeven door Korpinen & Andersen (2016). Ook recentere voorstellen voor benadering van cumulatieve effecten blijven theoretisch, en duiden vaak op de uitdagingen om cumulatieve effecten te beschrijven, of grote onzekerheden, en op het probleem om het op een kwantitatieve manier voor te stellen (Willstead et al., 2017; Durning et al., 2019; Piet et al., 2021; Declerck et al., 2021; 2023).

Gezien de beperkte beschikbare methoden en mogelijkheden voor het inschatten van cumulatieve en grensoverschrijdende effecten, wordt dit onderwerp hier en in het MER noodzakelijkerwijs kwalitatief behandeld, en weergegeven bij elk hoofdstuk.

Het bestuur gaat akkoord met het beperkt aanwezig zijn van cumulatieve effecten, in het bijzonder tijdens de operationele fase. Het is zeer moeilijk deze te kwantificeren.



## 24. Beoordeling van de alternatieven

De alternatieven werden voorgesteld in het MER en deze beoordeling. Het bestuur gaat akkoord met de keuze van de alternatieven. Deze betreffen in het bijzonder de keuze van het eiland vs. platformen, de keuze van de locatie voor het eiland-alternatief, de kabeltracés, de keuze van technische uitvoering voor het ingraven van de kabels en de funderingen voor de platformen. De effecten van de alternatieven werden behandeld in het MER, en de beoordeling van elk alternatief voor wat de milieueffecten werd in deze MEB verder uitgebreid. De alternatieven werden behandeld voor wat betreft hun aanvaardbaarheid, en, waar relevant, werden aparte voorwaarden en een monitoringprogramma ontwikkeld.

## 25. Passende beoordeling

Het bestuur gaat grotendeels akkoord met het ontwerp passende beoordeling. De doelstellingen vooropgesteld voor de Natura 2000-gebieden nabij of in het projectgebied worden niet betekenisvol aangetast, en mogelijk heeft het project op langere termijn positieve gevolgen.

Uit het MER, de MEB en de passende beoordeling (BMM, 2023) blijkt dat mogelijke effecten, mits het naleven van voorwaarden, niet van die aard zijn dat ze de instandhoudingsdoelstellingen opgesteld voor andere, verder afgelegen Natura 2000-gebieden in het gedrang kunnen brengen.

De passende beoordeling (BMM, 2023) wordt bij deze MEB gevoegd als Bijlage 1.

## 26. Publieke consultatie

Het project werd aan een publieke consultatie onderworpen (zie Aanvraag en procedureverloop).

Er werden vanuit België opmerkingen ontvangen van:

- Stad Brugge
- Departement Omgeving
- Departement Landbouw en Visserij
- Defensie
- DG Scheepvaart
- Dienst Marien Milieu
- Dienst Continentaal Plat
- Departement Mobiliteit en Openbare Werken - Maritieme Toegang
- 4SEA

Er werden vanuit het buitenland opmerkingen ontvangen van:

- Denemarken

Bij de beoordeling van de milieueffecten werd, voor zover mogelijk, rekening gehouden met de opmerkingen en bezwaren. Antwoorden op de opmerkingen worden bij het advies aan de minister gevoegd.

## 27. Besluit

De aanvraag van Elia voor het verkrijgen van een milieuvergunning voor het MOG2-project werd onderzocht en beoordeeld door de experts van de BMM/OD Natuur. Het publiek werd geconsulteerd, en waar mogelijk werd rekening gehouden met de opmerkingen. De invloed van de aangevraagde activiteit en de voorgestelde alternatieven werden in deze beoordeling onderzocht voor de volgende disciplines:

- Klimaat, LCA en luchtkwaliteit (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en PM<sub>10</sub>)
- Geluid en trillingen
- Elektromagnetische velden en warmtedissipatie
- Hydrodynamica
- Sedimentologie - bodem
- Waterkwaliteit: fytoplankton en nutriëntencyclus
- Schadelijke stoffen in water en sediment
- Afval
- Benthos (macrobenthos, epibenthos), vis en harde substraten
- Zeezoogdieren
- (Zee)vogels en vleermuizen
- Risico's en veiligheid
- Cultureel erfgoed
- Interactie met andere menselijke activiteiten
- Zeezicht en invloed op de bevolking

Cumulatieve en grensoverschrijdende effecten werden, waar mogelijk, beoordeeld. Er werd een passende beoordeling opgesteld en een publieke consultatie gehouden.

### 27.1 Aanvaardbaarheid van het project

Op basis van de beoordelingen kan besloten worden dat zowel het caisson-eiland als de platformen aanvaardbaar zijn voor wat betreft de impact op het milieu. Alle kabeltracés zijn aanvaardbaar voor wat betreft de impact op het milieu.

Het bestuur wijst er echter op dat het platform-alternatief voor de meeste aspecten van het mariene milieu een meer beperkte impact heeft. Indien toch gekozen wordt voor het eiland-alternatief, dan wordt sterk aangeraden om te kiezen voor locatie West 1. Het bestuur kan niet oordelen over mogelijke toekomstige bijkomende functionaliteiten van het eiland-alternatief.

### 27.2 Milderende maatregelen

Milderende maatregelen worden vermeld bij elk hoofdstuk; er wordt voor maatregelen verwezen naar de voorwaarden en aanbevelingen.

### 27.3 Voorwaarden

Voor de voorwaarden relevant voor afzonderlijke thema's wordt verwezen naar de betreffende hoofdstukken.

Een bijkomende, niet-onderwerpspecifieke voorwaarde, is de volgende:

- 1) Na het project wordt alle infrastructuur (kabels, platformen, eiland) verwijderd.

Van deze voorwaarde kan, voor wat betreft de impact op het mariene milieu, afgeweken worden indien afdoende aangetoond werd dat minder ingrijpende maatregelen kunnen genomen worden die niet interfereren met toekomstige activiteiten in het gebied en die een meerwaarde hebben voor het milieu.

## 27.4 Aanbevelingen

Voor de aanbevelingen relevant voor afzonderlijke thema's wordt verwezen naar de betreffende hoofdstukken.

## 27.5 Monitoring en coördinatie

### 27.5.1 Algemene visie

Volgens artikel 22 van de MMM-wet van 11 december 2022 worden het monitoringsprogramma en de permanente milieueffectenonderzoeken uitgevoerd door of in opdracht van de BMM, op kosten van de houder van de vergunning. De vereiste monitoring wordt afgeleid van de te verwachten impact van de gemachtigde/vergunde activiteiten op het mariene milieu. Dergelijke monitoring is eveneens een vereiste overeenkomstig de uitvoering van onder meer de KRMS en OSPAR.

De doelstelling van de monitoring voor dit project is tweeledig:

- 1) Het vaststellen en kwantificeren van de effecten (*a posteriori*) als gevolg van de activiteit;
- 2) Het begrijpen van de effecten, zodat de verzamelde kennis kan gebruikt worden om toekomstige gelijkaardige activiteiten of volgende fasen van het project *a priori* bij te sturen en dus negatieve effecten op voorhand uit te sluiten.

Bij de monitoring dient zoveel mogelijk te worden samengewerkt met de vergunninghouder.

### 27.5.2 Voorgesteld programma

De algemene coördinatie van de monitoringprogramma's gebeurt door de BMM. Tabel 7 geeft de onderwerpen weer waarvoor een monitoring vereist is. Tabel 8 geeft een overzicht van de verdeling van de taken van de monitoring.

Het bestuur beschouwt deze werkverdeling als de meeste geschikte voor het wetenschappelijk en operationeel verloop van de monitoring en tevens de meeste economische, maar erkent dat andere verdelingen kunnen in overweging genomen worden. Als de machtiginghouder in overleg met het bestuur ervoor zou kiezen om bepaalde onderzoeken door derden te laten uitvoeren, dan dienen voorafgaand aan deze onderzoeken de methodiek en het monitoringprogramma ter goedkeuring voorgelegd te worden aan het bestuur met de garantie dat de door derden verworven gegevens volledig compatibel zijn met de reeds bestaande data. In voorkomend geval blijft het bestuur verantwoordelijk voor de beoordeling.

De resultaten van de door de vergunninghouder uitgevoerde onderzoeken worden aan de BMM geleverd in de vorm van ruwe en verwerkte data, geanalyseerd en becommentarieerd in een verklarend en besluitend rapport. Deze rapporten moeten na de monitoring ingediend worden.

Het projectgebied bevindt zich in zee in een openbaar domein waarover België rechtsbevoegdheid en internationale verplichtingen heeft. Hieruit vloeit voort dat alle monitoringgegevens eigendom worden van de Staat.

Ten behoeve van de ecologische monitoring en controle dient de vergunninghouder, op eigen kosten, mee te werken aan onder meer:

- 1) Het verschaffen van toegang aan onderzoekers tot de veiligheidszone van het eiland of platformen, onder de geldende voorwaarden voor toegang;
- 2) Het (laten) bevestigen van apparatuur zoals camera's op of aan (onderdelen) van het eiland of platform;
- 3) Het beschikbaar stellen van bandbreedte op de datakabel;
- 4) Het faciliteren van het transport van onderzoekers naar het eiland of platform met de vaartuigen van de vergunninghouder.

Tabel 7. Overzicht van de voorziene monitoring in het project

Onderwerp	Eiland-alternatief	Platformen-alternatief	Hoofdstuk in deze MEB
Geluid en trillingen	X	X	8
Elektromagnetische velden en warmtedissipatie	X	X	9
Hydrodynamica, sedimentologie, bodem	X	X	10 - 11
Fytoplankton en nutriëntencyclus	X	X	12
Afval	X	X	14
Benthos, vis en harde substraten	X	X	15
Zeezoogdieren	X		16
Zeevogels en vleermuizen	X	X	17

Tabel 8. Overzicht van de taakverdeling van de monitoring

Onderwerp	Taakverdeling
Geluid en trillingen	Vergunninghouder/BMM
Elektromagnetische velden en warmtedissipatie	Vergunninghouder
Hydrodynamica, sedimentologie, bodem	BMM/vergunninghouder
Fytoplankton en nutriëntencyclus	BMM/vergunninghouder
Afval	BMM
Benthos, vis en harde substraten	BMM
Zeezoogdieren	BMM
Zeevogels en vleermuizen	BMM

### 27.5.3 Schatting van het budget

Het budget werd geschat in overeenstemming met artikel 24, §2, van het KB MEB van 9 september 2003.

Op basis van de voorziene monitoring werden budgettaire tabellen opgesteld: Tabel 9a en Tabel 9b (werklast eilandscenario, respectievelijk platformscenario) en Tabel 10a en Tabel 10b (budget uitrusting en analyses eilandscenario, respectievelijk platformscenario). De onderzoeken die door of in opdracht van de vergunninghouder worden uitgevoerd, zijn niet inbegrepen in de budgettering. De kosten voor de BMM vermeld in de budgettaire tabellen (zie respectievelijke hoofdstukken) blijven dan beperkt tot de controle en de evaluatie van de resulterende rapporten.

Voor de schuldvordering worden de prestaties, in mandagen, vermenigvuldigd met het forfaitaire dagtarief, beschouwd als voldoende bewijs van de gemaakte kosten voor het personeel van de BMM en zijn werking. Voor de investeringsuitgaven zullen kopieën van inkoopfacturen als bewijs dienen.

De kostprijs van een forfaitair dagtarief bedraagt 628,56 € in basiswaarde (100%) van juni 2023, te indexeren volgens de index van de consumptieprijzen. Op jaarbasis wordt een berekening opgemaakt van de werkelijk gemaakte kosten. Deze berekening wordt doorgestuurd naar de vergunninghouder. De index gebruikt voor de schuldvordering is de gemiddelde index voor het desbetreffende gefactureerde jaar.

In de budgettering (Tabel 9; Tabel 10) is geen rekening gehouden met de kostprijs voor het gebruik van de Belgica. Hiervoor wordt een overzicht gepresenteerd per jaar, vanaf het eerste constructiejaar (hier ingesteld op 2024 – eventueel aan te passen bij latere aanvang van de werken; Tabel 11). Het forfaitaire dagtarief voor de Belgica (15.000€ per dag – indicatieve prijs juli 2023) dekt niet de volledige kostprijs, gezien vaak gezamenlijke campagnes georganiseerd worden met doelstellingen buiten dit project. Bovendien wordt geen opsplitsing gemaakt voor scheepstijd Belgica per monitoringopdracht: er worden vaak campagnes georganiseerd die meerdere doelen dekken binnen de monitoring van het huidige project (vb. combinatie monitoring sedimentologie, benthos en afval). Scheepstijd Belgica is noodzakelijk voor de volgende monitoringopdrachten: onderwatergeluid, afval, benthos, hydrodynamica, sedimentologie - bodem, vogels en vleermuizen, en zeezoogdieren. Eventueel kan, indien de Belgica niet beschikbaar is, of indien het niet opportuun is gebruik te maken van de Belgica, gebruik gemaakt worden van andere werkschepen, op kosten van de vergunninghouder – dit is zeker in voorliggend project relevant.

Alle vermelde bedragen zijn budgettaire ramingen. Ze moeten worden beschouwd als indicatief en maximaal. Voor de coördinatie van de monitoring en contacten met de vergunninghouder, worden voor elk jaar van de vergunning 15 mandagen voorzien. De monitoringdagen die niet zouden gebruikt zijn na 20 jaar, kunnen in monitoringjaar 21 en volgende, aangewend worden, indien dit noodzakelijk zou blijken, voor gelijkaardige monitoring zoals beschreven in de tabellen, tot uitputting van het totale aantal monitoringdagen dat voorzien was.

De BMM verbindt zich ertoe de kosten binnen het budget te houden, rekening houdend met de gewone indexstijging. Binnen deze budgettaire envelop behoudt de BMM het recht om het monitoringprogramma aan te passen aan de beschikbare middelen en de werklust tussen de verschillende posten te verschuiven, afhankelijk van de noodzaak ervan en de vooruitgang van de werken.

Tabel 9a. Globaal overzicht van het aantal mandagen voor de uitvoering van het monitoringprogramma voor het project in het eilandscenario (enkel BMM kosten; exclusief de investeringskosten)

Onderwerp	Dagen werk (MD) eilandscenario
Algemene coördinatie	300
Geluid en trillingen	76
Hydrodynamica, sedimentologie, bodem	2.389
Fytoplankton en nutriëntencyclus	85
Afval	250
Benthos, vis en harde substraten	7.854
Zeezoogdieren	245
Zeevogels en vleermuizen	1.020

Tabel 9b. Globaal overzicht van het aantal mandagen voor de uitvoering van het monitoringprogramma voor het project in het platformenscenario (enkel BMM kosten; exclusief de investeringskosten)

Onderwerp	Dagen werk (MD) platformenscenario
Algemene coördinatie	300
Geluid en trillingen	76
Hydrodynamica, sedimentologie, bodem	399
Fytoplankton en nutriëntencyclus	30
Afval	250
Benthos, vis en harde substraten	1.344
Zeevogels en vleermuizen	600

Tabel 10a. Overzicht van de kosten voor uitrusting, analyses en gebruik monitoringvliegtuig voor het uitvoeren van het project in het eilandscenario (enkel BMM)

Onderwerp	Budget eilandscenario*
Geluid en trillingen	33.600 €
Hydrodynamica, sedimentologie, bodem	33.500 €
Afval	25.000 €
Benthos, vis en harde substraten	415.000 €
Zeezoogdieren	72.600 €
Zeevogels en vleermuizen	81.000 €

\* Indicatieve prijzen juli 2023

Tabel 10b. Overzicht van de kosten voor uitrusting en analyses voor het uitvoeren van het project in het platformenscenario (enkel BMM)

Onderwerp	Budget platformenscenario*
Geluid en trillingen	33.600 €
Hydrodynamica, sedimentologie, bodem	33.500 €
Afval	25.000 €
Benthos, vis en harde substraten	265.000 €
Zeevogels en vleermuizen	16.000 €

\* Indicatieve prijzen juli 2023

Tabel 11. Schatting van het (maximum) aantal vaardagen van de Belgica voor het project, per jaar waarover de vergunning geldig is, en initieel ingesteld met 2024 als startjaar van de werken op zee of van een T<sub>0</sub>-monitoring

Jaar	Dagen Belgica Eilandscenario	Dagen Belgica platformscenario
2024	26	19
2025	32	24
2026	31	24
2027	31	24
2028	29	22
2029	26	22
2030	26	21
2031	26	21
2032	26	21
2033	26	21
2034	16	11
2035	0	0
2036	0	0
2037	16	11
2038	0	0
2039	0	0
2040	16	11
2041	0	0
2042	0	0
2043	16	11

## 28. Bijlagen aan de MEB

### Bijlage 1: Passende beoordeling

## Referenties

- Ahlén, I., Baagøe, H.J. & Bach, L., 2009. Behavior of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. *Journal of Mammalogy* 90(6): 1318-1323.
- Arnett, E. B., Baerwald, E. F., Mathews, F., Rodrigues, L., Rodríguez-Durán, A., Rydell, J., ... & Kingston, T., 2016. Bats in the anthropocene: conservation of bats in a changing world. <https://doi.org/10.1007/9783-319-25220-9>
- Barry, J.J., Buffington, J.M. & King, J.G., 2004. A general power equation for predicting bedload transport rates in gravel bed rivers. *Water Resources Research* 40: W10401.
- Belgische Staat, 2018. Actualisatie van de omschrijving van goede milieutoestand en vaststelling van milieudoelen voor de Belgische mariene wateren. Kaderrichtlijn Mariene Strategie – Art 9 & 10
- Belgische Staat, 2020. Actualisatie van het monitoringsprogramma voor de Belgische mariene wateren. Kaderrichtlijn Mariene Strategie – Art. 11. BMM, Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, Brussel, België, 58 pp
- Belgische Staat, 2022a. Stroomgebiedsbeheersplan voor de Belgische kustwateren voor de implementatie van de Europese Kaderrichtlijn Water (2000/60/EG) – 2022-2027. BMM, Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, Brussel, België, 108 pp.
- Belgische Staat, 2022b. Instandhoudingsdoelstellingen voor het Belgische deel van de Noordzee – Habitat- en Vogelrichtlijn – Herziening 2022. Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, DG Leefmilieu, Brussel, België: 27 pp
- BMM, 2004. Bouw en exploitatie van een windpark op de Thorntonbank in de Noordzee: Milieueffectenbeoordeling van het project ingediend door de n.v. C-Power, 156 pp.
- BMM, 2006. Milieueffectenbeoordeling van de Aanvraag van de n.v. C-Power tot wijziging van de vergunning en machtiging voor het bouwen, inclusief de aanleg van kabels, en het exploiteren van een min 216 - max 300 MW farshore windenergiepark op de Thorntonbank, 45 pp.
- BMM, 2007. Milieueffectenbeoordeling van het BELWIND offshore windpark op de Bligh Bank, 182 pp.
- BMM, 2009. Milieueffectenbeoordeling van het ELDEPASCO offshore windpark op de Bank zonder Naam, 169 pp.
- BMM, 2023. Passende beoordeling van de aanvraag van Elia Asset NV voor het verkrijgen van een milieuvergunning voor de installatie en exploitatie van het Modular Offshore Grid 2. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN), juli 2023.
- Boerema, A., Mathys, M., Berben, S., Cattrysse, A., Pandelaers, C., Van Damme, J., Depaepe, J., Gillis, L. & Roder, J., 2022a. Modular Offshore Grid 2 (MOG2) - Milieueffectenrapport. IMDC. Uitgevoerd in opdracht van Elia Asset NV. 800 pp.
- Boerema, A., Pandelaers, C. & Depaepe, J., 2022b. MOG2 – Milieueffectenrapport, niet-technische samenvatting. Rapport 23 december 2022, versie 1.0. I/RA/11614/21.160/ABE. IMDC. Uitgevoerd in opdracht van Elia Asset NV. 257 pp.
- Bochert, T. & Zettler, M., 2004. Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 25: 498-502.
- Bolle, A., Mathys, M. & Haerens, P., 2013. How the Belgian wind farm business made us discover the challenging environment of marine sand dunes. In: V. Van Lancker and T. Garlan (eds.). *Proceedings of 4th International Conference on Marine and River Dune Dynamics*, 15-16 April 2013, Brugge, Belgium, 45-52.
- Boshamer, J. & Bekker, J., 2008. Nathusius' Pipistrelles (*Pipistrellus nathusii*) and other species of bats on offshore platforms in the Dutch sector of the North Sea. *Lutra* 51(1): 17.
- Brabant, R., Laurent, Y., Jonge Poerink, B. & Degraer, S., 2021. The relation between migratory activity of *Pipistrellus* bats at sea and weather conditions offers possibilities to reduce offshore wind farm effects. *Animals* 11: 3457, doi:10.3390/ani11123457.
- Brandt, M., Dragon, A., Diederichs, A., Schubert, A., Kosarev, V., Nehls, G., Wahl, V., Michalik, A., Braasch, A., Hinz, C., Ketzner, C., Todeskino, D., Gauger, M., Laczny, M. & Piper, W., 2016. Effects of offshore pile driving on harbour porpoise abundance in the German Bight: assessment of noise effects. Report by BioConsult SH, IBL Umweltplanung GmbH, and Institute of Applied Ecology (IfAO). 262 pp.



- Brandt, M.J., Dragon, A.C., Diederichs, A., Bellmann, M.A., Wahl, V., Piper, W., Nabe-Nielsen, J. & Nehls, G., 2018. Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 596: 213–232.
- Cathie Group, 2021. MOG2 Energy island West data summary report.vC1252R01-01.
- Cook, A. & Burton, N., 2010. A review of the potential impacts of marine aggregate extraction on seabirds. Marine Environment Protection Fund (MEPF) Project 09/P130.
- Daro, M.-H., Breton, E., Antajan, E., Gasparini, S. & Rousseau, V., 2006. Do *Phaeocystis* colony blooms affect zooplankton in the Belgian Coastal Zone? In: V. Rousseau, C. Lancelot & D. Cox [eds.]. *Current status of eutrophication in the Belgian coastal zone*. Presses Universitaires de Bruxelles. p. 61–72.
- Declerck, M., Trifonova, N., Black, J., Hartley, J. & Scott, B.E., 2021. A new strategic framework to structure cumulative impact assessment (Cia). In: *Proceedings of the European Wave and Tidal Energy Conference: 2232-1–2232-9*.
- Declerck, M., Trifonova, N., Hartley, J. & Scott, B.E., 2023. Cumulative effects of offshore renewables: From pragmatic policies to holistic marine spatial planning tools. *Environmental Impact Assessment Review* 101: 107153. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107153>
- DECC, 2008a. Review of Round 1 sediment process monitoring data – lessons learnt. Department of Energy and Climate Change. A Report for the Research Advisory Group. Final Report, 23 pp + App. (107 pp).
- DECC, 2008b. Dynamics of scour pits and scour protection – Synthesis report and recommendations (Milestones 2 and 3). Department of Energy and Climate Change. A Report for the Research Advisory Group. Final Report, 18 pp + App. (96 pp).
- Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B. (Eds.), 2013. *Environmental impacts of the offshore windfarms in the Belgian part of the North Sea: learning from the past to optimize future monitoring programmes*. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels.
- Degraer, S., Carey, D.A., Coolen, J., Hutchison, Z., Kerckhof, F., Rumes, B. & Vanaverbeke, J., 2020. Offshore wind farm artificial reefs affect ecosystem structure and functioning: A synthesis. *Oceanography* 33(4): 48-57. <https://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2020.405>
- Degraer, S., Brabant, R., Rumes, B. & Vigin, L. (eds), 2022. *Environmental impacts of offshore wind farms in the Belgian Part of the North Sea: getting ready for offshore wind farm expansion in the North Sea. Memoirs on the Marine Environment*. Brussels: Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Natural Environment, Marine Ecology and Management, 106 pp.
- Dehnhardt, G., Mauck, B., Hanke, W. & Bleckmann, H., 2001. Hydrodynamic trail-following in harbor seals (*Phoca vitulina*). *Science*, 293: 102–104.
- Derous, S., Vincx, M., Degraer, S., Deneudt, K., Deckers, P., Cuvelier, D., Mees, J., Courtens, W., Stienen E.W.M. & Hillewaert, H., 2007. A biological valuation map for the Belgian part of the North Sea (BWZEE). Research in the framework of the BELSPO programme ‘Global chance, ecosystems and biodiversity’ – SPSDII.
- Dibke, C., Fischer, M., Scholz-Böttcher, B.M., 2021. Microplastic mass concentrations and distribution in German Bight waters by pyrolysis–gas chromatography–mass spectrometry/thermochemolysis reveal potential impact of marine coatings: Do ships leave skid marks? *Environ. Sci. Technol.* 55: 2285-2295.
- Dienst Marien Milieu & KBIN-OD Natuur (2022). EDEN2000-onderzoek - Exploring options for a nature-proof development of offshore wind farms inside a Natura 2000 area. Federale Overheidsdienst Volksgezondheid.
- Dulière, V., Gypens, N., Lancelot, C., Luyten, P. & Lacroix, G., 2019. Origin of nitrogen in the English Channel and Southern Bight of the North Sea ecosystems. *Hydrobiologia*. doi:10.1007/s10750-017-3419-5
- Dulière V., Baetens K. & Lacroix G., 2020. Potential impact of wash water effluents from scrubbers on water acidification in the southern North Sea. Final project report. Royal Belgian Institute of Natural Sciences. Operational Directorate Natural Environment, Ecosystem Modelling. 31 pp
- Durning, B., Broderick, M. & Broderick, M., 2019. Development of cumulative impact assessment guidelines for offshore wind farms and evaluation of use in project making farms and evaluation of use in project making. *Impact Assess. Project Apprais.* 37(2): 124–138. <https://doi.org/10.1080/14615517.2018.1498186>.
- Elia Asset NV, 2013. Belgian Offshore Grid, Milieueffectenrapport. Prepared by IMDC, 575 pp.

- Endres, S., Maes, F., Hopkins, F., Houghton, K., Mårtensson, E.M., Oeffner, J., Quack, B., Singh, P. & Turner, D., 2018. A new perspective at the ship-air-sea-interface: The environmental impacts of exhaust gas scrubber discharge. *Front Mar Sci*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00139>
- Energistyrelsen, 2022. North Sea energy island. Framework for the coming draft plan to be used for the strategic environmental assessment. Centre for Energy Islands, 19 pp. ([https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/en\\_framework\\_for\\_the\\_coming\\_draft\\_plan\\_for\\_the\\_sea.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/en_framework_for_the_coming_draft_plan_for_the_sea.pdf))
- EPHEMARE, 2019. Ecotoxicological effects of microplastics in marine ecosystems. JPI Oceans project. Final project report. <http://jpi-oceans.eu/ephemare>.
- EU, 2022. Fit for 55 in 2030: Parliament wants a more ambitious Emissions Trading System. <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20220603IPR32158/fit-for-55-in-2030-parliament-wants-a-more-ambitious-emissions-trading-system>.
- EUSeaMap, 2021. EMODnet broad-scale seabed habitat map for Europe.
- European Commission, 2021. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union, Decision (EU) 2015/1814 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme and Regulation (EU) 2015/757. Brussels.
- Evans, W.R., Akashi, Y., Altman, N.S. & Manville, A.M., 2007. Response of night-migrating songbirds in cloud to coloured and flashing light. *North American Birds* 60: 467-488.
- Fettweis, M., Schartau, M., Desmit, X., Lee, B.J., Terseleer, N., Van der Zande, D., Parmentier K. & Riethmüller R., 2022a. Organic matter composition of biomineral flocs and its influence on suspended particulate matter dynamics along a nearshore to offshore transect. *J. Geophys. Res. Biogeosciences* 127: e2021JG006332. doi:10.1029/2021JG006332
- Fettweis, M., Baeye, M. & Van den Eynde, D., 2022b. Monitoring en Modelleren van het cohesieve sedimenttransport en evaluatie van de effecten op het mariene ecosysteem ten gevolge van bagger- en stortoperaties (MOMO). Activiteitenrapport 1 juli – 31 december 2021. Rapport MOMO/09/MF/202204/NL/AR/6, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Operationele Directie Natuurlijk Milieu, Brussel, België, 77 pp.
- Furness, R.W., Wade, H.M. & Masden, E.A., 2013. Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms. *Journal of environmental management* 119: 56-66.
- Galagan, C., Isaji, T. & Swanson, C., 2005. Estimates of seabed scare recovery from jet plow cable burial operations and possible cable exposure on Horseshoe Shoal from sand wave migration. ASA Report 05-128, Appendix 3.14-A, 16 pp.
- Geelhoed S., Verdaat H. & T. Wilkes., 2022. Effect of electromagnetic fields generated by Borssele export cables on harbour porpoise acoustic activity. Wageningen Marine Research, Den Helder, 31 pp.
- Gill, A.B., Gloyne-Phillips, I., Neal, K.J. & Kimber, J.A., 2005. Cowrie 1.5 Elektromagnetic Fields Review: The potential effects of electromagnetic fields generated by sub-sea power cables associated with offshore wind farm developments on electrically and magnetically sensitive marine organisms – a review. 90pp.
- Gill, A.B., Huang, Y., Spencer, J. & Gloyne-Phillips, I., 2012a. Electromagnetic fields emitted by high voltage alternating current offshore wind power cables and interactions with marine organisms. Institution of engineering and technology, IET electromagnetics in current and emerging and power systems, University of Liverpool, UK.
- Gill, A.B., Bartlett, M. & Thomsen, F., 2012b. Potential interactions between diadromous fishes of U.K. conservation importance and the electromagnetic fields and subsea noise from marine renewable energy developments. *Journal of Fish Biology* 81: 664-695. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03374.x>
- Gill, A.B., 2023. Effects of subsea cable electromagnetic fields on the non-reproductive behaviour of sensitive receptor species. In: Degraer, S., Brabant, R. & Vanaverbeke, J. (eds.). EDEN 2000 – Exploring options for a nature-proof development of offshore wind farms inside a Natura 2000 area. *Memoirs on the Marine Environment*. Brussels: Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Natural Environment, Marine Ecology and Management.
- Gillis, L.G., 2022. MOG2 - Life Cycle Analysis (LCA). Report 21 December 2022, version 2.0. I/RA/11614/21.182/LGG/ABE. IMDC. Uitgevoerd in opdracht van Elia Asset NV. 44 pp.
- Gilsdorf, J.M., Hygnstrom, S.E. & Vercauteren, K.C., 2002. Use of frightening devices in wildlife damage management. *Integrated Pest Management Reviews* 7: 29–45.

- Gomez, B. & Church, M. 1989. An assessment of bed load sediment transport formulae for gravel bed rivers. *Water Resources Research* 25(6): 1161–1186.
- Gray, J.S., 2006. Minimizing environmental impacts of a major construction: The Øresund Link. *Integrated environmental assessment and management* 2(2): 196-199.
- Haelters, J., Van Roy, W., Vigin, L. & Degraer, S., 2012. The effect of pile driving on harbour porpoises in Belgian waters. In: S. Degraer et al. (Eds.). *Offshore windfarms in the Belgian part of the North Sea: heading for an understanding of environmental impacts*. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels: 127-143.
- Haelters, J., Dulière, V., Vigin, L. & Degraer, S., 2015. Towards a numerical model to simulate the observed displacement of harbour porpoises *Phocoena phocoena* due to pile driving in Belgian waters. *Hydrobiologia* 756(1): 105-116. DOI: 10.1007/s10750-014-2138-4.
- Haelters, J., Devolder, M., Rumes, B., Vigin, L. & Norro, A., 2018. Impulsief geluid. In: K. De Cauwer & S. Van Gaever (Eds). *Herziening van de initiële beoordeling voor de Belgische mariene wateren. Kaderrichtlijn Mariene Strategie – Art 8 lid 1a & 1b. BMM, Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, Brussel, België: 160-169.*
- Haelters J., Kerckhof F., Moreau K., Rumes B., Potin M., Jauniaux T. & Vercayie D., 2019. Strandingen en waarnemingen van zeezoogdieren en opmerkelijke andere soorten in België in 2018. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen.
- Haelters, J., Moreau, K. & Kerckhof, F., 2023. Zeezoogdieren in België in 2022 (Mammifères marins en Belgique en 2022). Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Brussel. 34pp.
- Hüppop, O., Dierschke, J., Exo, K.M., Fredrich, E. & Hill R., 2006. Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines. *Ibis* 148: 90-109.
- Hüppop, O., Hüppop, K., Dierschke, J. & Hill, R., 2016. Bird collisions at an offshore platform in the North Sea. *Bird Study* 63:73–82. <https://doi.org/10.1080/00063657.2015.1134440>
- Ijzer, S., 2010. Influence of surface waves on sand wave migration and asymmetry. Graduation report, June 2010, Dep. Civiele Techniek en Management, Universiteit Twente, 96 pp.
- IMDC, 2022. Plume modelling MER MOG2. Report 20 December 2022, version 2.0. I/RA/11614/22.125/TWO/. Uitgevoerd in opdracht van Elia Asset NV.
- IMO NCSR 7/INF.15. Routing measures and mandatory ship reporting systems (A13), Report from the World Association for Waterborne Transport Infrastructure (PIANC) on Interaction between offshore wind farms and maritime navigation, Submitted by France and the Netherlands, 12/11/2019
- International Stainless Steel Forum, 2021. Stainless steels and CO<sub>2</sub>; industry emissions and related data. Stainless Steel World Publisher.
- ITF, 2020. Future maritime trade flows: summary and conclusions. ITF Roundtable Reports 178, 26 pp. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/future-maritime-trade-flows.pdf>
- Jensen, A. & Lyngby, J.E., 1999. Environmental management and monitoring at the Øresund Fixed Link. *Terra et Aqua* 74: 10-20.
- Jomopans, 2022. Final report. Joint Monitoring Programme for Ambient Noise North Sea (2018-2021). <https://northsearegion.eu/jomopans/news/soundscape-maps-of-north-sea/>
- Kastelein, R.A., van Heerden, D., Gransier, R. & Hoek, L., 2013. Behavioral responses of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) to playbacks of broadband pile driving sounds. *Mar. Environ. Res.* 92, 206–214. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.09.020>
- KBIN-OD Natuur, 2022. Permeable sediments, 11 pp.
- Kimber, J.A., Sims, D.W., Bellamy, P.H. & Gill, A.B., 2011. The ability of a benthic elasmobranch to discriminate between biological and artificial electric fields. *Marine Biology* 158: 1-8. <https://doi.org/10.1007/s00227-010-1537-y>
- Kint, L., Hademenos, V., De Mol, R., Stafleu, J., van Heteren, S., & Van Lancker, V., 2021. Uncertainty assessment applied to marine subsurface datasets. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology* 54(1):, qjeh2020-028.
- Kleinans, M.G., Wilbers, A.W.E., De Swaaf, A. & Van den Berg, J.H., 2002. Sediment supply-limited bedforms in sand-gravel bed rivers. *Journal of Sedimentary Research* 72: 629-640.

- Knudsen, B., Lallana, A.L. & Ledermann, L., 2022. NO<sub>x</sub> emissions from ships in Danish waters. Assessment of current emission levels and potential enforcement models. The Danish Environmental Protection Agency. ISBN: 978-87-7038-384-4
- Korpinen, S. & Andersen, J.H., 2016. A global review of cumulative pressure and impact assessments in marine environments. *Frontiers in Marine Science* 3(153). DOI: 10.3389/fmars.2016.00153
- Labeur, R.J., 2009. Finite element modelling of transport and non-hydrostatic flow in environmental fluid mechanics. Ph.D. Thesis, Delft University of Technology, Delft.
- Labeur, R.J. & Wells, G.N., 2012. Energy stable and momentum conservative interface stabilised Finite Element Method for the incompressible Navier-Stokes equations. *SIAM Journal on Scientific Computing* 34(2): A889-A913.
- Lagerveld, S., Jonge Poerink, B., Haselager, R. & Verdaat, H., 2014. Bats in Dutch offshore wind farms in autumn 2012. *Lutra* 57: 61–69.
- Lajaunie, M., Ollivier, B., Ceyrac, L., Dellong, D. & Le Courtois, F. 2023: Large-scale simulation of a shipping speed limitation measure in the Western Mediterranean Sea: effects on underwater noise. *Journal of Marine Science and Engineering* 11: 251. <https://doi.org/10.3390/jmse11020251>
- Lauwaert, B., Bekaert, K., Berteloot, M., De Backer, A., Derweduwen, J., Dujardin, A., Fettweis, M., Hillewaert, H., Hoffman, S., Hostens, K., Ides, S., Janssens, J., Martens, C., Michiels, T., Parmentier, K., Van Hoey, G. & Verwaest, T. 2009. Synthesis report on the effects of dredged material disposal on the marine environment (licensing period 2008-2009). MUMM, ILVO, CD, aMT, WL report BL/2009/01, 73 pp. [http://www.mumm.ac.be/Downloads/News/synthesis\\_report\\_PW\\_2009.pdf](http://www.mumm.ac.be/Downloads/News/synthesis_report_PW_2009.pdf).
- Lensink, R., van Gasteren, H., Hustings, F., Buurma, L.S., van Duin, G., Linnartz, L., Vogelzang, F. & Witkamp, C., 2002. Vogel trek over Nederland 1976–1993. Schuyt & Co, Haarlem.
- Leopold, M.F. & Camphuysen, K.C.J., 2007. Did the pile driving during the construction of the Offshore Wind Farm Egmond aan Zee, the Netherlands, impact local seabirds? *NoordzeeWind Rapport OWEZ R 221 Tc 20070525*. 28 pp.
- Leopold, M.F., Boonman, M., Collier, M.P., Davaasuren, N., Fijn, R.C., Gyimesi, A., de Jong, J., Jongbloed, R.H., Jonge Poerink, B., Kleyheeg-Hartman, J.C., et al., 2014. A first approach to deal with cumulative effects on birds and bats of offshore wind farms and other human activities in the southern North Sea. IMARES: Wageningen, Report C166/14. 188 pp.
- Levenson, D.H. & Schusterman, R. J., 1999. Dark adaptation and visual sensitivity in shallow and deep-diving pinnipeds. *Marine Mammal Science* 15(4): 1303–1313.
- Maturana, O., Tonina, D., McKean, J.A., Buffington, J.M., Luce, C.H. & Caamaño, D., 2014. Modeling the effects of pulsed versus chronic sand inputs on salmonid spawning habitat in a low-gradient gravel-bed river. *Earth Surface Processes and Landforms* 39(7): 877-889.
- MCA, 2022. Safety of Navigation: Guidance to mariners operating in the vicinity of UK offshore renewable energy installations (OREIs). UK Maritime Coastguard Agency, (MCA), MGN 372 Amendment 1 (M+F). Published 4 November 2022
- Ménesguen, A., Desmit, X., Dulière, V., Lacroix, G., Thouvenin, B., Thieu, V. & Dussauze, M., 2018. How to avoid eutrophication in coastal seas? A new approach to derive river-specific combined nitrate and phosphate maximum concentrations. *Sci. Total Environ.* 628–629: 400–414. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.02.025
- MEPC, 2008. Amendments to the technical code on control of emission of nitrogen oxides from marine diesel engines (NO<sub>x</sub> Technical Code 2008). International Maritime Organisation, London.
- Morelissen, R., Hulscher, S., Knaapen, M.A.F., Németh, A.A. & Bijker, R., 2003. Mathematical modelling of sand wave migration and the interaction with pipelines. *Coastal Engineering* 48: 197-209.
- Murray, R.W., 1974. The ampullae of Lorenzini. In: Fessard, A. (Ed). *Electroreceptors and other specialized organs in lower vertebrates*. Springer-Verlag, New-York: 125-146.
- Newton, K.C., Gill, A.B. & Kajiura, S.M., 2019. Electroreception in marine fishes: chondrichthyans. *Journal of Fish Biology* 95(1): 135-154. <https://doi.org/10.1111/jfb.14068>
- Normandeau Associates, Inc., Exponent, Inc., Tricas, T. & Gill, A., 2011. Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranchs and other marine species. U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Regulation, and Enforcement, Pacific OCS Region, Camarillo, CA. OCS Study BOEMRE 2011-09.

- Nedwell, J.R., Brooker, A.G. & Barham, R.J., 2012. Assessment of underwater noise during the installation of export power cables at the Beatrice Offshore Wind Farm. Subacoustech Environmental Report No. E318R0106.
- Németh, A.A., 2003. Modelling offshore sand waves. PhD Thesis, University of Twente, 141 pp.
- Norro, A., 2020. An evaluation of the noise mitigation achieved by using double big bubble curtains in offshore pile driving in the southern North Sea. In: Degraer, S., Brabant, R., Rumes, B., Vigin, L. (Eds). Empirical evidence inspiring priority monitoring, research and management. Brussels: Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Natural Environment, Marine Ecology and Management.
- Norro, A., Rumes, B. & Degraer, S., 2013. Differentiating between underwater construction noise of monopile and jacket foundations for offshore windmills: a case study from the Belgian part of the North Sea. The Scientific World Journal, special issue: 897624. <https://doi.org/10.1155/2013/897624>
- OSPAR, 2008. Background Document on potential problems associated with power cables other than those for oil and gas activities. Publication Number 370/2008, 50 pp.
- OSPAR, 2012. Guidelines on best environmental practice (BEP) in cable laying and operating. OSPAR Commission: London, UK.
- OSPAR, 2023. Quality Status Report. <https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/quality-status-reports/qsr-2023/>
- Pandelaers, C., 2022. MOG2 - Ontwerp passende beoordeling. Rapport 22 december 2022, versie 2.0. I/RA/11614/22.164/CPA/. Uitgevoerd in opdracht van Elia Asset NV.
- Pannetier, P., Morin, B., Le Bihanic, F., Dubreil, L., Clérandeau, C., Chouvellon, F., Van Arkel, K., Danion, M. & Cachot, J., 2020. Environmental samples of microplastics induce significant toxic effects in fish larvae. Environ Int 134: 105047. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105047>.
- Paoletti, S., Degraer, S., Van Lancker, V. & Van Hoey, G., 2021. Study assignment to determine the conservation status of the Vlakte van de Raan Natura 2000 area. Final report commissioned by the Federal Public Service Health, Food Chain Safety and Environment. Brussels, Belgium, 49 pp.
- Paoletti, S., Brabant, R., Degraer, S., Strammer, I., Sigray, P., Rolleberg, N., Stewart, B.G., Aerts, J., Hutchison, Zoë & Gill, A., 2023. The effect of electromagnetic fields generated by an alternating current cable on the early-life stages of marine species. In: Degraer, S., Brabant, R. & Vanaverbeke, J. (eds.). EDEN 2000 – Exploring options for a nature-proof development of offshore wind farms inside a Natura 2000 area. Memoirs on the Marine Environment. Brussels: Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Natural Environment, Marine Ecology and Management.
- PIANC, 2018. Interaction between offshore wind farms and maritime navigation. Maritime Navigation Commission, PIANC Report 161.
- Piet, G.J., Tamis, J.E., Volwater, J., de Vries, P., van der Wal, J.T. & Jongbloed, R.H., 2021. A roadmap towards quantitative cumulative impact assessments: every step of the way. Sci. Total Environ. 784: 146847. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146847>.
- PLASTOX, 2019. Direct and indirect ecotoxicological impacts of microplastics on marine organisms. JPI Oceans project. Final project report. <https://www.sintef.no/projectweb/plastox/>.
- Purnell, P., 2013. The carbon footprint of reinforced concrete. Advances in Cement Research 25, 362–368. <https://doi.org/10.1680/adcr.13.00013>
- Populus, J., Vasquez, M., Albrecht, J., Manca, E., Agnesi, S., Al Hamdani, Z., Andersen, J., Annunziatellis, A., Bekkby, T., Bruschi, A., Doncheva, V., Drakopoulou, V., Duncan, G., Inghilesi, R., Kyriakidou, C., Lalli, F., Lillis, H., Mo, G., Muresan, M., Salomidi, M., Sakellariou, D., Simboura, M., Teaca, A., Tezcan, D., Todorova, V. & Tunesi L., 2017. EUSeaMap, a European broad-scale, seabed habitat map. 174p. <http://doi.org/10.13155/49975>
- Rebke, M., Dierschke, V., Weiner, C.N., Aumüller, R., Hill, K. & Hill, R., 2019. Attraction of nocturnally migrating birds to artificial light: the influence of colour, intensity and blinking mode under different cloud cover conditions. Biological Conservation 233: 220–227. doi:10.1016/j.biocon.2019.02.029.
- Robinson, S.P., Theobald, P.D., Hayman, G., Wang, L.S., Lepper, P., Humphrey, V. & Mumford, S., 2011. Measurement of noise arising from marine aggregate dredging operations. Marine Aggregate Levy Sustainability Fund, Report MEP F 09/P108 (ISBN 978 0907545 57 6).

- Rodrigues, L., Bach, L., Dubourg-Savage, M.J., Karapandža, B., Kovac, D., Kervyn, T., Dekker, J., Kepel, A., Bach, P., Collins, J., et al., 2014. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects; EUROBATS Publication Series. UNEP/EUROBATS Secretariat: Bonn, Germany. 133 pp., ISBN 978-92-95058-30-9.
- Rose, A., Brandt, M., Vilela, R., Diederichs, A., Schubert, A., Kosarev, V., Nehls, G., Volkenandt, M., Wahl, V., Michalik, A., Wendeln, H., Freund, A., Ketzer, C., Limmer, B., Laczny, M. & Piper, W., 2019. Effects of noise-mitigated offshore pile driving on harbour porpoise abundance in the German Bight 2014-2016 (Gescha 2). IBL Umweltplanung GmbH.
- Ruddick, K. & Lacroix, G., 2006. Hydrodynamics and meteorology of the Belgian Coastal Zone, p. 1–15. In: V. Rousseau, C. Lancelot, and D. Cox [eds.]. Current status of eutrophication in the Belgian coastal zone. Presses Universitaires de Bruxelles.
- Roos, P.C., 2008. Wie een kuil graft. Conceptueel 17(2): 8-11.
- Rumes, B., Di Marcantonio, M., Brabant, R., Dulière, V., Degraer, S., Haelters, J., Kerckhof, F., Legrand, S., Norro, A., Van den Eynde, D., Vigin, L. & Lauwaert, B., 2011. Milieueffectenbeoordeling van het Norther offshore windpark ten zuidoosten van de Thorntonbank. BMM, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Brussel, 190 pp.
- Rumes, B., Di Marcantonio, M., Brabant, R., Degraer, S., Haelters, J., Kerckhof, F., Van den Eynde, D., Norro, A., Vigin, L. & Lauwaert, B., 2012. Milieueffectenbeoordeling van het Rentel offshore windpark ten noordwesten van de Thorntonbank en ten zuidoosten van de Lodewijkbank. BMM, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Brussel, 206 pp.
- Rumes, B., Di Marcantonio, M., Brabant, R., De Mesel, I., Dulière, V., Haelters, J., Kerckhof, F., Norro, A., Van den Eynde, D., Vigin, L. & Lauwaert, B., 2013. Milieueffectenbeoordeling van het Seastar offshore windmolenpark ten noordwesten van de Lodewijkbank en ten zuidoosten van de Bligh Bank. Onderzoek van de aanvraag van de thv Seastar voor een vergunning en machtiging voor de aanleg en de exploitatie van verbindingkabels voor elektriciteit van een windmolenpark in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België. Beheerseenheid Mathematische Model Noordzee, Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Brussel, 200 pp.
- Rumes, B., Di Marcantonio, M., Brabant, R., De Mesel, I., Degraer, S., Haelters, J., Kerckhof, F., Norro, A., Schallier, R., Van den Eynde, D., Vigin, L. & Lauwaert, B., 2014. Milieueffecten-beoordeling van het Belgian Offshore Grid. Onderzoek van de aanvraag van de nv Elia Asset voor de machtiging en vergunning voor de bouw en de exploitatie van het Belgian Offshore Grid (BOG) in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België. Beheerseenheid Mathematische Model Noordzee, Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Brussel, 185 pp.
- Rumes, B., Di Marcantonio, M., Brabant, R., De Mesel, I., Dulière, V., Haelters, J., Kerckhof, F., Norro, A., Van den Eynde, D., Vigin, L. & Lauwaert, B., 2015. Milieueffecten-beoordeling van het MERMAID offshore windmolenpark ten noordwesten van de Bligh Bank. Onderzoek van de aanvraag van de thv Mermaid voor een vergunning en machtiging voor de aanleg en de exploitatie van verbindingkabels voor elektriciteit van een windmolenpark in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België. Beheerseenheid Mathematisch Model Noordzee, Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Brussel, 233 pp.
- Rumes, B., Debusschere, E., Reubens, J., Norro, A., Haelters, J., Deneudt K. & Degraer, S., 2017. Determining the spatial and temporal extent of the influence of pile driving noise on harbour porpoises. In: S. Degraer et al. (Eds). 2016. Environmental impacts of offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: A continued move towards integration and quantification. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels: 129-141.
- Rumes, B., Debusschere, E., Reubens, J., Norro, A., Haelters, J., Deneudt, K. & Degraer, S., 2017. Influence of pile driving sound on harbor porpoises. In: Degraer, S. et al. (Eds.). Environmental impacts of offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: A continued move towards integration and quantification. Memoirs on the Marine Environment. Royal Belgian Institute of Natural Sciences.
- Rumes, B. & Degraer, S., 2020. Fit for porpoise? Assessing the effectiveness of underwater sound mitigation measures. In: Degraer, S. et al. Environmental impacts of offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Empirical evidence inspiring priority monitoring, research and management. Memoirs on the Marine Environment. pp. 29-41.
- Rumes, B. & Zupan, M., 2021. Effects of the use of noise-mitigation during offshore pile driving on harbour porpoise (*Phocoena phocoena*). In: Degraer, S. et al. Environmental impacts of offshore wind farms in the

- Belgian part of the North Sea: Attraction, avoidance and habitat use at various spatial scales. *Memoirs on the Marine Environment*. pp. 19-31.
- Rumes, B. & Degraer, S., 2022a. Underwater sound and its effects on marine mammals in Belgian waters: a summary of the state of the art. MARECO, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen. Operationele Directie Natuurlijk Milieu.
- Rumes, B. & Degraer, S., 2022b. Increased turbidity and its effects on marine mammals in Belgian waters: a summary of the state of the art. MARECO, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen. Operationele Directie Natuurlijk Milieu.
- Rusch, A., Huettel, M. & Forster, S., 2000. Particulate organic matter in permeable marine sands – dynamics in time and depth. *Estuarine, coastal and shelf science* 51(4): 399-414.
- Russell, R.W., 2005. Interactions between migrating birds and offshore oil and gas platforms in the northern Gulf of Mexico: Final Report. OCS Study MMS 2005-009. U.S. Department of the Interior - Minerals Management Service, New Orleans.
- Rydell, J., Bach, L., Dubourg-Savage, M.J., Green, M., Rodrigues, L. & Hedenström, A., 2010. Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica*, 12(2), 261-274.
- Rydell, J., Engström, H., Hedenström, A., Larsen, J. K., Petterson, J. & Green, M., 2012. The effect of wind power on birds and bats power - a synthesis. <http://mhk.pnl.gov/publications/effect-wind-power-birds-and-bats-synthesis>
- SCIPPER, 2023. The Scipper Project. EU Horizon 2020. <https://www.scipper-project.eu/>, geraadpleegd 15 april 2023.
- Shen, X., Toorman, E., Lee, B.J. & Fettweis, M., 2019. Effects of aquatic biofilms on flocculation processes of cohesive sediments: A modeling approach. *Journal of Geophysical Research*. <https://doi.org/10.1029/2018JC014493>
- Steenman, Y. & Kroon, A., 2022. Long-term EIA morphological modelling of the MOG2 island - Modelling the long-term morphological effect of the EIA island on Natura2000 and gravel beds. Svašek hydraulics. 2094/U22319/E/AKR. Uitgevoerd in opdracht van Elia Asset NV.
- Stienen E.W.M. & Kuijken E., 2003. Het belang van de Belgische zeegebieden voor zeevogels. Rapport IN.A.2003.208, 33 pp.
- Svašek, 2022. Memo: MOG2 eliminated alternatives. Svašek Hydraulics. 2094/U22391/B/YSTE
- Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N. & Carlier, A., 2018. A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 96: 380-391. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.07.026>
- Tasker, M.L., Jones, P.H., Dixon, T.J. & Blake, B.F., 1984. Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardised approach. *Auk* 101: 567-577.
- Tasker, M.L., Amundin, M., Andre, M., Hawkins, A., Lang, W., Merck, T., ... & Zakharia, M., 2010. Marine Strategy Framework Directive Task Group 11. Underwater noise and other forms of energy. Report No. EUR, 24341.
- TILES Consortium, 2018. TILES Voxel model subsurface Belgian part of the North Sea. Brain-be project TILES (Transnational and Integrated Long-term Marine Exploitation Strategies, BR/121/A2/TILES). Belgian Science Policy, Brussels. Integrated into <https://www.bmdc.be/tiles-dss>
- Todd, V.L.G., Todd, I.B., Gardiner, J.C., Morrin, E.C.N., MacPherson, N.A., DiMarzio, N.A. & Thomsen, F., 2015. A review of impacts of marine dredging activities on marine mammals. *ICES J. Mar. Sci.*, 72(2): 328–340. doi:10.1093/icesjms/fsu187.
- Toorman, E.A., 2012. Large-scale modelling of fine-grained sediment transport: can we do any better? In: 12th Journées Nationales Génie Côtier - Génie Civil, Cherbourg, France, 12 pp. <https://doi.org/10.5150/jngcgc.2012.053-T>
- Toorman, E.A., Fettweis, M. & Vanlede, J., 2019. Editorial to the topical collection INTERCOH 2015. *Ocean Dynamics* 3 pp. <https://doi.org/10.1007/s10236-018-01244-0>
- Tricas, T.C. & Carlson, B.A., 2012. Electrosensors and Magnetoreceptors. In Friedman (ed). *Cell Physiology Source Book*: 705-725. Academic Press.
- Ullmann, A., Sterl, A., Monbaliu, J. & Van den Eynde, D., 2009. Contemporary and future climate variability and

- climate change: impacts on sea-surge and wave height along the Belgian coast. Katholieke Universiteit Leuven, Hydraulics Laboratory, Internal Report, 54 pp.
- UNCTAD, 2021. Review of maritime transport 2021. United Nations Publications, 177 pp.  
[https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2021\\_en\\_0.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2021_en_0.pdf)ITF 2022
- Valeur, J.R. & Jensen, A., 2001. Sedimentological research as a basis for environmental management: The Øresund fixed link. *The Science of the Total Environment* 266: 281-289.
- Van Colen, C., Vanhove, B., Diem, A. & Moens, T., 2020. Does microplastic ingestion by zooplankton disrupt the marine food web? An experimental study on larviphagy. *Environmental Pollution* 256, 113479.
- van den Brenk, S., van Lil, S., Cassée, R., Missiaen, T., van Haelst, S., Plets, R. & Mestdagh, T., 2021. Archaeological desk study Princess Elisabeth Zone. *Periplus Archeomare Report 21A007-01*, in opdracht van Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie, Brussel.
- Van den Eynde, D., 2011. En wat met de stormen: worden die talrijker en/of krachtiger? *De Grote Rede*.
- Van den Eynde, D., 2022. Remarks of external experts on the simulations with morphodynamic models to assess the impacts of an artificial island on the seabed sediments and sediment dispersal. *Experts: Q. Bi, T. De Mulder, C. Schwarz, J. Spearman, E. Toorman, T. van Kessel, J. Vanlede, B. van Maren, R. Verney*. Report ELIA/X/DVDE/202208/EN/TR01, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels, Belgium, 64 pp.
- Van den Eynde, D., Brabant, R., Fettweis, M., Francken, F., Melotte, J., Sas, M., Van Lancker, V., 2010. Monitoring of hydrodynamic and morphological changes at the C-Power and the Belwind offshore wind farm sites: A synthesis, in: Degraer, S. et al. (Ed.) (2010). *Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability*. pp. 19-36.
- Van den Eynde, D., De Sutter, R. & Haerens, P., 2012. Climate change impact on marine storminess in the Belgian Part of the North Sea. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 12(2): 305-312. Doi: nhe-12-305-2012.pdf
- Van den Eynde D., Baeye M., Brabant R., Fettweis M., Francken F., Haerens P., Mathys M., Sas M. & Van Lancker V., 2013. All quiet on the sea bottom front? Lessons from the morphodynamic monitoring. *Environmental impacts of offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Learning from the past to optimise future monitoring programmes*. Degraer, S. et al. (Ed.).
- Van den Eynde, D., Baeye, M. & Van Lancker, V. (in press). Effect of wind farms on the siltation of gravel beds. Chapter 8.
- Van den Eynde, D., Baeye, M. & Van Lancker, V., 2023. Effect of wind farms on the siltation of gravel beds. In: Degraer, S., Brabant, R. & Vanaverbeke, J. (eds.). *EDEN 2000 – Exploring options for a nature-proof development of offshore wind farms inside a Natura 2000 area. Memoirs on the Marine Environment*. Brussels: Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Natural Environment, Marine Ecology and Management.
- van der Kooij, J., Scott, B.E. & Mackison, S., 2008. The effects of environmental factors on daytime sandeel distribution and abundance on the Dogger Bank. *Journal of Sea Research* 60(3): 201-209.  
<https://doi.org/10.1016/j.seares.2008.07.003>
- Vanelslander, B. & Sys, K., 2022. *Visserij-effectenrapport MOG2 project*. ILVO rapport 2022/10/28. Uitgevoerd in opdracht van Elia Asset NV.
- Vanermen, N., Courtens, W. & Stienen, E., 2022. Evaluatie van de potentiële effecten van de bouw, exploitatie en ontmanteling van een offshore energieeiland op vogels. *Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek*, 13 pp.
- Vanermen, N., Stienen, E.W.M., Courtens, W. & Van de Walle, M., 2006. Referentiesituatie van de avifauna van de Thorntonbank. *Rapport IN.A.2006.22*. 131 pp.
- Vanermen, N. & Stienen, E.W.M., 2019. Seabirds: displacement. In: Perrow, M. (Ed.). *Wildlife and Wind Farms, Conflicts and Solutions - Volume 3 - Offshore: Potential Effects*, 174-205. Pelagic publishing, Exeter.
- Vanermen N., Courtens, W., Van de walle, M., Verstraete, H. & Stienen, E.M.W., 2019. Seabird monitoring at the Thorntonbank offshore wind farm, final displacement results after 6 years of post-construction monitoring and explorative Bayesian analysis of common guillemot displacement using INLA. In: Degraer, S., Brabant, R., Rumes, B. & Vigin, L. (eds). *Environmental Impacts of Offshore Wind Farms in the Belgian Part of the North Sea: Marking a Decade of Monitoring, Research and Innovation*. Brussels: Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Natural Environment, Marine Ecology and Management.



- Van Lancker, V., Baeye, M., Evangelinos, D., Francken, F., Van den Eynde, D., De Mesel, I., Kerckhof, F., Norro, A. & Van den Branden, R., 2014. Integrated monitoring of sediment processes in an area of intensive aggregate extraction, Hind Banks, Belgian part of the North Sea. Study day “Which future for the sand extraction in the Belgian part of the North Sea?”, Blankenberge, 20/10/2014, 59-72.
- Van Lancker, V., Van den Eynde, D., Degraer, S. & Lauwaert, B., 2021. Preliminaire evaluatie van mogelijke gevolgen van de inplanting van een eiland aan de rand van het Habitatrichtlijngebied Vlaamse Banken. Rapport Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Operationele Directie Natuurlijk Milieu, Brussel, België, 12 pp.
- Van Nieuwenhove, A., Van Roozendael, B., Scheldeman, K., Merveille, J.-B., Haelters, J., Van Roy, W., Schallier, R., 2023. 30 Years of Belgian North Sea Aerial Surveillance – Evolution, Trends, and Developments. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Operational Directorate Natural Environment. 120 pp.
- Van Roy, W., Scheldeman, K., Van Nieuwenhove, A., Van Roozendael, B., Schallier, R., Vigin, L., Maes, F., 2022. Airborne monitoring of compliance to NO<sub>x</sub> emission regulations from ocean-going vessels in the Belgian North Sea area. *Atmos Pollut Res* 13. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2022.101518>
- VMM, 2022. Air quality measurements in Flanders. <https://www.vmm.be/lucht/stikstof/uitstoot-stikstofoxiden, geraadpleegd 19 januari 2023>.
- Voigt, C.C., Popa-Lisseanu, A.G., Niermann, I. & Kramer-Schadt, S., 2012. The catchment area of wind farms for European bats: a plea for international regulations. *Biol. Conserv.* 153: 80–86.
- Voigt, C.C., Rehnig, K., Lindecke, O. & Pētersons, G., 2018. Migratory bats are attracted by red light but not by warm-white light: implications for the protection of nocturnal migrants. *Ecology and Evolution* 8: 9353–9361, doi:10.1002/ece3.4400.
- Weiffen, M., Möller, B., Mauck B. & Dehnhardt, G., 2006. Effect of water turbidity on the visual acuity of harbor seals (*Phoca vitulina*). *Vis Res* 46:1777–1783.
- Westerberg, H. & Begout-Anras, M.-L., 1999. Orientation of silver eel (*Anguilla anguilla*) in a disturbed geomagnetic field. In: Proceedings of the Third Conference on Fish Telemetry in Europe, Norwich, England, 20-25 June 1999.
- Westerberg, H. & Lagenfelt, I., 2008. Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology* 15(5-6): 369-375. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x>
- Willsteed, E., Gill, A.B., Birchenough, S.N.R. & Jude, S., 2017. Assessing the cumulative environmental effects of marine renewable energy developments: establishing common ground. *Sci. Total Environ.* 577: 19–32. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.152>. Elsevier B.V.
- Winnes, H., Fridell, E. & Moldanová, J., 2020. Effects of marine exhaust gas scrubbers on gas and particle emissions. *J Mar Sci Eng* 8. <https://doi.org/10.3390/JMSE8040299>
- Wright, P.J., Jensen, H. & Tuck, I., 2000. The influence of sediment type on the distribution of the lesser sandeel, *Ammodytes marinus*. *Journal of Sea Research* 44(3-4): 243-256. [https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(00\)00050-2](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(00)00050-2)
- Worzyk, T., 2009. Submarine power cables, design, installation, repair. Environmental Aspects, Springer.
- Zakon, H.H., 1986. The emergence of tuning in newly generated tuberous electroreceptors. *Journal of Neuroscience* 6(11): 3297-3308.
- Zupan, M., Rumes, B., Vanaverbeke, J., Degraer, S. & Kerckhof, F., 2023. Long-term succession on offshore wind farms and the role of species interactions. *Diversity* 15(2): 288. <https://dx.doi.org/10.3390/d15020288>
- Zupan, M., Coolen, J.W.P., Mavraki, N., Degraer S., Moens, T., Kerckhof F., Lopez, L. & Vanaverbeke J. (submitted). Life on every stone: characterising benthic communities from scour protection layers of offshore wind. Submitted to the *Journal of Environmental Management* on 01.04.2023.

## Colofon

Dit document werd door de BMM uitgegeven in juli 2023.

- Status
- draft
  - finale versie
  - herziene versie van het document
  - vertrouwelijk
- Beschikbaar in
- Engels
  - Nederlands
  - Frans

Dit document mag geciteerd worden als volgt:

Haelters, J., Brabant, R., De Cauwer, K., Degraer, S., Desmit, X., Devolder, M., Kerkhove, T.R.H., Legrand, S., Norro, A., Merveille, J-B., Parmentier, K., Rumes, B., Schallier, R., Van den Eynde, D., Van Lancker, V., Van Roy, W. & Lauwaert, B., 2023. Milieueffectenbeoordeling van de aanvraag van Elia Asset NV voor het verkrijgen van een milieuvergunning voor de installatie en exploitatie van het Modular Offshore Grid 2. BMM, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Brussel. 129 pp.

Indien u nog vragen heeft of u wenst extra kopieën van dit document te ontvangen, stuur dan een e-mail naar [odnature@naturalsciences.be](mailto:odnature@naturalsciences.be), met vermelding van de referentie, of schrijf naar:

BMM  
Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen  
Vautierstraat 29  
B-1000 Brussel  
België  
Telefoon: +32 2 627 44 44  
Fax: +32 2 627 41 13  
<http://odnature.naturalsciences.be/mumm/>

