# Modular Offshore Grid 2 (MOG2)

Milieueffectenrapport
Niet-technische samenvatting, Non-technical summary

Elia Asset NV

**RAPPORT** 23 december 2022 - versie 1.0

## Colofon

International Marine & Dredging Consultants

Adres: Van Immerseelstraat 66, 2018 Antwerpen, België

☎: + 32 3 270 92 95

Email: info@imdc.be

Website: www.imdc.be

## Document Identificatie

| | |
|---|---|
| Project | Modular Offshore Grid 2 (MOG2) |
| Titel rapport | Milieueffectenrapport |
| Opdrachtgever | Elia Asset NV - |
| Contactpersoon | Nicolas Beck, Nicolas.Beck@elia.be |
| Datum | 23/12/2022 |
| Rapportref. | I/RA/11614/21.160/ABE |
| Elia referentie | MOG2-IMD-HNZGR-00029 |
| Rapportlocatie | K:\PROJECTS\11\11614_P016921 - MER MOG 2\10-Rap\RA21160_MER MOG 2\RA21160_MER_MOG2_NTS_v1.0.docx |
| Auteur(s) | Annelies Boerema, Cleo Pandelaers, Jeroen Depaepe |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nazicht | Mieke Mathys | Senior Advisor | Mieke Mathys (Signature) Digitally signed by Mieke Mathys (Signature) Date: 2022.12.23 15:23:18 +01'00' |
| Goedgekeurd | Annelies Boerema | Project Manager | Annelies Boerema (Signature) Digitally signed by Annelies Boerema (Signature) Date: 2022.12.23 15:29:00 +01'00' |

Copyright © IMDC 2022, Alle rechten voorbehouden. Deze publicatie of delen mogen niet worden gekopieerd, gereproduceerd of verzonden in welke vorm of op welke manier dan ook, digitaal of anderszins zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van IMDC. De inhoud van deze publicatie zal door de klant vertrouwelijk worden behandeld, tenzij anders schriftelijk overeengekomen. Verwijzing naar een deel van deze publicatie dat tot verkeerde interpretatie kan leiden, is verboden.

| Classificatie | | | |
|---|---|---|---|
| [X] niet geclassificeerd | [ ] intern | [ ] beperkt | [ ] confidentieel |

| Versie | Datum | Omschrijving | Auteur | Nazicht | Goedgekeurd |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.0 | 23/12/2022 | Finaal | Zie lijst | MIM | ABE |

## Inhoudsopgave

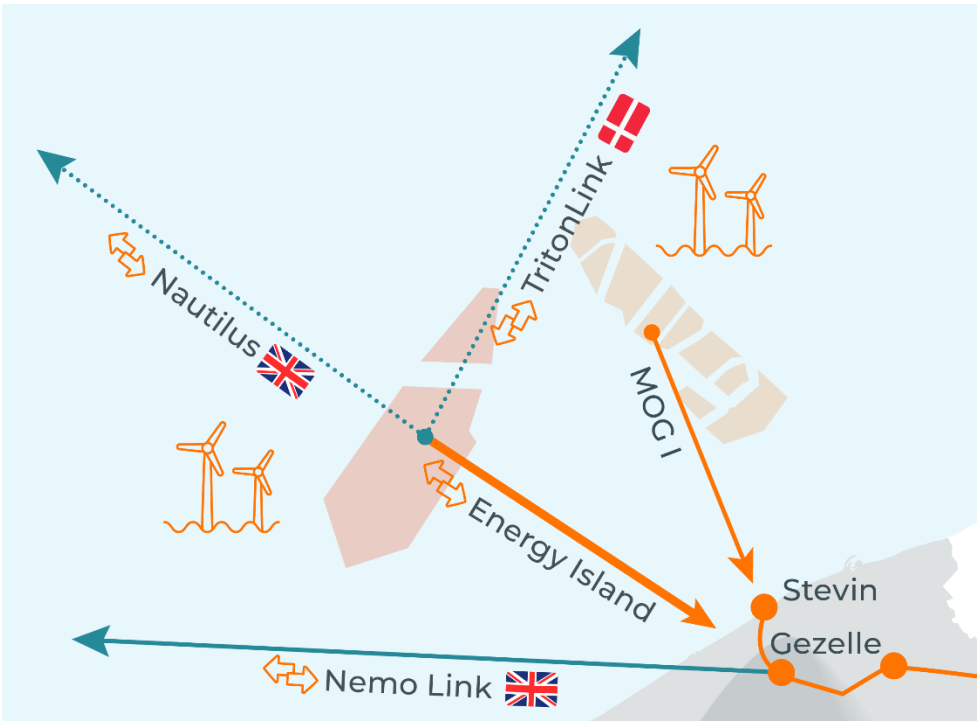

| | | |
|---|---|---|
| **0** | **Niet-technische samenvatting** | **5** |
| 0.1 | Inleiding | 5 |
| 0.2 | Beschrijving project en alternatieven | 6 |
| 0.3 | Beschrijving en beoordeling van de milieueffecten | 11 |
| 0.4 | Cumulatieve effecten | 115 |
| 0.5 | Grensoverschrijdende effecten | 132 |
| 0.6 | Conclusie | 133 |
| **0** | **Non-technical summary** | **137** |
| 0.1 | Introduction | 137 |
| 0.2 | Project description and alternatives | 138 |
| 0.3 | Description and assessment of environmental impacts | 143 |
| 0.4 | Cumulative effects | 238 |
| 0.5 | Cross-border effects | 253 |
| 0.6 | Conclusion | 255 |

# 0 Niet-technische samenvatting

## 0.1 Inleiding

Het Modular Offshore Grid 2 (MOG2) project heeft als doel om het Belgische offshore transmissienet uit te breiden, door bijkomende offshore onderstations en exportkabels te ontwikkelen en te bouwen. Het MOG2 voorziet hiermee de verbinding tussen de nieuwe windparken in het Belgisch deel van de Noordzee en het onshore Belgische transmissienet. Deze windparken zullen, volgens de definitie door de Belgische regering in het Marien Ruimtelijk Plan 2020-2026 van nieuwe zones voor productie en transport van hernieuwbare energie, in de "Prinses Elisabeth-zone" (afgekort PEZ) gerealiseerd worden. Het beoogde vermogen van deze nieuwe windparken bedraagt 3,15 tot 3,5 GW. Daarnaast zullen ook voorzieningen gemaakt worden voor nieuwe interconnecties in HVDC met bijvoorbeeld het Verenigd Koninkrijk (het Nautilus project) en Denemarken (het Triton Link project) (Figuur 0.1-1).

De initiatiefnemer van het MOG2 project is Elia.



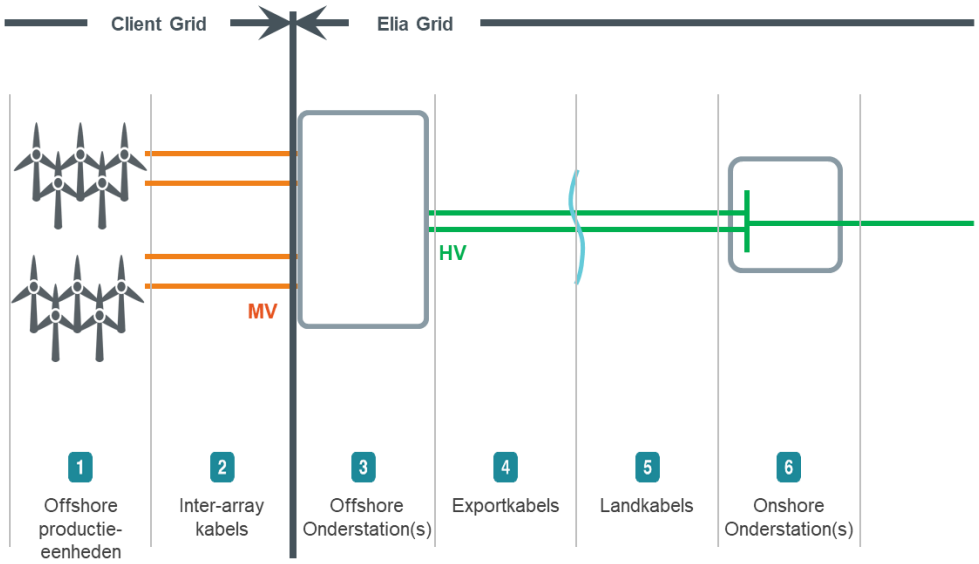

Figuur 0.1-1 : Uitbouw van het offshore transmissienet. Gerealiseerde projecten: Nemo Link en MOG1. Projecten in ontwikkeling: MOG2 (energie-eiland), Nautilus en Triton Link.

## 0.2 Beschrijving project en alternatieven

### 0.2.1 Projectonderdelen

Het concept van MOG2 ziet er als volgt uit:

- Bouw van een artificieel eiland voor AC (Alternating Current) en HVDC (High Voltage Direct Current) onderstations binnen de PEZ, ter hoogte van de West 1 locatie (onderdeel 3 in Figuur 0.2-1);
- De onderstations worden met het land verbonden door middel van zes 220kV driefasige AC exportkabels en één HVDC kabelsysteem (onderdeel 4 in Figuur 0.2-1);
- De windparken (en andere hernieuwbare energiebronnen) worden aangesloten op 66kV-niveau (= scope windparkontwikkelaars, onderdelen 1 en 2 in Figuur 0.2-1 en dus buiten de scope van het MOG2 project).
- Toekomstige interconnecties met (bijvoorbeeld) Verenigd Koninkrijk (VK) en/of Denemarken (DK) worden voorzien via additionele HVDC-kabelsystemen (eveneens buiten de scope van het MOG2 project).




Figuur 0.2-1 : Schematisch overzicht MOG2 (MV: middenspanning & HV: hoogspanning)

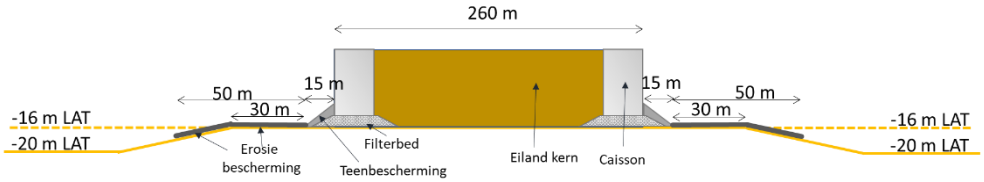
Het offshore net volgt een modulair concept, om de realisatie in meerdere fasen mogelijk te maken, gesynchroniseerd met de timing van de verschillende windparken en interconnectoren en met onshore netversterkingsprojecten. De bouw van het MOG2 wordt gepland in de periode 2023-2029.

Voorliggend MER handelt over onderdelen 3 en 4, gelegen op federaal grondgebied (offshore gedeelte vanaf de basislijn, zijnde 0 m LAT (2018)). De andere onderdelen worden in afzonderlijke procedures behandeld.

### 0.2.2 Artificieel eiland

Voor het MOG2 energie-eiland is gekozen voor een caisson concept (Figuur 0.2-2). De bouwstenen voor het caisson eiland zijn betonnen caisson elementen, die op land of in een haven worden gebouwd en naar de offshore bouwsite worden getransporteerd.

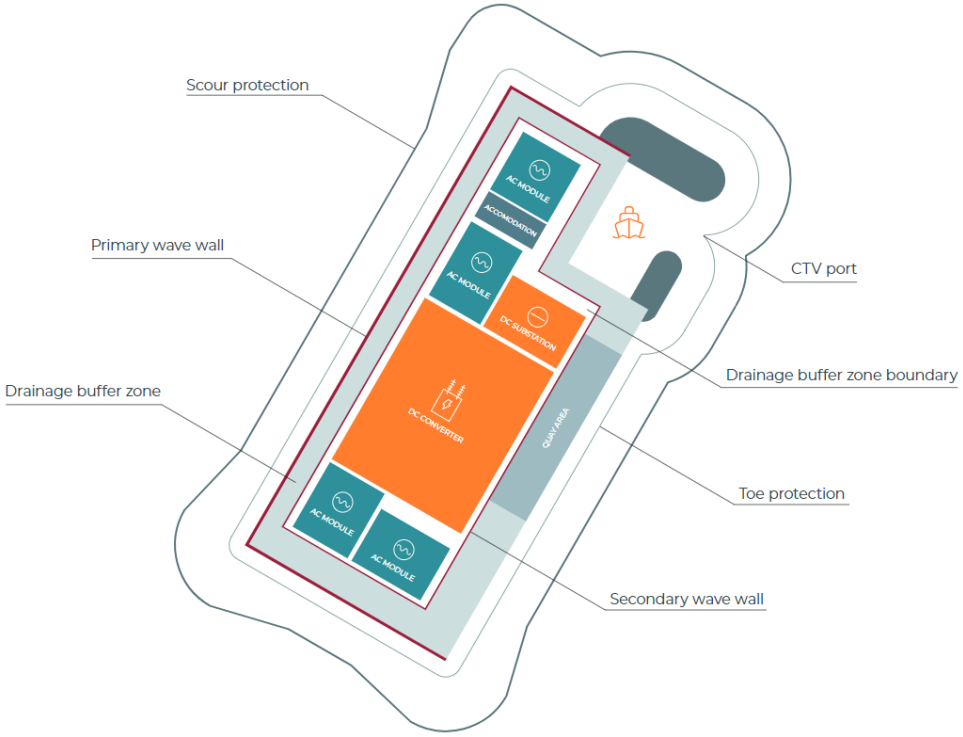
Onder de basis en aan de voet van de caissons wordt een ondersteunende en beschermende zoom aangebracht met breuksteen en erosiebescherming. De caisson elementen en kern van het eiland worden opgevuld met zand. Dit zand wordt gewonnen in de onmiddellijke omgeving van het eiland, op plaatsen waar erosie verwacht wordt te zullen optreden door aanwezigheid van het eiland ('voorbaggeren').




Figuur 0.2-2 : Schematische weergave caisson eiland MOG2

Het energie-eiland heeft een bruikbare oppervlakte van 5 tot 6 ha (0,05 tot 0,06 km²). Dit is de oppervlakte die beschikbaar is voor plaatsing van transmissie-infrastructuur en faciliteiten. De footprint van het eiland op de zeebodem (eiland + erosiebescherming) bedraagt maximaal 25 ha (0,25 km²).

De primaire functie van het energie-eiland is de huisvesting van transmissie-infrastructuur; AC en DC onderstations (Figuur 0.2-3). Ter ondersteuning van deze activiteiten dient het eiland te voorzien in volgende functionaliteiten: aanmeerfaciliteit voor CTV's en bevoorradingschepen; tanken en bunkeren; water en afval opslagfaciliteiten; opslag / opbergruimte / magazijn; verblijfsruimten / kantoren / controlekamers; helihaven; wegeninfrastructuur; enz.




Figuur 0.2-3 : Eiland lay-out (met weergave van indicatieve indeling; de finale lay-out en afmetingen kunnen nog geoptimaliseerd worden bij opmaak van het gedetailleerd design)

### 0.2.3 Kabels

Het energie-eiland wordt met het vasteland verbonden door middel van zes 220kV driefasige AC exportkabels en één HVDC kabelsysteem. De verschillende kabels van het HVDC kabelsysteem kunnen samen in één sleuf geïnstalleerd worden, of in twee afzonderlijke sleuven. In de effectbespreking wordt uitgegaan van de worst case van twee sleuven (totaal van acht kabelsleuven). De kabelsleuven liggen op een afstand van 100 m of 200 m van elkaar.

Het ingraven van de kabels kan op diverse manieren uitgevoerd worden. De advanced cable plough (sleuf wordt in de zeebodem gesneden door middel van een ploeg, vaak bijkomend uitgerust met water jet) en pre-trenching (kabelsleuf wordt op voorhand weggebaggerd, en wordt na het kabelleggen opnieuw opgevuld (backfilling)) zijn de meest waarschijnlijke technieken voor installatie van de exportkabels van MOG2.

Vóór de eigenlijke plaatsing van de kabels dient nivellering of 'pre-sweeping' van delen van de tracés uitgevoerd te worden. Hierbij worden lokaal mobiele zandgolven verwijderd.

Het gebaggerde sediment wordt in een of meerdere door het Bestuur (BMM) aangeduide zones (tijdelijk) gestockeerd. In het MER worden vier mogelijke tijdelijke stortzones in beschouwing genomen: 1) zone ten zuidoosten van de Oosthinderbank; 2) zone bij de Gootebank; 3) zone bij de Akkaertbank; 4) zone overlappend met zone 1 voor de toekomstige vervanging van de baggerstortzone S1 (MRP 2020-2026).

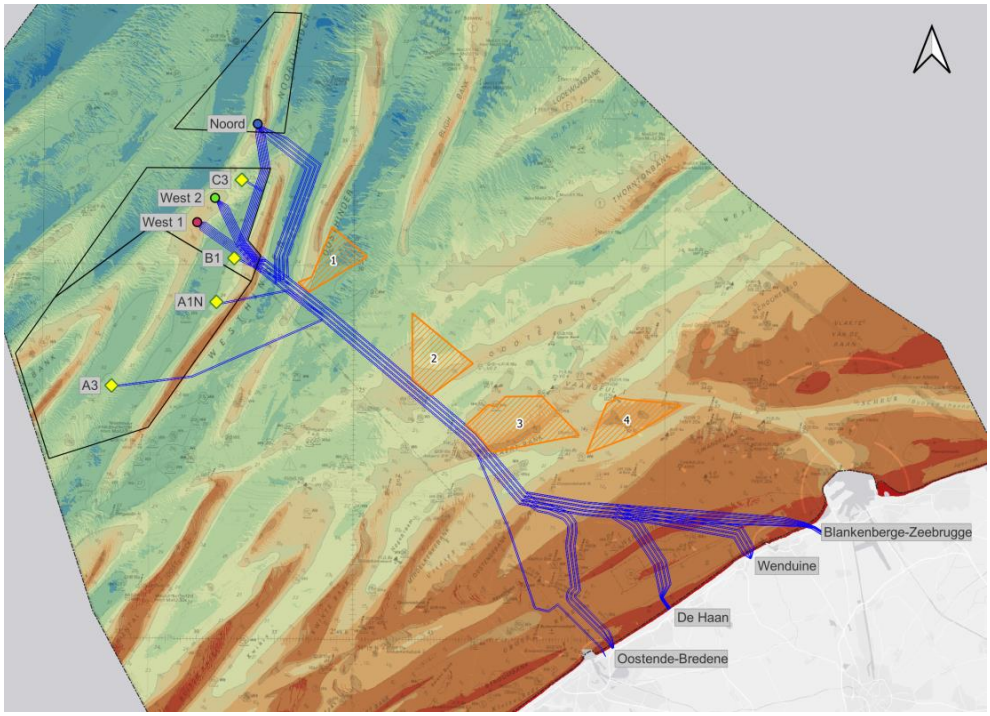
### 0.2.4 Beschrijving van de alternatieven

#### 0.2.4.1 Basisinfrastructuur voor de elektrische installaties: artificieel eiland of platformen

Het MOG2 project voorziet in de bouw van een artificieel eiland, waarbij alle onderstations (AC en HVDC onderstations) worden gecentraliseerd op één locatie.

Als alternatief op de bouw van een artificieel eiland voor huisvesting van de onderstations wordt in het MER de plaatsing van vier hoogspanningsplatformen bestudeerd (drie AC platformen + één HVDC platform). Tussen de AC platformen worden interconnecties voorzien (telkens één 220 kV kabel), om de redundantie van het MOG2 te verhogen.

De platform-optie kan niet als een volwaardig alternatief beschouwd worden als het artificieel eiland, gezien de projectdoelstellingen met de platform-optie slechts gedeeltelijk gerealiseerd kunnen worden. Het energie-eiland biedt immers een grotere beschikbaarheid en betrouwbaarheid van de installaties, biedt meer flexibiliteit voor aanpassing en aanvulling van de installaties in de nabije en verre toekomst, biedt meer mogelijkheden voor aansluiting van HVDC interconnectoren… Het energie-eiland is op diverse vlakken meer toekomstgericht.




Figuur 0.2-4 : Locatie van het MOG2 in het Belgisch deel van de Noordzee (BDNZ). Zwarte contouren: PEZ; Rood bolletje: locatie energie-eiland West 1 en alternatieve locaties West 2 (groen bolletje) en Noord (blauw bolletje); Gele ruiten: locaties vier platformen (platform alternatief); Oranje veelhoeken: mogelijke tijdelijke stortzones; Blauwe lijnen: alternatieve kabelroutes naar alternatieve aanlandingszones. Detail kaart in bijlage A.

### 0.2.4.2 Locatiealternatieven

**Locatiealternatieven eiland –** Locatie West 1 werd als meest geschikte locatie geselecteerd voor de bouw van het eiland. Als alternatieve eilandlocaties worden West 2 en Noord binnen voorliggend MER bestudeerd.

**Locatiealternatieven kabeltracés en aanlanding –** Verschillen in kabeltracés zijn veelal gebonden aan de beschouwde alternatieven van overige projectonderdelen:

- Alternatieve basisinfrastructuur en locaties voor onderstations:
  - Tracés naar eilandlocaties:
    - Één tracé naar West 1
    - Één tracé naar West 2
    - Twee alternatieve tracés naar Noord: doorheen (route 1) of buiten PEZ (route 2)
  - Één tracé naar het platform alternatief (set van vier platformen)

- Alternatieve aanlandingszones[1]:
  - Één tracé naar aanlandingszone Oostende-Bredene
  - Twee tracés naar aanlandingszone De Haan / Wenduine
    - Één tracé in het uiterste westen van de aanlandingszone: De Haan – Vosseslag ("De Haan")

[1] De keuze van de aanlandingszone is gekoppeld aan lopende onshore procedures (Ventilus project). Slechts één aanlandingszone zal geselecteerd worden.

- Één tracé in het uiterste oosten van de aanlandingszone: Wenduine Oost ("Wenduine")
- Één tracé naar aanlandingszone Blankenberge-Zeebrugge

#### 0.2.4.3 Technische alternatieven

**Funderingstype platformen** – Als substructuur voor de AC platformen kan een jacket structuur of een monopile gebruikt worden. Gezien de omvang van een HVDC platform, kan voor dit platform enkel een jacket structuur gebruikt worden als substructuur.

**Configuratie HVDC kabelsysteem** – De verschillende kabels van het HVDC kabelsysteem kunnen samen in één sleuf geïnstalleerd worden, of in twee afzonderlijke sleuven. In de effectbespreking wordt uitgegaan van de worst case van twee sleuven (totaal van acht kabelsleuven).

**Ingraaftechniek kabels** – De geschikte ingraaftechnieken voor de MOG2 exportkabels zijn de volgende: jet trencher, advanced cable plough, pre-trenching (baggeren), Mass Flow Excavator. De advanced cable plough en pre-trenching zijn de meest waarschijnlijke technieken voor installatie van de exportkabels van MOG2. De ingraaftechniek pre-trenchen wordt als worst-case techniek uitgebreid behandeld in de effectbeoordeling (grootste grondverzet), maar ook advanced cable ploughing wordt als tweede optie mee beschouwd.

### 0.2.5 Milderende maatregelen en natuur inclusief ontwerp (NID)

Voorafgaand aan de opmaak van het MER voor het MOG2 project werd een uitgebreide scopingfase doorlopen. Tijdens deze scopingfase en tijdens het verdere ontwerp van het project en de opmaak van het MER werden diverse milderende maatregelen bestudeerd en ingebouwd in het project om de impact van het project (verder) te reduceren.

- Er zijn bijvoorbeeld maatregelen genomen om de impact op de meest waardevolle en/of kwetsbare zones (grindbedden) te reduceren door een weloverwogen locatiekeuze alsook de vorm, verhouding lengte-breedte en oriëntatie van het eiland op basis van hydrodynamische en sedimenttransport modelleringen (Svašek Hydraulics, 2022a) (volledig rapport toegevoegd als externe bijlage 4).
- Als milderende maatregel werd een plan uitgewerkt om het zand dat nodig is voor de constructie van het energie-eiland te winnen uit de zones waar erosie verwacht wordt te zullen optreden door aanwezigheid van het eiland. Deze zones worden afgelijnd aan de hand van hydromorfologische simulaties.
- Er worden maatregelen genomen om het optreden van verontreiniging te voorkomen, risico op optreden van scheepvaartincidenten te beperken, incidenten te beheersen, verstoring van vogels en vleermuizen beperken. Dit is minimaal volgens de geldende wetgevingen en richtlijnen.

Deze milderende maatregelen zullen nog verder geoptimaliseerd worden in het verdere ontwerp van het eiland en de kabelinstallatie, samen met nog verregaandere of andersoortige milderende maatregelen die bij de beoordeling van de milieueffecten per discipline beschreven worden. De vereiste maatregelen zullen bijgevolg doorheen het verdere projectverloop ontwikkeld worden, in samenspraak met het Bestuur.

Daarnaast werd door Elia in 2022 een co-creatieproces doorlopen met betrekking tot natuur inclusief ontwerpen (Nature Inclusive Design of NID) voor het energie-eiland, waarbij verschillende Noordzeespecialisten en mariene experts nauw betrokken zijn. De resultaten van dit proces worden verder uitgewerkt in de loop van 2023. De NID-

strategie voor het energie-eiland is gericht op het maximaal faciliteren van rijke (micro)habitats. Voor de effectbeoordeling wordt in het MER voorlopig uitgegaan van een worst case scenario waarbij geen NID wordt geïmplementeerd. Er wordt aangenomen dat elke implementatie in samenspraak met wetenschappelijke experts zal zorgen voor een meer positieve impact dan het basisontwerp zonder natuur inclusief ontwerp (NID).

## 0.3 Beschrijving en beoordeling van de milieueffecten

### 0.3.1 Bodem

#### 0.3.1.1 Referentiesituatie

##### 0.3.1.1.1 Geologie

Ter hoogte van eilandlocaties komt de Formatie van Kortrijk voor in de ondergrond. Deze vormt de top van het Paleogeen die in de ondergrond voorkomt onder het Quartaire dek. De Formatie van Kortrijk bestaat voornamelijk uit Ieperse klei die omschreven wordt als homogene zware en harde groengrijze klei (Le Bot et al., 2003).

De top van het Paleogeen is een erosief oppervlak dat een discordantie vormt tussen de oudere onderliggende Paleogene afzettingen en de bovenliggende Quartaire afzettingen. Ondanks de zeer dunne en gefragmenteerde Quartaire afzettingen op het BDNZ, is de dikte ter hoogte van de eilandlocaties aanzienlijk. Dit komt doordat de eilandlocaties gelegen zijn bovenop de Noordhinder. Bovenop de Paleogene afzettingen bestaan de Hinderbanken uit Pleistocene estuariene tot ondiepe marine sedimenten met daarbovenop Holocene afzettingen. Het oppervlak tussen de Holocene en Pleistocene sedimenten is een erosieoppervlak gekenmerkt door een laag grind met een gemiddelde dikte van 15 cm. Deze laag grind bestaat uit een heterogene mix van schelpen en grind waarvan de dikte kan oplopen tot 110 cm (Cathie Group, 2021a).

Ter hoogte van de platformlocaties vormt de Formatie van Kortrijk de top van het Paleogeen. De dikte van het Quartair ter hoogte van de platformlocaties is echter aanzienlijk dunner. Dit komt doordat de dikke pakketten zandige Holocene sedimenten waaruit de zandbanken bestaan niet aanwezig zijn in de geulen tussen de zandbanken (i.e. locatie van de platformen).

In tegenstelling tot de eiland- en platformlocaties, komen langsheen het kabeltraject meerdere Paleogene sedimenten voor in de ondergrond. Na de Formatie van Kortrijk, voornamelijk bestaande uit Ieperse klei ter hoogte van de eiland- en platformlocaties, wanneer het kabeltraject ter hoogte van de Oostendebank oostwaarts afbuigt richting de kust, kruist het traject richting de aanlandingszone Blankenberge-Zeebrugge de volgende Paleogene lagen: de Formatie van Tielt, de Formatie van Gentbrugge, en de Formatie van Aalter.

Richting de kust loopt het traject door gelijkaardige omstandigheden met de dikste pakketten op de zandbanken en weinig tot geen Quartair dek daartussen. Er zijn specifieke zones waarbinnen de Quartaire sedimenten zo dun zijn dat de Paleogene lagen aan de zeebodem dagzoomen. Deze gebieden bevinden zich voornamelijk in de getijdegeulen tussen de zandbanken en worden gekenmerkt door het voorkomen van grind aan het zeebodemoppervlak.

Ter hoogte van de tijdelijke stockagezones ligt de basis van het Quartair op verschillende dieptes afhankelijk van de locatie van de zone.

#### 0.3.1.1.2 Bathymetrie

Het BDNZ is gekenmerkt door een complex van getijdezandbanken en geulen met een waterdiepte tussen 0 en 55 m onder LAT. Deze zandbanken kunnen tientallen kilometers lang, enkele kilometers breed en tot 20 m hoog zijn.

De drie alternatieve eilandlocaties zijn allemaal gelegen bovenop de Noordhinder. De bathymetrie ter hoogte van deze zandbank varieert tussen ca. -12 m en -22 m LAT. De gemiddelde diepte per eilandlocatie is het kleinst voor locatie West 1 (-16 m LAT) en het grootst bij locatie West 2 (-20,9 m LAT). De gemiddelde diepte bij eiland Noord bedraagt -19,2 m LAT.

De set van vier platformen zijn gelegen tussen de Hinderbanken. De locaties van platform A1N en B1 zijn gelegen op de zacht oplopende noordwestelijke flank van de Westhinder, platform C3 op de noordoostelijke flank van de Noordhinder, en platform A3 in de getijdegeul tussen de Fairybank en de Westhinder ter hoogte van de zuidelijke punt van de Noordhinder. De waterdiepten ter hoogte van de vier platformlocaties variëren tussen ca. -25 m en -30 m LAT.

De alternatieve kabeltrajecten zijn gelegen tussen de Hinderbanken en de Belgische kust. Daarmee lopen de kabeltrajecten over een afstand van ca. 40 km bijna doorheen het volledige BDNZ waar de water diepten variëren van ca. -39 m LAT in de getijdegeulen tussen de Hinderbanken tot 0 m LAT aan de kust.

Wat betreft de tijdelijke stockagezones ligt Zone 1 ten zuidoosten van de Oosthinder en heeft een diepte van ca. -21 tot -39 m LAT. Zone 2 is gedeeltelijk gelegen ter hoogte van de Gootebank en gedeeltelijk ter hoogte van de geul tussen de Gootebank en de Thorntonbank. De waterdiepten binnen zone 2 variëren tussen ca. -17 en -30 m LAT. Zone 3 is zo goed als volledig gelegen ter hoogte van de Akkaertbank en heeft een waterdiepte tussen ca. -10 en -20 m LAT. Tot slot, Zone 4 is meer oostelijk gelegen in vergelijking met de vorige drie zones. Deze zone ligt eveneens het dichtst nabij de kust met een waterdiepte die varieert tussen ca. -8 en -17 m LAT.

#### 0.3.1.1.3 Sedimenttransport

Hoewel verwacht wordt dat de Hinderbanken een asymmetrie vertonen in oostelijke richting, blijkt uit dwarsdoorsneden van seismische data dat deze afwisselend asymmetrie vertonen naar zowel de west als de oostzijde. De asymmetrie weerspiegeld hier dus niet steeds de richting van het residueel zandtransport, maar bevestigt de dominantie van de eb (zuidoostelijke) stroming in het projectgebied. In overeenstemming met de resultaten van het 2D transport model kan dus worden besloten dat het transport van sediment zich voornamelijk in de zuidoostelijke (eb) richting voordoet (Deleu, 2001).

Langsheen het merendeel van de mogelijke kabeltrajecten is het residueel bodemtransport noordoost (vloed) gericht. Voor het noordelijk deel van het kabeltraject is het residueel bodemtransport zuidwest (eb) gericht is. Dit geldt ook voor het overgrote deel van PEZ met uitzondering van de Westhinderbank waar zich een residueel transport in zuidoostelijke en noordoostelijke richting voordoet over de top van de bank (Lanckneus et al., 2001).

Offshore activiteiten zoals visserij, zandontginning en windmolenparken zorgen voor een gewijzigde hydrodynamica en daarmee bijkomende sedimentatieprocessen. Het sediment dat in supsensie wordt gebracht zal vervolgens later ook weer afgezet worden op de zeebodem. Bagger- en stortactiviteiten die plaatsvinden op de zeebodem zouden de grootste invloed hebben op een verhoogde concentratie sediment in suspensie. Het fijn materiaal dat snel in suspensie geraakt kan op die manier bijdragen aan een verzanding van grindbedden in de nabijheid. Een fysische

verstoring van de zeebodem, mogelijks gelinkt aan zandontginningen in de omgeving van de Hinderbanken, is reeds aangetoond door Van Lancker *et al.* (2017).

#### 0.3.1.1.4 Korrelgrootte en bodemkwaliteit

De eilandlocaties bevinden zich in gebieden waar de korrelgrootte aan het zeebodem oppervlak varieert tussen de 300 en 400 µm. De Noordhinder wordt niet gekenmerkt door het potentieel voorkomen van dagzomend grind.

De platformlocaties bevinden zich tussen de zandbanken Noordhinder en Westhinder. In deze getijdegeul varieert de korrelgrootte aan het zeeoppervlak tussen de 300 en 400 µm. De locaties van platformlocaties A3, B1 en C3 zijn niet gelegen binnen de gemodelleerde verspreiding van grindbedden. De locatie van platform A1N daarentegen is gelegen binnen de 500 m veiligheidszone van een grindbed type 1 (i.e. een hoge kans op maximaal ecologisch potentieel)

Natuurlijke grindbedden kenmerken zich door een heterogene verdeling van grind en zand. Deze grindbedden komen voornamelijk voor tussen de zandbanken en worden gekenmerkt door een harde ondergrond. Ten gevolge van verschillende menselijke activiteiten neemt de verstoring van de grindbedden toe.

Over het volledige kabeltraject van alle alternatieven varieert de korrelgrootte aan het zeebodemoppervlak tussen <100 µm aan de kust en 500 µm ter hoogte van de MOG2 projectlocaties.

De huidige korrelgrootte aan het zeebodemoppervlak ter hoogte van de stockageplaatsen varieert tussen 350-500 µm in zone 1, 200-400 µm in zone 2, 200-300 µm en lokale aanwezigheid van grind (500 µm) in zone 3, en 100-250 µm in zone 4. Er komen potentiële grindbedden voor in zone 2 en voornamelijk in zone 3. In deze zone komt potentieel over één derde van het gebied grind voor.

Wat betreft de concentraties aan polluenten behoren bijna alle stoffen waarvoor de goede milieutoestand (GMT) niet gehaald werd tot de persistente, bioaccumulerende en toxische stoffen (e.g., PCB's en kwik). Deze stoffen kunnen lang in het mariene milieu voorkomen en zullen, door de persistente aard, slecht zeer geleidelijk afnemen in concentratie.

### 0.3.1.2 Effecten

#### 0.3.1.2.1 Eiland

##### Constructiefase

**Berekening grondverzet**

Bij activiteiten waarbij sediment gebaggerd en geklept wordt en (tijdelijk) onbeschermd achterblijft, wordt er rekening mee gehouden dat 30% verliezen zullen optreden tijdens het baggeren, het transport en na het storten (d.m.v. kleppen), naar analogie met waarnemingen op de Thorntonbank bij het C-Power project (Van den Eynde *et al.*, 2010).

Bij het baggeren van materiaal, transporteren en invullen van de caissonkamers en het eiland via pijpleidingen worden slechts 15% verliezen ingeschat tijdens de verschillende handelingen omdat het materiaal niet onbeschermd achterblijft.

Het totaal te baggeren volume zand voor de verschillende locaties bedraagt ca. 3,65 miljoen m³, ca. 4,71 miljoen m³ en ca. 4,14 miljoen m³ voor respectievelijk eiland West 1, West 2 en Noord. Daarbij treden potentieel respectievelijk ca. 591.000 m³, ca. 908.000 m³ en ca. 736.000 m³ verliezen op.

**Berekening verstoord oppervlak**

Het verstoord oppervlak omvat een combinatie van de oppervlakte ingenomen door het zandplateau, de erosiebescherming, de CTV haven en de tijdelijke werk-, bagger- en stockagezones.

Het permanent gewijzigde oppervlak door de bouw van het eiland varieert per alternatieve locatie. Op locatie West 1 is de permanent gewijzigde oppervlakte het kleinst: 23,6 ha op locatie West 1 versus 30,9 ha voor locatie West 2 en 27,7 ha voor locatie Noord. Tijdelijke verstoring tijdens constructie zal bijkomend voorkomen over een oppervlakte van ca. 55 ha, ter hoogte van de voorgebaggerde erosiekuilen (deel zonder erosiebescherming) en op de tijdelijke stockageplaats in geval van West 1.

Het voorbaggeren van erosiekuilen vindt plaats rondom het eiland na plaatsing van de steenbestorting aan de voet van de caissons. Hierbij wordt rekening gehouden met waar de diepste erosiekuilen zouden verwacht worden indien niet zou voorgebaggerd worden om preventief sedimenttransport te voorkomen. De voorspelling van de locatie en diepte van de erosiekuilen rondom het eiland (en het ontwerp van de voorbaggerprofielen) gebeurt aan de hand van hydromorfologische modelstudies.

De erosiebescherming wordt nadien aangebracht om het zandplateau te fixeren (in geval West 2 en Noord) en erosie nabij het eiland te voorkomen en wordt deels aangelegd in de voorgebaggerde zones. De erosiebescherming is 50-79 m breed, afhankelijk van de eilandlocatie, en strekt zich uit van de teen van de steenbestorting (op ca. 15 m van de caissonmuur) tot een afstand van 65-94 m vanaf de caissons.

Bovenstaande afmetingen en oppervlaktes beschrijven de worst-case situatie. In het finale design door de contractor kunnen optimalisaties doorgevoerd worden om de maximale footprint van het eiland, inclusief CTV haven en erosiebescherming, te beperken tot 25 ha.

Vóór de constructie van West 1 worden lokaal de hoge duintoppen (145.000 $m^3$ zand) lokaal afgegraven. Het weggebaggerde zand wordt in een daartoe aangewezen stockageplaats tijdelijk opgeslagen of op/in de directe nabijheid van de eilandlocatie aangebracht op locaties waar het zand een positief effect heeft op de morfologie rondom het eiland of kan opnieuw opgebaggerd worden om later het eiland aan te vullen.

De maximale hoogte van de stockage is best in dezelfde grootteorde als de natuurlijke zandduinen in het gebied, (3-6 m hoog) en op een zo klein mogelijk oppervlak zodat de oppervlakte waarbinnen het benthos verstoord wordt, minimaal is (BMM, 2006, 2007). Door te kiezen voor een stockage hoogte van 4 m wordt voldaan aan beide voorwaarden. De optie om te stockeren in de werkzone van het eiland wordt vanuit werk-technisch oogpunt (korte afstand tussen bagger- en losplaats bij stockage en later hergebruik voor eiland) geprefereerd.

**Invloed op geologie**

Enkel op locatie West 1 worden de duintoppen in eerste instantie genivelleerd. Dit is niet het geval zijn voor de locaties West 2 en Noord. Daar wordt extra zand aangebracht voor het creëren van een zandplateau.

Het voorbaggeren van erosiekuilen is van toepassing voor de drie locaties en vindt plaats rondom het eiland over een oppervlakte van ca. 54,7 tot 57,3 ha.

Gezien de relatief kleine oppervlakte en het niet raken van pre Quartaire lagen wordt het effect op de geologie als verwaarloosbaar beoordeeld (0/-).

**Invloed op morfologie en bathymetrie**

Door de constructie van het eiland zal de lokale morfologie en bathymetrie veranderen over een oppervlakte van meer dan 25 ha. Het gaat om een permanente wijziging in de zeebodemintegriteit (GMT - D6.1 morfologie).

Daarnaast wordt de zeebodemintegriteit tijdelijk verstoord in de voorbaggerzones buiten de erosiebescherming (en tijdelijke stockageplaats voor West 1).

De constructie van een artificieel eiland heeft een duidelijk permanent effect op de lokale morfologie en bathymetrie. Het wordt echter als aanvaardbaar beschouwd wegens de beperkte omvang van het projectgebied. Dusdanig wordt het als matig negatief beoordeeld (-) voor elke alternatieve locatie.

Daarnaast zullen er ook veranderingen in morfologie en bathymetrie optreden in de tijdelijke stockage zone (verondieping) in geval van West 1, wat zal leiden tot een effect op de lokale sedimentatie- en erosiepatronen. Al zal die zone -in tegenstelling tot de eilandlocatie zelf- potentieel kunnen herstellen wanneer de zone niet langer wordt gebruikt. Wegens de beperkte geïmpacteerde oppervlakte en hoogte veranderingen vergelijkbaar met de natuurlijke situatie wordt het effect in de tijdelijke stockage zone als verwaarloosbaar (0/-) beschouwd.

**Invloed op sedimentatie en erosie**

Er wordt aangenomen dat 30% sedimentverlies zal optreden tijdens het proces van baggeren, transporteren, storten (d.m.v. kleppen) en de periode na het storten wanneer het materiaal onbeschermd achterblijft. Bij de invulling van de caissonkamers en het eiland via pijpleidingen worden slechts 15% verliezen verwacht.

Om na te gaan hoe ver de sedimentpluimen reiken, wat de concentratie is en waar het sediment kan uitzakken werd een numerieke 3D modellering uitgevoerd van de verspreiding van het fijne sediment (<250 µm, fijn zand en slib) (pluimmodellering) voor de verschillende activiteiten bij de bouw van een eiland (IMDC, 2022a). Eens afgezet wordt resuspensie van het fijne materiaal niet meegenomen in de modellering.

Het berekende grondverzet en de bijhorende sedimentverliezen zijn het kleinst in geval van eilandlocatie West 1. Uit modellering van hoe fijne sedimenten (<250 µm, fijn zand en slib) zich als pluimen kunnen verspreiden tijdens de bagger- en stortwerken voor de constructie van een eiland (IMDC, 2022a) blijkt dat sedimentatie van de pluimen zich beperkt tot de omgeving van de eilandlocaties (en tijdelijke stockageplaats). De verste verspreiding en grootste geïmpacteerde oppervlakte doet zich voor bij de constructie van een zandplateau, vereist voor locaties West 2 en Noord. Al zijn die oppervlaktes beperkt en bereikt de footprint van de sedimentatie tijdens constructie de naburige potentiële grindbedden niet.

Er is echter onzekerheid wat betreft de lange-termijn en far-field effecten aangezien de modellering werd uitgevoerd zonder ‘resuspensie’, en mogelijk transport na afzetting niet werd gesimuleerd. In zandige sedimenten wordt echter de kans op resuspensie van fines nadat ze zijn afgezet klein ingeschat omdat de fijne korrels tussen de grovere gevangen zitten in de interstitiële ruimtes. De permeabiliteit, aeratie, potentieel om organisch materiaal in te sluiten en uitwisseling van water uit de interstitiële ruimtes met de waterkolom zal daardoor wel verminderen (uit Brabant et al. (2022) en KBIN-OD Natuur (2022)).

Algemeen wordt het effect van de constructie van een eiland op de natuurlijke sedimentatie op basis van de huidige kennis voor alle alternatieve locaties als matig negatief (-) beschouwd.

**Invloed op korrelgrootteverdeling en bodemkwaliteit**

Door het aanbrengen van breuksteen voor de steenbestorting aan de voet van de caissons en erosiebescherming zal tijdens de constructiefase geologisch vreemd materiaal aangebracht worden, en daarmee de natuurlijke korrelgrootteverdeling van de eilandlocaties beïnvloeden.

De hoeveelheid materiaal nodig voor de erosiebescherming en de laterale omvang is verschillend per eilandlocatie omwille van de verschillende waterdiepten. Zo zal er in West 2 meer materiaal (477.500 $m^3$, incl. filterbed) nodig zijn, over een oppervlakte van 170.000 $m^2$, dan in locatie West 1 (337.500 $m^3$ over 96.000 $m^2$) en Noord (417.500 $m^3$ over 137.000 $m^2$). Het ruimtelijk effect op de korrelgrootteverdeling zal dus ook het grootst zijn voor locatie West 2.

In de delen van de voorgebaggerde zones waar geen erosiebescherming wordt aangebracht, komt door het wegbaggeren van materiaal het onderliggend sediment aan het oppervlak te liggen. Het gaat echter nog steeds om Quartair zandig materiaal dat verwacht wordt sterk gelijkaardig te zijn aan het oorspronkelijk materiaal. De onderliggende Paleogene kleilagen komen niet te dagzomen door het voorbaggeren.

Verder weg kunnen korrelgrootteveranderingen optreden door de depositie van sedimentpluimen bestaande uit fines (<250 µm) die ontstaan tijdens de constructie baggerwerken. De modellering toont aan dat dit voor West 1 beperkt is. Voor West 2 en Noord is de impact groter ten gevolge van de bouw van het zandplateau maar nog steeds beperkt in oppervlak en doet zich niet verder voor dan 2 km van de eilandlocaties. Er wordt geen depositie van sedimentpluimen verwacht ter hoogte van zones met hoge kans op voorkomen van dagzomend grind (type 1 contour grindbedden) of zones met hoge kans op voorkomen van dagzomend grind afgewisseld met grofzandige barchaanduinen (type 2).

Verfijnen van doorlatende sedimenten leidt tot verandering van mineralisatieprocessen vanwege een combinatie van veranderde deeltjesfiltercapaciteit en zuurstofbeschikbaarheid. Het verfijnen van sedimenten wordt beschouwd als een onomkeerbaar proces dat het sediment kan veranderen van een bron van anorganische voedingsstoffen voor de waterkolommen tot plaatsen waar zich organisch materiaal in het sediment ophoopt (KBIN-OD Natuur, 2022).

Het effect van de constructiefase op de korrelgrootteverdeling ter hoogte van de eilandlocaties en hun omgeving wordt als matig negatief (-) beschouwd voor alle alternatieve locaties. Als is de invloedzone rond eilandlocatie West 1 bijna 10 keer kleiner dan voor de andere twee locaties, zelfs inclusief de invloedoppervlakte op de tijdelijke stockageplaats in situatie West 1.

Bij het plaatsen van breuksteen en andere geologische zuivere materialen (i.f.v. de erosiebescherming) wordt (vrijwel) geen effect verwacht op de chemische bodemkwaliteit. Daarnaast is de hypothetische kans op een accidentele lozing van verontreinigende stoffen tijdens de constructiefase eerder klein. Gezien de heersende stromingscondities en het zandige karakter van de oppervlakkige bodemsedimenten zou een accidentele lozing geen aanleiding geven tot verontreiniging van de bodem. Dit effect wordt vervolgens voor alle alternatieve locaties als niet relevant beoordeelt (0).

In de tijdelijke stockage zone, in geval van West 1, zal ook de korrelgrootteverdeling beïnvloed worden omwille van het tijdelijk plaatsen van zonevreemd materiaal. Het dumpen van zand afkomstig van de eilandlocatie West 1 zal echter weinig effect hebben in stockage zone 1 gezien de korrelgroottes aan de zeebodem sterk aansluiten bij het te stockeren materiaal. Het effect op korrelgrootte ter hoogte van de tijdelijke stockageplaats wordt er als verwaarloosbaar beschouwd (0/-).

In zones 4 en 3 waar fijner sediment voorkomt zal het storten van het gebaggerde materiaal meer impact hebben maar wordt nog steeds als aanvaardbaar ingeschat wegens de beperkte hoeveelheid. In zone 2 zijn de korrelgroottes aan de zeebodem gelijkaardig aan het te storten materiaal.

## Operationele fase

**Invloed op geologie**

Betreffende de invloed op de geologie, blijft de situatie tijdens de operationele fase ongeveer hetzelfde als tijdens de constructiefase. Een verdere verdichting van de ondergrond, en dus de zeebodem, zal plaats vinden.

Tijdens de levensduur van het eiland treedt verdere erosie op van de voorbaggerkuilen door de veranderde stromingen rondom het eiland. Uit modellering blijkt dat dit lokaal 12 tot 14 m dieper kan zijn dan de reeds voorgebaggerde kuilen (6 tot 8 m diep).

De potentiële effecten op geologie tijdens de operationele fase worden als verwaarloosbaar beoordeeld (0/-).

**Invloed op morfologie en bathymetrie**

Door de aanwezigheid van een artificieel eiland zullen de lokale stromingspatronen en het sedimenttransport wijzigen waardoor de morfologie en bathymetrie zal veranderen.

Om de invloed van een eiland te kunnen kwantificeren werd een 2D numerieke modellering uitgevoerd die de evolutie toont van de morfologie in het gebied vanaf 1 jaar na de bouw van het eiland (inclusief erosiebescherming) tot 10 jaar na de bouw van het eiland (Svašek Hydraulics, 2022b) (rapport toegevoegd als externe bijlage 3).

Een artificieel eiland heeft een duidelijk permanent effect op de morfologie en bathymetrie tijdens de operationele fase (Descriptor D6.1 zeebodemintegriteit). Het wordt echter als aanvaardbaar beschouwd wegens de beperkte omvang van het impactgebied en de stabilisatie van de verdieping na verloop van tijd. Dusdanig wordt het als matig negatief beoordeeld (-) voor elke alternatieve locatie. Al is de geïmpacteerde zone rondom West 1 kleiner dan voor de andere locaties.

**Invloed op sedimentatie en erosie**

Naast het voorbaggeren om de vorming van diepe erosiekuilen na constructie te verminderen, wordt er eveneens erosiebescherming geplaatst door aan de zeezijde van het eiland verschillende lagen met grind en steengraderingen tussen de 15 kg en 6 ton te voorzien.

Echter, de 2D morfologische modellering (Svašek Hydraulics, 2022b) voorspelt dat na 10 jaar, bodemveranderingen van 10 cm tot een afstand van bijna 10 km kunnen voorkomen in de hoofdrichting van de getijdenstroming. Er dient opgemerkt te worden dat zones waar sedimentatie voorspeld wordt in de grindbedden, dit volgens het model enkel het geval is waar ook in de autonome situatie zonder eiland sedimentatie van 2 cm of meer voorspeld wordt.

Naast veranderende farfield sedimentatie en erosiepatronen ten gevolge van daar veranderende stromingspatronen (o.a. ook bodemtransport) door de aanwezigheid van het eiland, werd ook bestudeerd door middel van 3D pluimmodellering hoe ver pluimen van fijn sediment (<250 µm) kunnen reiken die ontstaan door natuurlijke erosie en suspensietransport van dit sediment vanuit de erosiekuilen rondom het eiland. De modellering toont aan dat voor alle eilandlocaties de sedimentatiecontour van >10 mm de grindbedden niet bereikt, zelfs niet rekening houdend met resuspensie.

Dusdanig wordt de impact van de aanwezigheid van een eiland op sedimentatie en erosie als matig negatief beoordeeld (-) voor elke alternatieve locatie.

**Invloed op korrelgrootteverdeling en bodemkwaliteit**

Ten opzichte van de constructiefase wordt tijdens de operationele fase weinig nieuw zonevreemd materiaal aangebracht. Wel zal bij verdere erosie van de voorbaggerzones lithologisch ander materiaal komen dagzomen en treedt door veranderende stromingspatronen mogelijk op de uiterste randen van naburige potentiële grindzones verzanding op (1 cm na 10 jaar), al is dit ook het geval in de modelsimulaties zonder eiland. Resuspensie en depositie van fijn materiaal dat vrijkomt door erosie reikt niet tot de grindbedcontouren met hoge kans op voorkomen van grind. Daarom wordt het effect op de korrelgrootteverdeling tijdens de operationele fase als matig negatief (-) beschouwd voor alle alternatieve locaties.

### Ontmantelingsfase

**Volledige ontmanteling**

Het verwijderen van het volledige eiland kan potentieel een 'rebound' of opliftend effect hebben op de geologische ondergrond door het verwijderen van het gewicht. Dit effect wordt echter als niet waarneembaar beschouwd (0).

Een gelijkaardig volume grondverzet als tijdens de constructiefase zal plaatsvinden. Mogelijk is er een blijvend effect op de morfologie ten opzichte van de oorspronkelijke situatie zonder eiland. Dit wordt als gering negatief (0/-) beschouwd.

Door herstel naar de oorspronkelijke bathymetrie zullen ook de stromingspatronen zich opnieuw aanpassen en naar de oorspronkelijke situatie evolueren. Er kan op dit moment moeilijk ingeschat worden of sedimentatie en veranderde korrelgrootte ten gevolge van de aanwezigheid van een eiland (bv. ter hoogte van potentiële grindbedden) opnieuw zal weg eroderen na verwijdering van het eiland. Tijdens de ontmantelingsfase wordt het effect op de sedimentatie en erosie alsook op de korrelgrootte als gering negatief (0/-) ingeschat indien het eiland volledig wordt verwijderd.

Tijdens de volledige verwijdering van het eiland worden er (vrijwel) geen effecten verwacht op de bodemkwaliteit (0).

**Geen ontmanteling**

Indien geen ontmanteling plaats vindt zullen de effecten van de operationele fase zich doorzetten.

## 0.3.1.2.2 Platformen

### Constructiefase

**Berekening grondverzet**

Voor de constructie van de platformen op een jacketstructuur is het mogelijk dat vooraf aan de installatie de zeebodem lokaal genivelleerd moet worden. Omdat bewust vlakkere locaties (zijn uitgekozen voor de plaatsing van de platformen zal het grondverzet beperkt en vooral lokaal zijn. Na installatie zal indien nodig erosiebescherming aangebracht worden om lokale erosiekuilen te voorkomen

Voor de constructie van de platformen op een monopile is er vooraf geen nood aan het nivelleren van de zeebodem en zal er dus geen grondverzet plaatsvinden. De beoordeling van het effect is hier dan ook niet van toepassing.

**Berekening verstoord oppervlak tijdens constructie platformen**

Er wordt uitgegaan van een erosiebescherming van 50 m rondom monopile funderingen en 30 m rondom een jacket footprint van 2.000 m². Dit komt neer op een

oppervlak van 9.331 m² bij een monopile van 9 m diameter, en een oppervlak van 11.000 m² bij een jacket fundering.

- Voor alternatief 1: 1 jacket (HVDC platform) en 3 monopiles voor de AC platformen komt dit neer op een geïmpacteerd oppervlak van 38.900 m² of 3,9 ha.
- Voor alternatief 2: 4 jacket funderingen voor het HVDC platform en de 3 AC platformen komt dit op een verstoord oppervlak van 44.000 m² of 4,4 ha.

**Invloed op geologie**

Tijdens de installatie van zowel de monopiles als de jacketstructuur zullen de geologische lagen in de onmiddellijke omgeving van de palen gecompacteerd (verdicht) worden. Hierdoor gaat de continuïteit van de geologische lagen lokaal verloren, respectievelijk tot een diepte van ca. 40-45 m en 110 m voor de monopile en de jacket fundering. Ter hoogte van de platformlocaties is het Quartaire dek ca. tot 10 m dik en zal bijgevolg elke fundering tot in het Paleogeen substraat eindigen. Op de desbetreffende locaties vinden we daar meer bepaald kleihoudende lagen van de Formatie van Kortrijk terug (Le Bot *et al.*, 2003).

Die kleilagen kunnen 'kleitektonische' vervormingen en breuken bevatten (Le Bot *et al.*, 2003)). Het is niet gekend of die kunnen gereactiveerd worden bij belasting door structuren.

Omwille van de beperkte oppervlakte die wordt verstoord wordt het effect op de geologie onder de zeebodem als verwaarloosbaar (0/-) beschouwd.

**Invloed op morfologie en bathymetrie**

Het mogelijks lokaal nivelleren van de zeebodem, en dus het gedeeltelijk afvlakken van duintoppen en nadien het aanbrengen van een erosiebescherming, zal een lokaal effect hebben op de morfologie en bathymetrie dat gezien zijn beperkte omvang als verwaarloosbaar (0/-) kan worden beschouwd.

**Invloed op sedimentatie en erosie**

Omwille van de beperkte oppervlakte van de erosiebescherming in beide situaties (i.e. jacket en monopile) wordt het effect op de sedimentatie en erosieprocessen als verwaarloosbaar (0/-) beschouwd.

**Invloed op korrelgrootte en bodemkwaliteit**

De hoeveelheid erosiebescherming zal bij de jacketfundering omvangrijker zijn dan bij een monopile. Desondanks, omwille van de beperkte oppervlakte van de erosiebescherming wordt het effect op de korrelgrootte en de zeebodemintegriteit (GMT Descriptor D6) in beide situaties als verwaarloosbaar (0/-) beschouwd.

Daarnaast zal bij de aanleg van de erosiebescherming gebruik worden gemaakt van geologisch zuivere materialen, zoals natuurlijke breuksteen.

Ondanks de nodige veiligheidsvoorzieningen die in acht genomen worden is er een hypothetische kans op een accidentele lozing van verontreinigende stoffen vanop de platformen in het water. Omwille van de heersende stromingscondities en het zandige karakter van de oppervlakkige bodemsedimenten zal dit echter geen aanleiding geven tot verontreiniging van de bodem. Tijdens de constructiefase van de platformen worden er dus (vrijwel) geen effecten verwacht op de bodemkwaliteit (0).

## Operationele fase

**Invloed op geologie**

De kleilagen in de ondergrond kunnen 'kleitektonische' vervormingen en breuken bevatten (Le Bot *et al.*, 2003). Het is niet gekend of die kunnen gereactiveerd worden bij belasting door structuren. Mocht er een effect zijn, dan zal het zeer lokaal zijn.

Het effect op geologie tijdens de operationele fase wordt als gering negatief ingeschat (0/-).

**Invloed op morfologie en bathymetrie**

Door het aanbrengen van een erosiebescherming wordt de vorming van scour of erosieputten vermeden. De erosie zal zich verplaatsen naar de grenszone tussen de zeebodem en de erosiebescherming, in stroomafwaartse richting (secundaire erosie). Om de secundaire erosie te minimaliseren mag de erosiebescherming best niet boven de omringende zeebodem uitsteken. De erosieput aan de grenszone zal ook nooit de omvang krijgen van een erosieput die zou ontstaan zonder erosiebescherming. Het effect van de aanwezigheid van platformen op morfologie en bathymetrie tijdens de operationele fase wordt daarom als verwaarloosbaar ingeschat (0/-).

**Invloed op sedimentatie en erosie**

De lokale verandering in stromingspatronen veroorzaakt door de aanwezigheid van de substructuur is te klein om een significant effect te hebben op de globale natuurlijke sedimentatie- en erosieprocessen. Bovendien wordt een erosiebescherming aangebracht als milderende maatregel tegen erosie. De effecten van de operationele fase op sedimentatie en erosieprocessen wordt daarom als verwaarloosbaar (0/-) beschouwd.

**Invloed op korrelgrootte en bodemkwaliteit**

Tijdens de operationele fase zal er een hoeveelheid fijn organisch materiaal vrij komen van organismen die zich vasthechten op de substructuur wat rondom de funderingen en op de erosiebescherming kan accumuleren (zie hoofdstuk 5.5 fauna, flora en biodiversiteit). Omwille van de beperkte oppervlakte wordt het effect op de korrelgrootte en zeebodemintegriteit (Descriptor D6) als verwaarloosbaar (0/-) beschouwd.

Ondanks de nodige veiligheidsvoorzieningen die in acht genomen worden is er een hypothetische kans op een accidentele lozing van verontreinigende stoffen vanop de platformen in het water. Omwille van de heersende stromingscondities en het zandige karakter van de oppervlakkige bodemsedimenten zal dit echter geen aanleiding geven tot verontreiniging van de bodem. Tijdens de operationele fase van de platformen worden er dus (vrijwel) geen effecten verwacht op de bodemkwaliteit (0).

## Ontmantelingsfase

**Volledige ontmanteling**

Bij een volledige ontmanteling, zullen er geen bijkomende effecten op de geologische bouw van de betreffende bodempakketten optreden ten opzichte van de constructie en operationele fase. Ten gevolge van mariene aangroei zal de structuur 10% zwaarder zijn tijdens de ontmantelingsfase dan tijdens de constructiefase. Door het verminderde gewicht op de het gedeelte fundering onder de zeebodem ten gevolge van de volledige ontmanteling zal de kans op potentiële re-activatie van kleideformaties wel kleiner zijn. Het effect op de geologie wordt als verwaarloosbaar beschouwd (0/-).

Bij het verwijderen van de funderingspalen en erosiebescherming zullen er putten in de zeebodem ontstaan. Ter hoogte van de funderingspalen is dit tot ca. 2-3 m onder de zeebodem, ter hoogte van de verwijderde erosiebescherming is dit tot ca. 1,3-2 m. Er

wordt verwacht dat deze putten stabiel zijn en zich niet snel zullen herstellen op een natuurlijke manier (Van den Eynde *et al.*, 2010). Door het beperkte aantal en de beperkte omvang van deze putten wordt het effect op de morfologie en sedimenttransport als verwaarloosbaar (0/-) beschouwd.

Bij het verwijderen van de erosiebescherming wordt de oorspronkelijke korrelgrootte nabij de zeebodem hersteld. Het effect op de korrelgrootteverdeling ter plaatse verdwijnt en is dus niet langer relevant (0).

Ondanks de nodige veiligheidsvoorzieningen die in acht genomen worden is er een hypothetische kans op een accidentele lozing van verontreinigende stoffen tijdens de verwijdering van de platformen. Omwille van de heersende stromingscondities en het zandige karakter van de oppervlakkige bodemsedimenten zal dit echter geen aanleiding geven tot verontreiniging van de bodem. Tijdens de volledige verwijdering van de platformen worden er dus (vrijwel) geen effecten verwacht op de bodemkwaliteit (0).

**Geen ontmanteling van de platformen**

Indien geen ontmanteling plaats vindt zullen de effecten van de operationele fase zich doorzetten.

#### 0.3.1.2.3 Kabels

##### Constructiefase

**Berekening grondverzet**

Indien men uitgaat van de worst-case situatie (aanlanding Blankenberge-Zeebrugge) waarbij ook bij het backfillen 30% verliezen optreden zal er >150% (ca. 14,5 tot 16,3 miljoen $m^3$) gebaggerd dienen te worden van wat gestockeerd werd. Bij het oppompen in de tijdelijke stortzone en de backfill zal opnieuw ca. 4,4 tot 4,9 miljoen $m^3$ materiaal verloren gaan. Al wordt ingeschat dat dit in werkelijkheid minder zal zijn omdat in nauwe sleuven wordt teruggestort en niet op een open vlakte waar makkelijk sediment kan weg getransporteerd worden.

In het tweede scenario (i.e. ploughing/jetting + pre-sweeping) komen de verliezen bij stockage neer op ca. 0,7 tot 1 miljoen $m^3$ materiaal. In dit geval liggen de verliezen veel lager dan in het eerste scenario en treden de grootste verliezen op bij het kabeltraject behorende bij de set van vier platformen.

**Berekening verstoord oppervlak**

Het verstoord oppervlak voor de kabeltrajecten tussen de 5 alternatieve infrastructuurlocaties en de aanlandingszone Blankenberge-Zeebrugge (i.e. worst-case scenario) varieert tussen ca. 8,5 en 9,5 miljoen $m^2$ voor, respectievelijk, het kabeltraject behorende tot de set van platformen (het kortste traject) en het kabeltraject behorende bij Eiland Noord route 2 (het langste traject).

Indien in tijdelijke stortzone zone 3 de volledige oppervlakte van 21,7 miljoen $m^2$ gebruikt wordt, zal in het geval van pre-trenching + pre-sweeping voor de 5 alternatieve kabeltrajecten een volume tussen ca. 9 en 10 miljoen $m^3$ gestockeerd worden over een dikte van ca. 45 cm. Indien de grindzone vermeden wordt komt dit neer op een stockagehoogte van ca. 70 cm. Voor de andere stockageplaatsen gaat dit om diktes van 65 cm (zone 2) tot 1 m (zone 1) indien de volledige oppervlakte gebruikt wordt.

In het geval van ploughing/jetting + pre-sweeping zal voor de 5 verschillende kabeltrajectopties een volume tussen ca. 1,8 en 2,4 miljoen $m^3$ gestockeerd worden.

Indien de gehele stockagezone daarvoor gebruikt zou worden, zal dit over een dikte van 10 tot 20 cm zijn.

**Invloed op geologie**

Tijdens de installatie van de kabels zal de geologie verstoord worden tot op een diepte van 1 tot 4 m onder de zeebodem, afhankelijk van de locatie en de ingraaftechniek (Cathie Group, 2021b). Waar het Quartaire dek zeer dun is, zoals in de geulen tussen de zandbanken, zullen ook de Paleogene (vroeger genaamd Tertiaire) lagen doorsneden worden en gaat dus de continuïteit van de geologische lagen verloren. Doorgaans bevatten Paleogene lagen meer kleihorizonten dan de Quartaire deklagen die ze bedekken. Bij het doorkruisen van dergelijke zones kan tijdelijk een hogere turbiditeit in het water ontstaan (hoofdstuk 5.2 Water). Wegens de beperkte breedte van de sleuven wordt het effect op de verstoring van Quartaire en Paleogene lagen in het algemeen als verwaarloosbaar (0/-) gezien.

Kabels aanwezig in de ondergrond zijn geologisch vreemd materiaal. Wegens de geringe diepte en omvang wordt dit als verwaarloosbaar beschouwd (0/-).

**Invloed op morfologie en bathymetrie**

De grote morfologische structuren, zoals grote tot zeer grote duinen, worden tijdens het baggeren van de sleuven gevolgd. Met de pre-sweeping van bepaalde delen en het baggeren tot een diepte van 1 tot 4 m zullen de medium en kleine zandduinen echter verdwijnen. Het is echter mogelijk dat de duinen zich natuurlijk herstellen indien er voldoende sediment aanwezig is. Door het mogelijke herstel en de beperkte breedte van de sleuven is het effect op de morfologie en bathymetrie t.h.v. het kabeltraject verwaarloosbaar (0/-).

Afhankelijk van de gebruikte ingraaftechniek heeft het gebaggerde materiaal dat in, vermoedelijk, zone 3 gestockeerd wordt een volume tussen ca. 9 en 10 miljoen m³. Het effect op de morfologie en bathymetrie t.h.v. de tijdelijke stockageplaats wordt als gering negatief (0/-) beschouwd.

**Invloed op sedimentatie en erosie**

Om het effect van het baggeren en storten te kunnen inschatten werd een 3D numerieke pluimmodellering uitgevoerd (IMDC, 2022a). Daarbij werd gesimuleerd hoe vier representatieve sleuven van 1 km lang (volume 96.000 m³) ter hoogte van drie typische secties langsheen het kabeltraject worden uitgebaggerd (worst-case wat betreft lengte Blankenberge-Zeebrugge), waarna het sediment op een tijdelijke stockageplaats wordt gestort (op één punt in het model).

Bij geen van de drie secties worden naburige grindbedden of Natura2000 beïnvloed door sedimentatie afkomstig van de bagger- en stortpluimen.

Voor de drie type fracties samen zou bij storten op dezelfde locatie wordt een afzetting van ca. 120 cm fines verwacht. In werkelijkheid zal het storten verspreid doorgaan over de stockageplaats met kleinere afzettingsdiktes als gevolg.

De uitvoering van de werken zal gebeuren verspreid over verschillende periodes (bv. per 4 sleuven). In werkelijkheid zal niet slechts over 33% van het kabeltracé met overflow gebaggerd worden. In kleiige en siltige segmenten waar het % fines lager ligt dan de representatieve secties zal, binnen de vergunningsvoorwaarden, wel met overflow gewerkt kunnen worden.

Omdat de footprint van de afzettingen van de fines bepaald wordt door de heersende stromingen en de valsnelheid van het type sediment en niet door de hoeveelheid sediment, zal een groter stortvolume leiden tot grotere afzettingsdiktes, niet tot grotere footprint van de afzettingen.

Gezien het exces sedimenttransport, maar tijdelijke effect, wordt de invloed van de kabelinstallatie op de sedimentatie en erosieprocessen tijdens de constructiefase als matig negatief (-) beoordeeld. Dit zowel t.h.v. de alternatieve kabeltrajecten alsook t.h.v. de tijdelijke stockagezone. Er wordt wat betreft sedimentatie van fines geen betekenisvolle verschillen verwacht in uitbreiding van de afzettingen in verschillende stockagezones. De impact op de oorspronkelijke korrelgrootte zal wel verschillend zijn tussen de verschillende stockagezones.

**Invloed op korrelgrootteverdeling en bodemkwaliteit**

Na plaatsing van de kabel zullen in het geval van pre-trenching, de sleuven nadien opgevuld worden met backfill materiaal. In de worst-case situatie zal over het volledige tracé, over een oppervlakte van 850 tot 950 ha de korrelgrootte potentieel wijzigen.

De kabeltrajecten naar eiland en platformen doorkruisen ook verschillende velden waar potentieel grind kan voorkomen. Het gaat om 2 secties van 1,3 km en 5 km langsheen het gezamenlijke segment of ca. 11% van het gemiddeld kabeltraject (55 km per kabel). Daarnaast doorkruist kabeltraject Noord 2 een sectie van 4,4 km doorheen een potentieel grindbed.

De trajecten naar de platformen A3 en A1N doorkruisen bovendien grindzones binnen Natura2000 gebied aangeduid als zones met hoog potentieel op voorkomen van dagzomend grind. Het gaat om een afstand van 10,6 km (zonder buffer grindzones) per kabel of 5% van de totale kabellengte naar de platformen. Daar kan als milderende maatregel gekozen worden om na backfill ook grind aan te brengen zoveel mogelijk gelijkend op het oorspronkelijke (bv. silex stenen) waardoor de korrelgrootteverdeling niet sterk verschilt van de oorspronkelijke.

Tussen de Akkaertbank en de verschillende aanlandingszones komt Quartair materiaal voor bestaande uit fijner materiaal <250 µm, (silt, klei en zand met slib) aan het oppervlak. Het backfill materiaal zal bestaan uit kwalitatief thermische geleidbaar materiaal (i.e. zand) dat enerzijds afkomstig zal zijn van wat tijdelijk gestockeerd wordt en anderzijds zal bestaan uit nieuw aangevoerd materiaal. Het materiaal en de korrelgrootteverdeling zal verschillen van de oorspronkelijke, het gaat echter om een beperkte afstand over het traject.

Daarnaast zal ter hoogte van kruisingen met kabels of pijpleiding van derde partijen erosiebescherming in de vorm van natuurlijke breuksteen aangebracht worden dat per kruising over een oppervlakte van 1000 m² zal zorgen voor een verandering in de natuurlijke korrelgrootteverdeling. Afhankelijk van het gekozen traject zullen er meer of minder kruisingen, en dus erosiebescherming, plaatsvinden.

Samenvattend, ter hoogte van de kabeltrajecten zal over een beperkte lengte en de breedte van de sleuven de korrelgrootte veranderen ten opzichte van de oorspronkelijke, het effect op de zeebodemintegriteit (Descriptor D6) wordt als gering negatief (0/-) beoordeeld.

Daarnaast zal de korrelgrootteverdeling beïnvloed worden in de tijdelijke stockage zone omwille van het tijdelijk plaatsen van zonevreemd materiaal. Afhankelijk van welke sectie langsheen het kabeltraject gebaggerd wordt en in welke stockagezone gestort wordt, zal dit meer of minder impact hebben op de oorspronkelijke korrelgrootteverdeling van de stockageplaats.

Daarnaast zal de afzetting van fines zorgen voor een verminderde permeabiliteit van de omliggende sedimenten wat leidt tot verandering van mineralisatieprocessen vanwege een combinatie van veranderde deeltjesfiltercapaciteit en zuurstofbeschikbaarheid. Het verfijnen van sedimenten wordt beschouwd als een onomkeerbaar proces dat het sediment kan veranderen van een bron van anorganische voedingsstoffen voor de

waterkolommen tot plaatsen waar zich organisch materiaal in het sediment ophoopt (KBIN-OD Natuur, 2022).

Omdat mogelijk de impact op de korrelgrootte (en de GMT D6 zeebodemintegriteit) in de stortzones om een permanent effect gaat zelfs indien het materiaal nadien weer weggebaggerd wordt voor backfill, maar omdat het op beperkt schaal is binnen één van de vier stortzones wordt het effect als matig negatief (-) ingeschat. Wel kan als milderende maatregel een bagger-stortplan opgesteld worden om afhankelijk van welke sectie gebaggerd wordt een andere stortplaats toe te kennen waar gelijkaardig materiaal reeds voorkomt.

## Operationele fase

**Invloed op geologie**

Elektriciteitskabels aanwezig in de zeebodem zijn op zich geologisch vreemd materiaal. Maar gezien de geringe diepte (1-4 m) en omvang wordt dit als verwaarloosbaar beschouwd (0/-).

**Invloed op morfologie en bathymetrie**

Gezien de afmetingen van de kabels en de geringe kans dat de kabels bloot aan het zeebodemoppervlak komen te liggen, is de invloed van de kabels op de globale morfodynamiek verwaarloosbaar. In het geval van een occasionele blootstelling of bij de vorming van zogenaamde “free spans” (i.e. een kabel die over een bepaalde afstand vrij van de bodem ligt tussen twee duintoppen) wordt het effect op de zeebodemmorfologie en bathymetrie nog steeds als verwaarloosbaar (0/-) beschouwd.

**Invloed op sedimentatie en erosie**

In het geval dat kabels toch een lokale verhoging vormen in de morfologie/bathymetrie kunnen ze eventueel een bijkomend (lokaal) effect hebben op autonome sedimentatie en erosie processen. Het aantal lokale verhogingen ten gevolge van het kruisen van bestaande kabeltrajecten is beperkt tot een minimum en de effecten van de aanwezige begraven kabels op de sedimentatie en erosieprocessen tijdens de operationele fase wordt als niet meetbaar beschouwd (0).

**Invloed op korrelgrootteverdeling en bodemkwaliteit**

Tijdens de operationele fase worden geen activiteiten meer uitgevoerd die de korrelgrootteverdeling ter hoogte van de kabeltracés en tijdelijke opslagplaats(en) zullen veranderen. De effecten worden gelijkaardig ingeschat als tijdens de constructiefase: gering negatief (0/-) ter hoogte van de kabeltracés en (-) ter hoogte van de opslagplaats(en).

Warmteontwikkeling treed op bij het transport van elektrische energie. Het warmteverlies is afhankelijk van verschillende factoren en groter bij wisselspanning dan bij gelijkspanning. Bijgevolg zal er tijdens de operationele fase -en dus wanneer de elektriciteitskabels in werking zijn- ten gevolge van energieverlies een beperkte opwarming van de bodem rondom de kabels plaatsvinden. Omwille van de diepte (1-4 m) van de kabels zal deze opwarming aan het oppervlak van de zeebodem echter zeer beperkt en zeer lokaal zijn. De effecten van het kabeltraject tijdens de operationele fase op de bodemkwaliteit worden als verwaarloosbaar (0/-) beschouwd.

## Ontmantelingsfase

**Volledige ontmanteling van de kabels**

Het verstoorde oppervlak zal kleiner zijn dan tijdens de constructiefase omdat geen pre-trenching, noch pre-sweeping of stockage van sediment nodig is.

Bij het verwijderen van de kabel zal de zeebodem en de lokale morfologie opnieuw verstoord worden, waarna het zich kan herstellen naar de situatie van voor de installatie. Het effect op morfologie wordt als verwaarloosbaar ingeschat (0/-).

Tijdens het verwijderen van de kabels zal het bovenliggend backfill materiaal opgewoeld worden dat vervolgens in de omgeving kan sedimenteren. Het effect wordt als gering negatief ingeschat omdat het om zandig materiaal gaat dat slechts over zeer korte afstand zal getransporteerd worden (0/-).

Daarnaast zullen structuren zoals beschermingsmatrassen en erosiebescherming eveneens verwijderd worden waardoor de oorspronkelijke lithologie en korrelgrootteverdeling weer aan de oppervlakte komt. Waar de kabel wordt verwijderd vanonder het backfill materiaal in de sleuf valt het omgewoelde backfill materiaal lokaal terug. De korrelgrootteverdeling blijft lokaal veranderd zoals tijdens de constructie- en operationele fase, het effect ter hoogte van de kabeltracés blijft gering negatief (0/-).

De effecten van de elektromagnetische velden en warmteontwikkeling die plaatsvinden bij elektriciteitskabels in werking zullen na het verwijderen van de kabels niet langer bestaan. De impact op de temperatuur, en dus de bodemkwaliteit, kan als dusdanig als niet relevant (0) worden beschouwd.

**Geen ontmanteling**

Indien geen ontmanteling plaats vindt zullen de effecten van de operationele fase zich doorzetten, met uitzondering van de effecten van de elektromagnetische velden en warmteontwikkeling die wegvallen. De impact op de temperatuur, en dus de bodemkwaliteit, kan als dusdanig als niet relevant (0) worden beschouwd. Het is een hiaat in de kennis in hoeverre kabels na verloop van tijd kunnen degraderen en chemische vervuiling van de zeebodem kunnen veroorzaken.

### 0.3.1.3 Milderende maatregelen en monitoring

In het ontwerp van het MOG2 project zijn reeds diverse maatregelen geïntegreerd om de impact op de meest waardevolle en/of kwetsbare zones (grindbedden) te reduceren.

- Locatiekeuze eiland:
    - Buiten Natura 2000 gebied 'Vlaamse Banken'
    - Eliminatie van eiland locatie Oost1 en Oost2: tijdens de scopingfase gaven de modelresultaten voor locaties Oost1 en Oost2 een indicatie van een onaanvaardbare impact op de aaneengesloten grindvelden binnen het Habitatrichtlijngebied (aanzanding).

- Vorm, verhouding lengte-breedte en oriëntatie eiland: Tijdens de scopingfase werden diverse eilandvormen bestudeerd aan de hand van hydrodynamische simulaties.
- Voorbaggeren van de erosiekuilen: Door het voorbaggeren wordt tijdens de constructiefase de evenwichtssituatie met erosiekuilen nagebootst die gewoonlijk in de loop van de eerste jaren na constructie op natuurlijke wijze zou ontstaan. Door deze werkwijze zal minder sedimentverplaatsing optreden door de wijzigende

stromingen rondom het eiland, opnieuw resulteren in een lager risico op aanzanding van waardevolle grindvelden.

- Locatiekeuze platformen: Bij de keuze van de locatie van de platformen binnen het Habitatrichtlijngebied werd rekening gehouden met de mogelijke aanwezigheid van waardevolle habitats, i.e. grindbedden.

Er zijn ook reeds maatregelen geïntegreerd om de footprint van het eiland en/of het gebruik van grondstoffen te reduceren.

- Lokalisatie van het eiland op een zandbank
- Eliminatie revetment uitvoeringswijze voor het eiland: De grote footprint en de noodzaak voor aanvoer van een grote hoeveelheid materiaal (grote hoeveelheid breuksteen) zijn enkele van de redenen die ertoe geleid hebben om de revetment uitvoeringswijze niet te selecteren voor het eiland design.

Daarnaast zijn er nog extra maatregelen mogelijk tijdens de uitvoering van het project om verhoging in turbiditeit en verspreiding van sediment naar de meest kwetsbare en/of waardevolle zones te minimaliseren.

- Tijdens de constructie van een eiland kan de impact op het sedimenttransport verminderd worden door de periode dat geklept materiaal voor de vorming van het zandplateau (West 2, Noord) zo kort mogelijk bloot te stellen aan de hydrodynamische processen.
- Tijdens de kabelinstallatie is optimalisatie mogelijk om de impact op de tijdelijke stockageplaats in geval van pre-trenching te verminderen. Wanneer aan meerdere kabeltracés tegelijk gewerkt wordt kan het uitgegraven materiaal van de ene sleuf direct gebruikt worden voor opvulling van een andere waar de kabel al geïnstalleerd is, waardoor tijdelijke stockage beperkt kan worden (indien de kwaliteit van het materiaal goed is).
- Tijdens de kabelinstallatie, in geval van pre-trenching kan de impact op de tijdelijke stockageplaats(en) verder beperkt worden door als milderende maatregel een bagger-stortplan op te stellen, zodat afhankelijk van welke sectie gebaggerd wordt (zandig of eerder slibhoudend) een andere stortplaats toegekend wordt waar gelijkaardig materiaal reeds voorkomt.
- Aanpassingen in het eiland design:
    - Er zal gestreefd worden naar een smallere eilandvorm, resulterend in een reductie in het blokkerend dwars vlak en in de eiland footprint.
    - Afhankelijk van de eilandlocatie en op basis van verder studiewerk kan de oriëntatie van het eiland geoptimaliseerd worden, om zo te resulteren in een nog betere uitlijning met de dominante stromingsrichting.
    - Bij andere wijzigingen in het eiland design zal er steeds op toegezien worden dat er geen extra impact op de meest waardevolle habitats (of op andere milieu-aspecten) ontstaat.
- Baggeren zonder overflow
- Gebruik van silt curtains / geotextiel.
- Sommige baggerschepen hebben technische aanpassingen om de verspreiding van fijn materiaal te reduceren.

**Monitoring**

Een monitoringsprogramma voor het MOG2 project zal een aanvulling zijn bij deze van de bestaande windmolenparken binnen het BDNZ en de windmolenparken die in de komende jaren eveneens binnen de PEZ gerealiseerd zullen worden.

Het programma omvat monitoring voor, tijdens en na de exploitatie van de basisinfrastructuur met exportkabels. Deze monitoring kan vervolgens dienen om de functionaliteit van het eiland te garanderen, de effectiviteit van het aanbrengen van erosiebescherming na te gaan, de ingraafdiepte van de exportkabels te beschermen, etc. Op deze manier kan een vergelijking gemaakt worden tussen natuurlijke omstandigheden en gewijzigde condities door de werkzaamheden en operationele fase. Voor de constructie dient een uitgebreide referentiesituatie te worden vastgelegd voor zowel de winter- en zomerperiode teneinde de effecten zo adequaat mogelijk te kunnen monitoren. De volgende zaken zouden deel kunnen uitmaken van een monitoringsprogramma:

- Een nauwkeurige registratie van de baggeractiviteiten (meer expliciet de baggervolumes en de vorming van turbiditeitspluimen). Hierbij dienen ook expliciet de bewegingen van het gestockeerde zand te worden opgemeten in het geval van tijdelijke stockage buiten het projectgebied om een inschatting te maken van de werkelijke verliezen tijdens baggeren en storten.
- De evolutie van de morfologie en bathymetrie rond de basisinfrastructuur en de kabeltrajecten kunnen worden gemonitord op basis van geofysische meetcampagnes.
- De evolutie van de erosie en sedimentatieprocessen rond de basisinfrastructuur en de kabeltrajecten kunnen in kaart worden gebracht.
- De sedimentsamenstelling en bodemkwaliteit kunnen aan de hand van een uitgebreide staalnamecampagne nauwkeurig gemonitord worden.
- Specifiek voor het kabeltraject kan de ingravingsdiepte van de kabels van de basisinfrastructuur naar de kust opgevolgd worden. Belangrijke locaties om hierbij specifiek in detail op te volgen zijn deze in de buurt van de nabijgelegen kabels en pijpleidingen.

Aangezien de exploitatie van het MOG2 project wordt voorzien in verschillende fasen zou het interessant kunnen zijn om de monitoring per fase te bekijken en te evalueren zodat potentiële effecten kunnen worden gedetecteerd alvorens naar een volgende uitbreidingsfase over te gaan. De volgende parameters zouden specifiek kunnen worden verzameld:

- Korrelgrootte en sedimentsamenstelling op basis van boringen
- Concentraties aan materiaal in suspensie (turbiditeit)
- Topografische en bathymetrische condities
- Hydronamische condities (golfhoogte, stroming, waterstanden, etc.)

Voor de frequentie, technieken, etc. wordt verwezen naar bovenstaande referenties en de monitoringsprogramma's voorgesteld door BMM voor de windparken.

### 0.3.2 Water

#### 0.3.2.1 Referentiesituatie

##### 0.3.2.1.1 Hydrodynamica

###### Golfhoogtes

De meetlocatie het dichtst bij de eiland- en platformlocaties gelegen is de Westhinder meetpaal. Hier worden gemiddelde windsnelheden gemeten van 8 m/s uit voornamelijk een zuidwestelijke richting. Onder invloed van deze winden worden golven opgewekt met een gemiddelde significante golfhoogte van 1 m en een periode van zes seconden (Verwaest *et al.*, 2008). De piek golfperiodes liggen tussen de drie en de acht seconden voor 90% van de tijd. Uit analyse van de golfdataset van de Westhinder (1990-2010) kon afgeleid worden dat een storm met retourperiode van 1 jaar een significante golfhoogte heeft van ongeveer 4,35 m (IMDC, 2013a). De modellering voor MOG2 geeft ook de referentiesituatie zonder eiland voor de golfhoogte in de omgeving van elke eiland locatie, zonder eiland, voor storm met terugkeerperiode van 1 jaar (Hs=4,5 m, Tp=9,3 s en richting 352,5°N) (Svašek Hydraulics, 2022b).

In de nabijheid van de mogelijke kabeltracés bevinden zich een aantal golfmeetboeien behorende tot het Meetnet Vlaamse Banken (meetnetvlaamsebanken.be). In het kader van dit rapport werd de data van de boei A2, Oostende Noord, Kwintebank, en Westhinder geraadpleegd tussen 01/07/2021 en 01/07/2022 (gemiddelde golfhoogte, golfperiode). De gemiddelde golfhoogtes nemen af richting de kust onder invloed van de afnemende waterdiepte. De golfhoogte neemt namelijk af onder invloed van een afnemende golfsnelheid onder invloed van een toenemende bodemwrijving (Mangor, 2017). Lokale variaties kunnen worden verwacht als gevolg van de verschillende zandbanken die worden gekruist door het kabeltracé.

###### Stroomsnelheden

Een eerste indicatie over stroomsnelheden kan worden gegeven op basis van de morfologische kenmerken aanwezig in de projectgebieden. Grootschalige bodemstructuren zoals aanwezig in het projectgebied, ontstaan bij typische (bodem) stroomsnelheden tussen 0,5 en 1,5 m/s (Ashley, 1990). Er kan worden gesteld dat de stroming tegenwijzerzin om de Hinderbanken draait, al is de maximale stromingsrichting voornamelijk in de vloed (noordoostelijke) richting met een residueel watertransport over de banken heen (Deleu, 2001).

In het kader van de modelleringen voor MOG2 werden de maximale en stroomsnelheden gemodelleerd over het BDNZ ook voor de referentiesituatie zonder eiland, alsook de gemiddeld stroomsnelheden over één springtij-doodtij cyclus in de omgeving van de drie alternatieve eiland locaties (Svašek Hydraulics, 2022b). In het kustnabije gedeelte en langs de Vlaamse Banken bereiken de getijdenstroomsnelheden hun maximum tijdens vloed (naar NO), terwijl de maximale stroomsnelheden langs de Hinderbanken voornamelijk in ebrichting gericht zijn (ZW).

IMDC voerde een aantal mobiele ADCP metingen uit in opdracht van Elia gedurende doodtij in december 2021 en gedurende springtij in maart 2022. De volgende stroomsnelheden werden gemeten (IMDC, 2022b): Gedurende doodtij werden maximale stroomsnelheden gemeten van 1,2 m/s; Gedurende springtij werden maximale stroomsnelheden van 1,45 m/s gemeten. Over het algemeen kan gesteld worden dat de stroomsnelheden hoger liggen bovenop de zandbanken. Aanvullend op de mobiele metingen werden er ook statische metingen uitgevoerd gebruikmakend van een ADCP. Voor wat betreft de periode 14/02/22 tot en met 21/02/2022 werd het volgende vastgesteld: Gemiddelde stroomsnelheid gedurende springtij betreft

0.52 m/s, gedurende doodtij 0.35 m/s, en gedurende stormen maximale stroomsnelheden tot 1.1 m/s (IMDC, 2022b).

Langsheen de mogelijke kabeltracés kan een gemiddelde stroomsnelheid worden verwacht van 0 tot 0,5 m/s. Deze snelheden kunnen echter oplopen tot 0,75-1,25 m/s. Over het algemeen worden lagere stroomsnelheden verwacht nabij de kust. Hoe verder langsheen een tracé richting de PEZ, hoe hoger de verwachte stroomsnelheden.

### Bodemschuifspanning

De bodemschuifspanning is een maat voor de bodemdynamiek die zowel de invloed van de stroomsterkte als de invloed van de golfwerking in rekening brengt (Winter and Jongbloed, 2018). Voor het bepalen van het effect van een eiland op de hydrodynamica werd een numerieke modellering uitgevoerd, inclusief de bodemschuifspanning (gemiddeld over een springtij-doodtij cyclus) onder invloed van het getij tijdens een zomersituatie in de omgeving van de drie alternatieve eilandlocaties, voor de situatie met en zonder het eiland (Svašek Hydraulics, 2022b).

Langsheen het merendeel van het kabeltraject is het residueel bodemtransport noordoost (vloed) gericht. Voor het noordelijk deel van het kabeltraject is het residueel bodemtransport zuidwest (eb) gericht is. Dit geldt ook voor het overgrote deel van PEZ met uitzondering van de Westhinderbank waar zich een residueel transport in zuidoostelijke en noordoostelijke richting voordoet over de top van de bank (Lanckneus et al., 2001) (zie hoofdstuk 5.1 Bodem).

## 0.3.2.1.2 Waterkwaliteit

### Fysio-chemische parameters

Binnen het BDNZ werd in het verleden een meetnet ontwikkeld voor de chemische monitoring in het kader van de KRW (Kader Richtlijn Water) en OSPAR (Belgische Staat, 2018a). Er worden temperatuurwaarden teruggevonden tussen 0,05°C en 19,8°C, met een gemiddelde watertemperatuur in het BDNZ van ongeveer 11°C (BMM, 2012). Er treden seizoenale variaties op met een grootteorde van 8 à 9°C ten opzichte van de gemiddelde temperatuur. Specifiek kan gesteld worden dat de gemiddelde temperatuur langsheen de mogelijke kabeltracés min of meer gelijk blijven, maar de temperatuur schommeling neemt af van de kust richting de PEZ.

De saliniteit in het BDNZ bedraagt gemiddeld 31-35 g/kg. Er is een lichte seizoenale variatie door de invloed van de riviertoevoer meer bepaald door rivierpluimen van de Schelde, Rijn, Seine en Maas (OSPAR Commission, 2000; Degraer *et al.*, 2018). De saliniteit tegen de kust kan door de zoetwaterpluimen variëren van 25 tot 32 ppt (FOD Leefmilieu, 2015). De saliniteit langsheen het kabeltraject neemt toe naarmate de afstand tot de kust toeneemt (bij station 230: 31-35 PSU, bij station 330: 32-35 PSU) en bereikt een maximum in de PEZ (bij station 421: 34.2 – 35.2 PSU) (data opgehaald van: https://rshiny.lifewatch.be/station-data/ op 23/08/2022).

De aanvoer van stikstof en fosfor in het marien milieu kan op twee manieren plaatsvinden: via het water en via de atmosfeer, maar vooral via de rivieren voor 65-80% van de nutriënteninput van stikstof in de Noordzee, en 80-85% voor fosfor (OSPAR, 2010). De menselijke invloed op de nutriëntenbalans is voornamelijk merkbaar ter hoogte van de kustzone en minder detecteerbaar ter hoogte van het projectgebied.

Voor wat betreft opgeloste anorganische stikstof en opgeloste anorganische fosfor doet er zich een algemene verbetering van de gemeten waarden voor van de kust richting open zee. Buiten de territoriale wateren wijzen deze indicatoren op een goede toestand. Binnen de territoriale wateren toonde een dalende trend aan dat de GMT naar alle waarschijnlijkheid zou zijn bereikt tegen 2020. In de Kustzone (tot 1 zeemijl) zou de GMT waarschijnlijk niet zijn bereikt tegen het jaar 2020 (Belgische Staat, 2018a).

Een herziening van het monitoringsrapport en evaluatie van de verwachtingen wordt pas verwacht in 2024.

Bunkerolie en smeerolie zijn de belangrijkste bronnen van olievervuiling in de Noordzee. De olielozing afkomstig van boringen voor de offshore olie- en gasindustrie is over de laatste 10 jaar sterk gereduceerd (tot meer dan 80%). Deze afname is vooral het gevolg van een vervanging van oliegebaseerde boorkleien naar boorkleien die op water zijn gebaseerd.

Op basis van de data uit de BMDC databank als steekproef stelt men vast dat, voor alle opgenomen waarden voor open zee op het BDNZ, voor metalen meestal maximale waarden worden vastgesteld tussen streefwaarde en grenswaarde en voor TBT of tributyltin maximale waarden hoger dan de grenswaarde. Sinds 2003 is het gebruik ervan op schepen verboden. Er wordt verwacht dat dat – onder invloed van het vandaag ingestelde verbod op het gebruik van TBT - de gehalten aan TBT langzaam zullen dalen (Belgische Staat, 2018a).

Men kan voor de PEZ aannemen dat de natuurlijke concentraties aan metalen relatief laag zijn op basis van gemeten waarden in open zee, die in de grootteorde liggen van de richtwaarden voor open zee (OSPAR Commission, 2000).

#### Turbiditeit en zwevend stof

De Belgische kustnabije zone wordt gekenmerkt door een turbiditeitsmaximum met concentraties tussen 20 mg/l en meer dan 150 mg/l aan het oppervlak en tussen 100 mg/l en meer dan 4.000 mg/l nabij de zeebodem (Lauwaert *et al.*, 2016). In de kustnabije hoge-turbiditeitszone wordt de variabiliteit in sedimentconcentratie die men waarneemt vooral veroorzaakt door natuurlijke processen, terwijl het storten van baggerspecie maar een kleine invloed heeft (Lauwaert *et al.*, 2016). In het gebied van de Vlaamse Banken is er altijd een geringere gemiddelde concentratie (< 10 mg/l) (Lauwaert *et al.*, 2004) dan ter hoogte van de kust (bijvoorbeeld Zeebrugge, waar de hoogste concentraties voorkomen) omwille van het zandige sediment. Bij storm kunnen de maximumconcentraties tot 15 maal hoger liggen dan bij goed weer. Offshore liggen de maximale concentraties rond 300 mg/l maar ze treden slechts occasioneel op (onder stormcondities) (Fettweis *et al.*, 2005). De SPM concentratie varieert met getij en de springtij-doodtij cyclus. Daarbovenop treden variaties op ten gevolge van weersinvloeden en klimaat. Verder wordt de SPM concentratie gekarakteriseerd door een seizoenaal signaal.

### 0.3.2.2 Effecten

#### 0.3.2.2.1 Eiland

#### Constructiefase

**Invloed op hydrodynamica**

Tijdens de constructiefase zal naargelang de vorderingen van de werken de impact op de hydrodynamica (stroming en golfwerking) verder toenemen. In de fase wanneer enkel een zandplateau bestaat (locaties West 2 en Noord) of de aanwezige zandduinen genivelleerd zijn (locatie West 1) zal de impact of golfwerking en stroming beperkt zijn, wanneer ook de caissons gebouwd zijn zal die impact sterk toenemen (vooral effect tijdens de operationele fase).

Het zand dat wordt weggebaggerd voor de nivellering van locatie West 1 zal worden afgevoerd of tijdelijk gestockeerd op een tijdelijke stockageplaats. In deze werkzone zal er dus een tijdelijke invloed worden uitgeoefend op de lokale morfologie en bathymetrie met een mogelijke impact op de stromings- en golfpatronen. Echter, de stockage zal gebeuren op zodanige manier dat de globale morfodynamiek van het

gebied zo minimaal mogelijk wordt gewijzigd (i.e. maximale hoogte in dezelfde grootteorde als de natuurlijke zandduinen in het gebied en op een zo klein mogelijke oppervlakte) (zie hoofdstuk 5.1 Bodem). Bovendien zal deze zone potentieel kunnen herstellen wanneer de zone niet langer gebruikt wordt. Bijgevolg wordt dit effect als gering negatief (0/-) beschouwd.

**Invloed op waterkwaliteit**

*Invloed op de fysio chemische karakteristieken*

Bij het lokaal wegbaggeren met het oog op het aftoppen van de duinen, of het creëren van een zandplateau of het invullen van de caissons met lokaal materiaal, kunnen, indien ze aanwezig zijn in de zeebodem, zware metalen of organische polluenten vrijkomen uit het gebaggerde sediment. De kans is echter klein aangezien de eilandlocaties zich in zones bevinden met zandige sedimenten met een laag percentage aan fijn materiaal waaraan chemische elementen kunnen binden. Indien vervuiling in de waterkolom zou terechtkomen dan zal ook snel verdunnen door de sterke stroming. Het effect van de constructie van het eiland op de chemische waterkwaliteit wordt als verwaarloosbaar beschouwd (0/-).

Er bestaat gedurende het uitvoeren van de geplande werken een hypothetische kans op een accidentele lozing van verontreinigde stoffen in het water. Het betreft hierom voornamelijk afvalwater uit de schepen, verlies van hydraulische olie bij uitvoering van de werken, of verlies van vervuild water vanuit de tijdelijke betoncentrale (zie hoofdstuk 5.8 Risico's en veiligheid). Er bestaat lokale en internationale regelgeving (bv. MARPOL, Wet Marien Milieu, etc.), maar het risico op een (accidentele) lozing niet kan worden uitgesloten. Het effect wordt als gering negatief (0/-) beoordeeld.

Er wordt geen invloed op de temperatuur, zuurstof, en saliniteit verwacht (0).

*Invloed op turbiditeit*

Gedurende de constructiefase worden verschillende activiteiten uitgevoerd die sediment in suspensie kunnen brengen (nivelleren, voorbaggeren, zandplateau aanleggen, eiland opvullen). Dit leidt tot een toename van de turbiditeit onder andere door het verlies van sediment bij de baggerkop, overloop verlies, verlies bij het (tijdelijk) storten van sediment; etc. Om een inschatting te kunnen maken van de turbiditeit onder invloed van de baggeractiviteiten werd een numerieke modellering uitgevoerd van de sedimentpluim tijdens (1) het nivelleren van de zandtoppen en tijdelijk stockeren (locatie West 1), (2) voorbaggeren en constructie van zandplateau voor locatie West 2 en Noord, en (3) voorbaggeren en opvullen van de caissonstructuur door baggerpijpen met overloop (IMDC, 2022a).

1. Ter hoogte van de locatie West 1 tijdens het nivelleren van de zandtoppen doet er zich enkel een overschrijding voor van de natuurlijke turbiditeit (4 mg/L) in de onmiddellijk nabijheid van de eilandlocatie door pluimvorming aan de baggerkop en beperkte overflow (slechts 20% fijn zand <250 µm, 0.2% fines <63 µm). In de nabijheid van de tijdelijke stockageplaats kunnen de concentraties in de waterkolom oplopen tot meer dan 50 mg/l (IMDC, 2022a). Het gaat echter om een tijdelijk effect (twee dagen, gedurende de werken) en de pluimen reiken niet verder dan 3 km.
2. Bij het aanleggen van het zandplateau wordt een turbiditeitspluim gevormd door de fines die opwoelen aan de baggerkop, bij de overloop aan het baggerschip en die vrijkomen bij het kleppen op de plateaulocatie. Voor wat betreft locatie West 2 wordt er een duidelijk overschrijding waargenomen van de diepte gemiddelde turbiditeitswaarden tot op 3 kilometer van de eilandlocatie waar het zandplateau aangelegd wordt, (IMDC, 2022a). Een gelijkaardig resultaat werd bekomen voor de werken bij de locatie Noord. De

overschrijding met waarden van meer dan 4 mg/l blijft tot zes dagen in de waterkolom (tijdens de werken) ter hoogte van locatie West 2, deze reikt tot net in de bufferzone rondom een zone met hoge kans op voorkomen van dagzomend grind. Voor wat betreft de locatie Noord betreft het een overschrijding tot waarden van meer dan 4 mg/l tot drie dagen (tijdens de werken).

3. Bij het voorbaggeren van de erosiekuilen rondom de eilandlocatie West 1 en het opvullen van de caissonomwalling door middel van baggerpijpleidingen wordt een toename van de achtergrond turbiditeit (verwacht 4 mg/L) vastgesteld in de onmiddellijk nabijheid van het eiland tot op een afstand van enkel honderden meter. Deze beperkte invloed kan worden verklaard door het feit dat er beperkt verlies optreedt bij de baggerkop en rondom de caissons. Er doet zich geen overloopverlies voor van het baggerschip omdat met pijpleidingen zal gewerkt worden. De overloop concentraties van het eiland zelf werden berekend en in rekening gebracht (IMDC, 2022a), maar zijn niet zichtbaar. De impact van deze wordt als verwaarloosbaar beschouwd gezien de overloop van water uit het eiland zelf significant lager ligt dan deze uit een baggertuig, gezien het grotere oppervlak van het eiland. Een gelijkaardig beeld vormt zich bij het modelleren van de pluim voor de locaties West 2 en Noord. Voor de drie locaties geldt de overschrijding tot 11 dagen (tijdens de werken).

Er is onzekerheid wat betreft de lange termijn en farfield effecten aangezien de modellering werd uitgevoerd zonder 'resuspensie', en mogelijk transport na afzetting van de fines niet werd gesimuleerd. In zandige sedimenten wordt echter de kans op resuspensie van fines nadat ze zijn afgezet klein ingeschat omdat de fijne korrels tussen de grovere gevangen zitten in de interstitiële ruimtes. Indien de fines toch gedeeltelijk in resuspensie gaan tijdens storm/de eerstvolgende getijdencyclus wordt niet verwacht dat dit een langdurig effect is. Onderzoek uitgevoerd door Hitchcock en Bell heeft aangetoond dat dit effect zich over het algemeen beperkt tot vier a vijf getijdencycli (Hitchcock and Bell, 2004).

Voor de drie gemodelleerde scenario's wordt een verhoging van de turbiditeit voorspeld, maar omdat het aandeel fines in het sediment beperkt is, is het op een beperkte schaal in de nabijheid van de eilandlocaties en met een tijdelijk karakter (maximaal 11 operationele dagen, gedurende het uitvoeren van de werken). De gemodelleerde turbiditeitspluimen bereiken enkel voor locatie West 2, tijdens de aanleg van het zandplateau, de bufferrand rondom een zone met hoge kans op voorkomen van dagzomend grind. Bijgevolg wordt dit effect beoordeeld als gering negatief (0/-).

## Operationele fase

**Invloed op hydrodynamica**

*Stroming*

De stroomsnelheid neemt, na constructie van het eiland, toe langsheen de lange zijden, en af langsheen de korte zijden (Svašek Hydraulics, 2022b). De toename in stroomsnelheden langsheen de lange zijden (locatie West 1) bedraagt maximaal 30% vlak na de constructie van het eiland, dit neemt af tot een maximum van 10% na tien jaar ten opzichte van de situatie zonder eiland, wanneer de morfologie zich aangepast heeft. De verschillen in stroomsnelheid tussen de toestand zonder eiland en met eiland zijn voornamelijk merkbaar vlak na de constructie wanneer zich nog geen evenwicht heeft ingesteld. Deze verschillen nemen snel af in de eerste vier jaar na de constructie, na vier jaar zijn de stroomsnelheid toenames langsheen de lange zijden significant verminderd, ook de reikwijdte en grootte van de snelheidsafnames zijn sterk

verminderd. Tussen jaar vier en jaar tien blijven de verschillen min of meer gelijk wat erop wijst dat het stromingssysteem een nieuw equilibrium bereikt.

Een gelijkaardig beeld stelt zicht voor de locatie West 2. Hier neemt de gemiddelde stroomsnelheid langsheen de lange zijden van het eiland toe tot een maximum van 15% na de constructie van het eiland. Na 10 jaar bedraagt deze toename nog 8%. Voor wat betreft de locatie Noord bedraagt de toename 20% onmiddellijk na de constructie, en 14% na tien jaar (Svašek Hydraulics, 2022b).

De aanwezigheid van een eiland zal de stromingspatronen permanent beïnvloeden gedurende de levensduur van het eiland. De invloed is beperkt tot de onmiddellijke omgeving van het eiland (6 km in de lengterichting, 3 km in de breedte richting) en de beïnvloede zone wordt verwacht aanzienlijk af te nemen na de eerste vier jaar na de aanleg. Het effect kan beoordeeld worden als matig negatief (-).

De veranderende stroomsnelheden rondom het eiland zullen een invloed hebben op het lokale sedimenttransport rondom het eiland. Aan de noord en zuidzijde (waar de stroomsnelheid afneemt) zullen fijnere sedimenten worden afgezet. Aan de west- en oostzijde zullen grovere sedimenten worden afgezet (Delhaye *et al.*, 2022). De impact op sedimenttransport en sedimentatie- en erosiepatronen wordt uitgebreid besproken in het hoofdstuk 5.1 Bodem.

*Golven*

De aanwezigheid van de caisson muren in het water zal een invloed uitoefenen op de lokale golfwerking. Golven zullen namelijk reflecteren op de caisson muren (IMDC, 2022c). De modelresultaten tonen aan dat door reflectie van de golven op het eiland de golfhoogtes aan de zijdes van het eiland die blootgesteld zijn toenemen met 0,5 m (Svašek Hydraulics, 2022b). Een toename in golfhoogte van meer dan 1% zal merkbaar zijn tot een afstand van ca. 18 km. Aan de beschutte zijde zullen de golfhoogtes afnemen met meer dan 1 m. Afnames tot 1% zijn merkbaar tot 5 kilometer weg van het eiland. De golfrichting wordt enkel beïnvloed aan de lijzijde van het eiland. Er wordt een impact van dezelfde grootteorde verwacht voor de andere eilandlocaties.

Door de ontwikkeling van de erosieputten rondom het eiland zal de zone waar veranderingen in golfhoogte merkbaar zijn licht afnemen na verloop van tijd (Svašek Hydraulics, 2022b). Door de grote waterdiepte rondom het eiland zijn die veranderingen echter relatief klein.

Naast reflectiegolven die rond het eiland voorkomen, zouden zich effecten van havenresonantie kunnen voordoen in de geplande CTV-haven (*crew transfer vessel*, personeelstransport vaartuig). Havenresonantie kan optreden in ingesloten watermassa's met perioden van twee tot tien minuten. Deze wordt veroorzaakt door een geforceerde oscillatie van het water als gevolg van lange-periode oscillaties die op open zee aanwezig zijn (Mangor, 2017). De hoogte van de resonantiegolven is op zich ook weer afhankelijk van de hoogte en richting van de inkomende golven.

Het effect van een eiland op golfwerking wordt als matig negatief (-) beschouwd.

*Bodemschuifspanning*

Naast de impact op stroming en golfwerking, werd op basis van numerieke modellering (Svašek Hydraulics, 2022b) ook voor de impact op bodemschuifspanning een vergelijking gemaakt tussen de situatie voor de constructie van een eiland, en de situatie na constructie van een eiland (voor locatie West 1). De modellering werd uitgevoerd voor zomercondities (enkel stroming door getij, gemiddeld over een springtij-doodtij cyclus) en voor wintercondities, waarbij ook éénjarige golfcondities werden meegenomen.

De gemiddelde bodemschuifspanning **in de zomer** rond de projectlocatie bedraagt circa 0,4 N/m2 (Svašek Hydraulics, 2022b). Door de aanwezigheid van een eiland nemen de bodemschuifspanningen toe en af in overeenstemming met de stroomversnellingen en -vertragingen zoals besproken hiervoor. De maximale toename van de bodemschuifspanning bedraagt 42% direct na aanleg van het eiland. Tien jaar na aanleg neemt deze waarde af tot maximaal 14%. Tien jaar na de bouw kan een verhoogde bodemschuifspanning >10% worden gevonden tot 1 km van het eiland, terwijl een verminderde bodemschuifspanning <-10% kan worden gevonden tot 2 km van het eiland. Direct na de aanleg wordt ongeveer 245 ha beïnvloed door veranderingen in de bodemschuifspanning van meer dan 10% van de gemiddelde bodemschuifspanning in zomerse omstandigheden. Na tien jaar is dit areaal teruggebracht tot 110 ha.

De gemiddelde bodemschuifspanning in de **winter** rond de projectlocatie is ongeveer 0,5 N/m2 (Svašek Hydraulics, 2022b). Door de aanwezigheid van het eiland nemen de bodemschuifspanningen toe en af in overeenstemming met de stroomversnellingen en -vertragingen zoals besproken voor stromingen. De maximale toename van de bodemschuifspanning is gelijk aan 43% direct na aanleg van het eiland. Deze waarde neemt tien jaar na aanleg van het eiland af tot 19%.

Hoewel de bodemschuifspanning rondom het eiland permanent wordt beïnvloed gedurende de levensduur van het eiland wordt het effect op de bodemschuifspanning wegens de beperkte ruimtelijke impact als matig negatief beoordeeld (-).

**Invloed op waterkwaliteit**

*Invloed op de fysio-chemische karakteristieken*

Er werd een lijst van stoffen en gassen die zal gebruikt worden op het eiland opgesteld. Op basis van deze lijst werd een procedure opgesteld voor het gebruik van deze en een noodplan. Er worden diverse lekbakken en vloeistofdichte inkuipingen voorzien. Indien er zich toch een verontreiniging zou voordoen treedt het noodplan in werking. Het regen- en kuis water dat op risicozones op het eiland terechtkomt, zal worden gezuiverd door middel van een coalescentiefilter alvorens het wordt geloosd in zee zodat het lozingswater voldoet aan de geldende lozingsnorm. Huishoudelijk afvalwater zal worden gezuiverd met een gecertificeerde installatie in overeenkomst met de MARPOL Annex IV regulation 11 regelgeving.

Gezien de vele maatregelen die worden genomen om het vrijkomen van verontreinigende stoffen in het zeewater te voorkomen zal de aanwezigheid van het eiland geen negatieve impact uitoefenen op het behalen van de GMT descriptor D8. Echter, gezien het risico op een accidentele, kortstondige, lozing nooit volledig kan worden voorkomen wordt, gelet op de reeds geplande milderende maatregelen om verontreiniging vanop het eiland tegen te gaan, dit effect als gering negatief (0/-) beoordeeld.

*Invloed op turbiditeit*

Als gevolg van de aanwezigheid van een eiland en de veranderende hydrodynamica treedt er rondom het eiland bijkomende erosie van de voorbaggerkuilen en sedimentatie op. Fines (<250 µm) aanwezig in de bodem kunnen door de erosie in suspensie komen. Aan de hand van pluimmodellering werd duidelijk dat de natuurlijke turbiditeit van 4 mg/l (dieptegemiddeld) wordt overschreden tot circa 7,5 km van het eiland, dit zowel na één als na vier jaar, voor wat betreft de locaties West 1 en West 2. Voor wat betreft de locatie Noord neemt afstand toe tot 10 km (IMDC, 2022a). Het effect op de turbiditeit in de waterkolom tijdens de operationele fase, tijdens het instellen van nieuwe evenwichten wordt als beperkt en tijdelijk beschouwd en wordt daarom als gering negatief (0/-) beoordeeld.

Onderzoek gepubliceerd door Baeye en Fettweis (Baeye and Fettweis, 2015) toont aan dat, door organische groei op artificiële harde substraten, sedimentatiepluimen kunnen ontstaan rondom windturbines die tot 2 km ver kunnen reiken. Gezien de caissons en de erosiebescherming rondom de eilandlocaties ook een artificieel hard substraat zullen vormen valt niet uit te sluiten dat een gelijkaardig effect zich ook hier zou voordoen. Uitgaande van een pluim met een afstand van 2 km in de dominante stromingsrichting (ZW), bereikt een dergelijke pluim, indien afkomstig van één van de eilandlocaties, geen van de geïdentificeerde grindbedcontouren. Bijgevolg wordt dit effect als gering negatief beschouwd (0/-).

### Ontmantelingsfase

Indien het eiland wordt ontmanteld zullen de golf- en stromingsomstandigheden zich terug in hun oorspronkelijk staat herstellen indien ook de bathymetrie terug naar de oorspronkelijke toestand wordt hersteld. Eventuele effecten op de hydrodynamica op niveau van de projectlocatie zullen nauwelijks meetbaar zijn (0). Tijdens het oppompen van het zand uit de caissonkamers, en het wegbaggeren van de zachte kern en het onderliggende zandplateau (locaties West 2 en Noord) zullen opnieuw turbiditeitspluimen optreden gelijkaardig als tijdens de constructiefase. Omdat het om hetzelfde materiaal gaat met weinig bijmenging van fines, wordt het effect op de turbiditeit tijdens de ontmantelingsfase ook als gering negatief beschouwd (0/-).

Indien het eiland wordt ontmanteld dan worden tijdens de ontmantelingsfase dezelfde effecten op de waterkwaliteit verwacht als tijdens de constructiefase (0/-). Het uitwerken van een gedetailleerde procedure en een noodplan voor het omgaan met accidentele lozingen met de stoffen aanwezig op het eiland bij afbraak, kan de impact van een dergelijke lozing echter voorkomen of beperken in impact. Uiteraard wordt het effect en risico van (olie)verontreiniging volledig gemitigeerd na de ontmantelingsfase. Er wordt geen effect verwacht op de temperatuur, het zuurstofgehalte, of de saliniteit.

Indien het eiland in zijn geheel behouden blijft, blijven ook dezelfde effecten van kracht op de hydrodynamica en waterkwaliteit als gedurende de operationele fase van het eiland (-). Het effect van accidentele lozing wordt als gering negatief beschouwd (0/-) in het geval van volledige bewaring in-situ.

## 0.3.2.2.2 Platformen

### Constructiefase

**Invloed op hydrodynamica**

Gedurende de installatie van de jacket of monopile structuren worden geen meetbare effecten (0) op de hydrodynamica verwacht. De verwachte effecten op golven en stroming worden als zeer lokaal beschouwd (Di Marcantonio *et al.*, 2007).

**Invloed op waterkwaliteit**

*Invloed op de fysio-chemische karakteristieken*

Bij het baggeren met het oog op het nivelleren van de ondergrond, of het plaatsen van de funderingen kunnen potentieel zware metalen, organische polluenten of nutriënten vrijkomen in de waterkolom indien ze in de zeebodem voorkomen. Gezien de platformlocaties zich in zones bevinden met zandige sedimenten met een laag percentage aan fijn materiaal waaraan chemische elementen kunnen binden is de kans klein dat door opwoeling tijdelijk vervuiling in de waterkolom terechtkomt.

Indien vervuiling in de waterkolom zou terechtkomen dan zal dit snel verdunnen door de sterke stroming. Het effect van de constructie van de platformen op de chemische waterkwaliteit wordt als verwaarloosbaar beschouwd (0/-).

Op temperatuur, zuurstof, en saliniteit wordt geen invloed verwacht (0).

*Invloed op turbiditeit*

De totale duur voor het installeren van de platformen op monopiles is twee dagen, en voor het installeren van de platformen op jackets vier dagen. Op basis van de monitoring uitgevoerd op de Blighbank (Van den Eynde *et al.*, 2013) en de korte duur van de installatie kan worden aangenomen dat er zich tijden de constructie van de platformen amper een verhoging van de turbiditeit zal voordoen in vergelijking met de natuurlijk turbiditeit. Het effect wordt beschouwd als niet meetbaar (0).

## Operationele fase

**Invloed op hydrodynamica**

Door de aanwezigheid van een jacket of monopile structuur in het water wordt zowel de richting als de snelheid van de stroming beïnvloed. Het water buigt ter hoogte van de paal af waardoor er een lokale turbulentie stroom ontstaat die een zone met hogere druk voor de paal veroorzaakt, en een zone met lager druk achter de paal, gepaard gaande met een afname van de stroomsnelheid voor de paal. Er ontstaan wervel stromingen achter de paal die leiden tot een verhoogde bodemschuifspanning en een erosie. Echter, deze invloed op de stroming hersteld zich reeds na 3,2 x de diameter van de structuur waardoor de invloed op de stroming als permanent maar zeer lokaal kan worden beschouwd. Het effect van de jacket en monopile structuren op de stroming wordt als gering negatief beschouwd (0/-). De invloed op de golfwerking wordt als minimaal beschouwd gezien de geringe omvang van de structureren (0).

**Invloed op waterkwaliteit**

*Invloed op de fysio-chemische karakteristieken*

Gezien de maatregelen die worden genomen om het vrijkomen van verontreinigende stoffen in het zeewater te voorkomen zal de aanwezigheid van het platform geen negatieve impact uitoefenen op het behalen van de GMT descriptor D8. Echter, gezien het risico op een accidentele, kortstondige, lozing nooit volledig kan worden voorkomen, wordt het effect van olieverontreiniging als gering negatief (0/-) beschouwd.

*Invloed op turbiditeit*

Satelliet foto's, genomen van Britse en Belgische windmolenparken, tonen een duidelijk aanwezigheid van sedimentpluimen stroomafwaarts van elk individuele windmolen (Vanhellemont and Ruddick, 2014). Een gelijkaardig fenomeen wordt verwacht ter hoogte van de funderingen van de platformen. Voor één van de vier locaties een dergelijke pluim zich over één van de potentiële grindbedden zou uitstrekken. Gezien de beperkte oppervlakte die wordt geïmpacteerd wordt dit effect voor de platformlocaties als gering negatief (0/-) ingeschat.

## Ontmantelingsfase

In het geval van een volledige ontmanteling en verwijdering van de funderingen tot net onder de zeebodem, wordt de impact verondersteld gelijk te zijn aan de impact gedurende de constructiefase. Uiteraard wordt het effect en risico van (olie)verontreiniging door de infrastructuur volledig gemitigeerd na de ontmantelingsfase.

Indien de platformen in-situ als geheel worden behouden worden de effecten gelijk beschouwd als deze van kracht gedurende de operationele fase. Indien het onderhoud van de platformen na de operationele fase afneemt, neemt de kans op accidentele lozing van vervuilende stoffen in het water toe. Het effect bij het volledig behoud van de platformen op de waterkwaliteit wordt beschouwd als gering negatief (0/-).

#### 0.3.2.2.3 Kabels

### Constructiefase en operationele fase

**Invloed op hydrodynamica**

Tijdens de constructiefase treden geen effecten op de hydrodynamica op. Eventuele effecten op stroming en golven zijn zeer lokaal. Bijgevolg wordt het effect op de hydrodynamica als niet bestaand (0) beschouwd (BMM, 2007). De ondergronds geplaatste kabels hebben evenmin tijdens de operationele fase een invloed op de golven of stroming (0).

**Invloed op waterkwaliteit**

*Invloed op de fysio-chemische karakteristieken*

Bij het uitvoeren van de werken gerelateerd aan de installatie kunnen zware metalen en organische polluenten, indien aanwezig, uit de bovenste sedimentlagen vrijkomen in de waterkolom (Phua *et al.*, 2002a). In zandige ondergrond langsheen het kabeltracé met laag gehalte aan fijn en/of organisch materiaal is de kans kleiner dat chemische elementen eraan gebonden zijn. Nabij de kust echter worden de kabels geïnstalleerd in fijnere sedimenttypes waar makkelijker chemische elementen aan kunnen gebonden zijn. Echter, gezien de beperkt omvang van de ingreep in de bovenste lagen van de zeebodem en de sterke stromingen worden eventuele contaminanten uit de bodem onmiddellijk verdund in de waterkolom. Daarom wordt het effect van kabelinstallatie op de chemische karakteristieken van de waterkolom als gering negatief (0/-) ingeschat.

Voor wat betreft de eutrofiëring (D5) tonen de drie indicatoren voor eutrofiëring in de territoriale wateren een trend die naar alle waarschijnlijkheid tegen 2020 geleid heeft tot het bereiken van een GMT. Voor de kustzone (tot 1 zeemijl) zal de GMT echter niet bereikt zijn tegen 2020 (Belgische Staat, 2018a). Er wordt niet verwacht dat de installatie van de exportkabels zal bijdragen tot een toename in het marien milieu. Het bijkomend scheepvaartverkeer voor de installatie zal wel zorgen voor een toename van stikstof in de lucht (zie 0).

De bedekking van de exportkabels wordt periodiek gecontroleerd zodat de kans op direct contact van kabel met zeewater bijzonder gering is. Het effect op de chemische waterkwaliteit tijdens de operationele fase wordt als niet bestaande ingeschat (0) gegeven de regelgeving in verband met het gebruik van TBT-vrije verf voor schepen. Daarnaast zal bij de aanleg van beschermingsmatten en steenbestorting bij de kruisingen gebruik worden gemaakt van geologisch zuivere materialen. Op temperatuur, opgeloste zuurstof en saliniteit wordt geen invloed verwacht (0).

*Invloed op turbiditeit*

Tijdens de installatie wordt de zeebodem omgewoeld en vormt zich een sedimentpluim in de waterkolom. De omvang van de pluim hangt af van verschillende elementen zoals het sedimenttype, de hydrodynamische omstandigheden, de installatietechniek, en de schaal van de werken (Toarmina *et al.*, 2018).

De impact van het pre-trenchen van de kabeltracés werd gemodelleerd voor een worst case scenario naar impact op bodem en water waarbij het langste kabeltracé (nl. aanlanding in de zone Blankenberge-Zeebrugge) volledig via pre-trenching (+ pre-sweeping vooraf) zal uitgevoerd worden (IMDC, 2022a). Er zijn drie 1 km secties langs het kabeltracé gemodelleerd. Tijdens de werken treden sedimentverliezen op nabij de baggerkop aan de bodem, overflow tijdens het baggeren (in geval van zandig materiaal) maar vooral bij het storten op de tijdelijke stockageplaats. Bij het uitvoeren van baggerwerken in de grove sedimenten met weinig fines is de impact op de turbiditeit tijdelijk en beperkt in oppervlakte. Indien er gewerkt wordt in fijnere

sedimenten is het effect op de turbiditeit nog steeds tijdelijk, maar het effect heeft impact op een groter oppervlak en voornamelijk ter hoogte van de stockageplaats.

Ondanks de beperkte verhoging in turbiditeit ten opzichte van de lokale achtergrondwaarden, vergelijkbaar met een storm, en het niet-permanent karakter, kan het in de worst-case situatie waarbij alle kabels via pre-trenching worden geïnstalleerd om een groot grondverzet gaan waarbij potentieel grote verliezen kunnen optreden met een aandeel aan fines dat in de waterkolom terechtkomt. Er wordt geen langere termijneffect verwacht. Daarom wordt de aanleg van de kabels als een proces beschouwd met een matig negatieve impact op de turbiditeit (-).

Bij het aanleggen van de kabels voor het MOG2 project wordt voornamelijk uitgegaan van de inzet van pre-trenching en jetting methodes. Het aanleggen van de kabels via jetting zal een tijdelijke verhoging van de turbiditeit veroorzaken. In zones waar voornamelijk zand wordt omgewoeld, zal de straal waarbinnen het sediment terug bezinkt vrij gering zijn. Langsheen kabeltrajectzones komen zones voor waar de Quartaire deklaag behoorlijk dun is en waardoor baggeren het Paleogeen (vroeger genaamd Tertiair) substraat aan het oppervlak kan komen. De Paleogene lagen bestaan uit klei of kleihoudende zanden wat zou kunnen leiden tot een verhoogd sediment transport en verhoogde turbiditeit in de waterkolom. Deze lagen zijn echter gecompacteerd, dus de invloed zal eerder beperkt zijn op korte termijn (BMM, 2011). In de kustnabije zone komen slib en Holocene kleien voor in de bodem die niet gecompacteerd zijn, waardoor bijkomend fijn tot gemiddeld korrelig sediment in suspensie zal gebracht worden bij omwoeling door kabelinstallatie via jetting of ploegen.

Gedurende de operationele fase wordt er geen effect verwacht op de turbiditeit als gevolg van de kabels, hetzij er onderhoudswerkzaamheden dienen te worden uitgevoerd in welk geval de effecten kunnen worden beoordeeld zoals gedurende de constructiefase afhankelijk van de gebruikte techniek. Het effect zal zeer tijdelijk zijn en daarom gering negatief (0/-).

### Ontmantelingsfase

Om de kabels te verwijderen zal gebruik gemaakt worden van een sleephaak, al dan niet voorafgegaan door jetting, die door de zeebodem wordt gesleept om de kabel naar het oppervlak te brengen. Hierbij vindt geen extra grondverzet plaats. Tijdens het verwijderen van de kabels zal het bovenliggend zandig opvul materiaal (backfill) opgewoeld worden dat in de nabije omgeving zal sedimenteren.

Er kan ook bekeken worden om de kabels in-situ te bewaren. In sommige gevallen leidt dit tot de minst negatieve impact op het milieu gezien er geen nieuwe verstoring van de bodem plaatsvindt. Er is echter wel een risico met betrekking tot aansprakelijkheid indien een blootgelegen kabel schade veroorzaakt aan derden (zie hoofdstuk 5.8 Risico's en veiligheid). Het effect op de waterkolom voor bewaring in-situ wordt als onbestaand (0) beschouwd.

Het effect op de waterkolom wat betreft turbiditeit zal naar verwacht veel minder zijn dan tijdens de constructiefase omdat er geen bagger- of stortwerken gebeuren, niet langsheen het kabeltracé, noch op de tijdelijke stockageplaats. Het effect wordt als verwaarloosbaar ingeschat (0/-). De effecten gerelateerd aan het verwijderen van de kabels worden als gelijkaardig ingeschat als gedurende de constructiefase voor wat betreft kans op vrijkomen van zware metalen en organische polluenten, in de zones waar geen zuiver zand als backfill materiaal gebruikt werd (0/-).

#### 0.3.2.3 Milderende maatregelen en monitoring

De milderende maatregelen en monitoring voor de discipline water overlappen grotendeels met die in Bodem (zie 0.3.1.3). Daarnaast dienen de golf-, stroming- en windomstandigheden rond het eiland te worden opgevolgd, en moet de turbiditeit in de waterkolom rond het eiland of de platforms worden gecontroleerd tijdens de operationele fase.

### 0.3.3 Klimaat en atmosfeer

#### 0.3.3.1 Referentiesituatie

##### 0.3.3.1.1 Atmosfeer

De meest relevante parameters in het kader van dit project zijn de algemene luchtverontreinigende componenten $NO_X$, $SO_2$, PM10 (stof) en $CO_2$. De luchtkwaliteit ter hoogte van het projectgebied voor alle relevante componenten voldoet ruimschoots aan de vooropgestelde (Europese) luchtkwaliteitsdoelstellingen. Voor de meeste luchtverontreinigende stoffen droeg de transportsector in 2018 minder dan 20 % bij aan de totale emissie in Vlaanderen. Uitzondering is $NO_x$ ($NO_2$), waar de transportsector een belangrijke bijdrage van rond de 60 % leverde. De zeevaart heeft vanaf 2010 aanzienlijk minder luchtverontreiniging veroorzaakt dan in de jaren ervoor. De belangrijkste oorzaken van de flink lagere emissies zijn de lagere vaarsnelheden, waardoor minder brandstof wordt verbruikt en de verstrenging van uitstoot normen voor schepen.

De emissies van scheepsdieselmotoren zijn sterk begrensd door internationale regelgeving (IMO MARPOL Bijlage VI). In het ECA-gebied, inclusief de Noordzee, gelden nog strengere normen voor zwavel en stikstof. In Europa vallen scheepsmotoren ook nog onder het Europees klasseringssysteem dat eisen stelt aan de emissies van de interne verbrandingsmotoren van nieuwe niet voor de weg bestemde mobiele machines (Richtlijn 97/68/ EG van 1997, en update van 2016: verordening 2016/1628). Door schepen met motoren met strengere normen (bijvoorbeeld stage VI of V) te gebruiken, kunnen emissies dus nog verder beperkt worden ten opzichte van de MARPOL normen. Bij de bouw van nieuwe schepen moet de energie-efficiëntie steeds beter worden (MARPOL Energy Efficiency Design Index).

##### 0.3.3.1.2 Globaal klimaat

Er worden wereldwijd inspanningen gedaan om maatregelen te nemen om de emissie van broeikasgassen terug te dringen teneinde de effecten van antropogene klimaatsveranderingen te beperken. Europese ambities (“FIT for 55” package, klimaat neutraal continent tegen 2050, REPowerEU plan) worden vertaald in nationale ambities voor de reductie van de emissie van broeikasgassen en het verhogen van het aandeel van elektriciteitsproductie uit hernieuwbare bronnen (o.a. offshore windenergie). De nieuwe windparken in PEZ samen met MOG2 vormen een cruciaal onderdeel in dit traject.

#### 0.3.3.2 Effecten

##### 0.3.3.2.1 Atmosfeer

Voor de bepaling van de impact van de bouw van het eiland of platformen en de bekabeling op de luchtkwaliteit, dient rekening gehouden te worden met de emissies die vrijkomen tijdens (1) de productie van de materialen ($CO_2$) en (2) scheepvaart ($SO_2$,

$NO_x$, PM10 en $CO_2$). De emissies door scheepvaart vinden plaats tijdens de constructiefase voor het transport van materialen en de installatie van alle infrastructuur, tijdens de operationele fase voor inspectie en onderhoud transporten en herstellingen, en tijdens de ontmantelingsfase. Alle emissies zijn bepaald in een LCA studie (Externe bijlage 5 (IMDC, 2022d)).

## Eiland

De emissies tijdens de constructiefase zijn het gevolg van (1) de bouw van de basis infrastructuur inclusief materiaalproductie, transport en installatie (caissons, erosiebescherming), (2) het transport en installatie van de onderstations bovenop het eiland, en (3) emissies als gevolg van zeebodemverstoring (door baggeren).

Voor de constructiefase zijn de emissies onderscheidend voor de drie eiland locatie opties. Vanwege de verschillen in diepte en locatie zijn de benodigde materiaal volumes verschillend (zandplateau of nivelleren, erosiebescherming). De vaarafstanden voor de aanvoer van materialen zijn minimaal verschillend.

De emissies tijdens de operationele fase bevatten inspecties boven-- en onderwater per jaar, inclusief regelmatige kleine campagnes en een beperkt aantal grote campagnes. Naast de transporten voor inspecties en monitoring werden ook herstellingen in rekening gebracht (bijvoorbeeld 2% van de erosiebescherming jaarlijks vervangen).

In het scenario met volledige ontmanteling worden dezelfde emissies verondersteld als tijdens de constructiefase (voor het respectievelijke scenario). Indien beslist zou worden om niet over te gaan tot ontmanteling en de infrastructuur volledig in situ blijft (te bekijken met de regelgeving en inzichten te gepasten tijde), is verderzetting van monitoring en inspecties boven en onderwater in rekening gebracht (zoals beschreven in de operationele fase).

**$CO_2$-equivalent**

De totale $CO_2$ emissies van het eiland bedragen 1,6 – 1,9 Mt $CO_2$ afhankelijk van de eilandlocatie. De totale $CO_2$ emissies van het eiland worden grotendeels veroorzaakt tijdens de productie van de materialen (ca. 75% van de totale emissies). Er is een aanzienlijk verschil in de emissies voor de productie van de diverse materialen (Hammond and Jones, 2019). Het aandeel van grind en breuksteen (voor filterbed, teen bescherming en erosiebescherming) bedraagt ruim 80% van de emissies tijdens de materialenproductie voor het artificieel eiland. Er werd worst case aangenomen dat hiervoor graniet steen zal gebruikt worden (met hogere emissies dan voor andere steentypes).

Voor de herkomst van de caissons uit België of Spanje is er een duidelijk verschil in de emissies tijdens het transport van de caissons, maar ten opzichte van de emissies tijdens de productie van de materialen is dit minimaal.

De uitstoot voor MOG2 zal plaatsvinden over vele jaren, maar vooral tijdens de eerste jaren (productie van materialen en constructie). Deze uitstoot komt overeen met jaarlijks 0,2% van de totale Belgische uitstoot van 2020 en 7% van de emissies van de sectoren transport en industrie in 2020. Na de constructie fase is de uitstoot veel lager.

**Overige transportemissies**

Vooral $NO_x$ emissies zijn substantieel door scheepvaart en direct afhankelijk van de vaartijd/werktijd van de schepen. De emissies zijn het laagste voor eiland locatie West 1 en het hoogste voor West 2 (+16%). De emissies zijn hoger indien de caissons uit zuid Spanje aangevoerd worden (ca. +10%). Bijna de helft van de $NO_x$ emissies vinden plaats tijdens de constructiefase. Dit is jaarlijks 0,5% van de totale Belgische uitstoot van 2018, en 26% van de emissies door de zeescheepvaart met binnenlandse activiteit (vertrekken en aankomen in België). Na de constructie fase is de uitstoot veel lager.

De $NO_x$ emissie die werd aangenomen in de LCA is overeenkomstig de Tier II $NO_x$ norm (uit (Kristenen, 2015)). Sinds 2021 is de strengste $NO_x$ norm van Tier III van toepassing in het ECA-gebied voor nieuwe schepen die gebouwd worden. Sinds 2014 is in Europa echter reeds de stage IV norm van toepassing voor nieuwe interne verbrandingsmotoren van niet voor de weg bestemde mobiele machines die op de markt. De inzet van schepen met interne verbrandingsmotoren niet ouder dan 2014 (stage IV) betekent een reductie met factor 24 in NOx emissie per kWh. Dat zou resulteren in jaarlijks slechts 1% van de jaarlijkse zeescheepvaart met binnenlandse activiteit. De inzet van schepen met interne verbrandingsmotoren van niet ouder dan 2016 (stage V) betekent een nog grotere reductie.

**Besluit**

Het effect van materialenproductie voor het eiland op atmosfeer wordt als matig negatief beoordeeld (-), mits het finaal ontwerp maximaal geoptimaliseerd wordt met oog op het beperken van de emissies (gelinkt aan het benodigd volume materiaal, en type materiaal). In de berekende emissies van materialenproductie zijn immers diverse worst case factoren meegenomen: het MER design is groter genomen dan het voorziene tender design (aangezien dit nog niet finaal is) en er is 15% extra materialen gerekend (% verlies). Er is in de LCA ook verondersteld dat graniet zal gebruikt worden voor het filterbed en breuksteen rond het eiland. De emissies van graniet zijn erg hoog in vergelijking met bijvoorbeeld kwarts (Hammond and Jones, 2019).

Het effect van transportemissies voor het eiland op atmosfeer, ongeacht het alternatief en scenario, wordt als matig negatief (-) beoordeeld tijdens de constructie fase en ontmantelingsfase, en onbestaand (0) tijdens de operationele fase. Het effect op atmosfeer indien er niet ontmanteld zou worden en enkel inspecties worden verdergezet, is dan ook onbestaand (0). De totale emissie die gerapporteerd zijn voor 2018 liggen reeds onder het strengere emissieplafond (NEC-richtlijn) dat vanaf 2020 geldt voor $NO_x$ en $SO_2$.

## Platformen

Tijdens de constructiefase worden emissies gegenereerd door de productie van staal voor de vier platformen ($CO_2$-equivalent emissies), alsook diverse transportactiviteiten. Voor het platformen alternatief zijn ook transportemissies meegerekend voor monitoring en inspecties boven- en onderwater. In het scenario met volledige ontmanteling worden dezelfde emissies verondersteld als tijdens de constructiefase. In het scenario dat beslist zou worden om niet over te gaan tot ontmanteling en de infrastructuur volledig in situ blijft, gaan we uit van een verderzetting van monitoring en inspecties boven en onder water (zoals beschreven voor de operationele fase).

**$CO_2$-equivalent**

De totale $CO_2$ emissies van het platformen alternatief bedraagt 0,23 – 0,24 Mt $CO_2$. Ongeveer 25% emissies wordt veroorzaakt voor de productie van het staal voor de vier platformen. De emissies tijdens de constructie (en ontmantelings-)fase nemen elk 35% van het totaal. De emissies tijdens 20 jaar operationele fase bedragen 9% van het totaal. De totale emissies van het scenario met de drie AC platformen op jacket fundering is 3% hoger dan het scenario met de drie AC platformen op een monopile fundering. Het verschil heeft vooral te maken met het verschil in volume staal (14% meer voor AC jacket dan voor AC monopile), en de transporten van het staal en installatie van de funderingen (64% meer voor AC jacket dan voor AC monopile).

De uitstoot voor de platformen gebeurt ook grotendeels de eerste zes jaar tijdens de constructiefase. Dit is jaarlijks 0,02% van de totale Belgische uitstoot van 2020, en 0,07% ten opzichte van de sectoren transport en industrie in 2020. Na de constructie fase is de uitstoot veel lager.

**Andere transport emissies**

De $NO_x$ emissies worden, net zoals bij het eiland, grotendeels uitgestoten tijdens de constructiefase (en ontmantelingsfase). Dit is jaarlijks 0,2% van de totale Belgische $NO_x$ uitstoot van 2018, en 9% in vergelijking met de zeescheepvaart met binnenlandse activiteit (vertrekken en aankomen in België). Na de constructie fase is de uitstoot veel lager.

**Besluit**

Het effect van de platformen op atmosfeer is, ongeacht het scenario, gering negatief (0/-) voor de materialenproductie, matig negatief (-) vanwege de transportemissies tijdens de constructie en ontmantelingsfase (volledige ontmanteling), en onbestaand (0) tijdens de operationele fase. Het effect op atmosfeer indien er niet ontmanteld zou worden en enkel inspecties worden verdergezet, is dan ook onbestaand (0).

## Kabels

De emissies van de productie van de AC en HVDC kabels zijn bepaald in de LCA studie. Dit houdt rekening met de verschillende materialen die gebruikt worden in de kabels. Voor beide kabel types is een voorbeeld genomen op basis van beschikbare specificaties (details staan in de LCA studie, zie externe bijlage 5). De transportemissies zijn bepaald voor de aanvoer van materialen en uitvoering van constructiewerken. Voor de exportkabels zijn ook transportemissies meegerekend voor monitoring en inspecties onderwater. Eveneens zijn er emissies meegerekend voor herstellingswerken: gemiddeld 0,1% van de kabellengte vervangen elk jaar, en extra bedekking van kabelkruisingsinfrastructuur.

In het scenario met volledige ontmanteling worden dezelfde emissies verondersteld als tijdens de constructiefase, voor het respectievelijke scenario. Dit is voor sommige scenario's een overschatting: bijvoorbeeld kabels worden uit de bodem getrokken zonder baggeren. In het scenario dat beslist zou worden om niet over te gaan tot ontmanteling en de infrastructuur volledig in situ blijft, gaan we uit van een verderzetting van monitoring en inspecties (zoals beschreven in de operationele fase).

**$CO_2$-equivalent**

De totale $CO_2$ emissies voor de exportkabels bedraagt ongeveer 0,5 Mt $CO_2$. Er is tot 10% verschil tussen de verschillende tracé opties (laagste voor het tracé naar de platformen, en hoogste voor het tracé naar eiland Noord via route 2 buiten PEZ; worst case voor het tracé naar de aanlandingszone Blankenberge-Zeebrugge). Het aandeel van emissies door de materialenproductie is voor elk alternatief ruim 75% (ca. 0,37 Mt $CO_2$).

De emissies tijdens het voorbaggeren (pre-trenching) en terug opvullen van de kabelsleuven is ongeveer het 1.000-voud van de $CO_2$ emissies tijdens het ploegen (30.000 ton versus 30 ton $CO_2$). In de totale emissies van alle fasen voor de exportkabels resulteert dit in 13% hogere emissies ingeval van kabelinstallatie met voorbaggeren en terug opvullen.

De uitstoot voor de exportkabels gebeurt ook grotendeels de eerste vijf jaar tijdens de constructiefase van de kabels. Dit is jaarlijks 0,07% van de totale Belgische uitstoot van 2020, en 0,2% ten opzichte van de sectoren transport en industrie in 2020. Na de constructie fase is de uitstoot veel lager.

**Andere transportemissies**

De totale $NO_x$ emissies voor de exportkabels bedraagt ca. 2.700 ton $NO_x$ (met voorbaggeren) of 1.700 ton $NO_x$ (met ploegen). Er is ongeveer 5% variatie tussen de verschillende tracé opties (worst case naar Blankenberge-Zeebrugge). Bijna de helft van de emissies wordt uitgestoten tijdens de constructiefase (eerste vijf jaar). Dit betekent jaarlijks 0,2% van de totale Belgische uitstoot van 2018, en 10% ten opzichte van de zeescheepvaart met binnenlandse activiteit. Na de constructie fase is de uitstoot veel lager.

**Besluit**

Het effect van de exportkabels op atmosfeer is, ongeacht het alternatief en scenario, gering negatief (0/-) voor materialenproductie, matig negatief (-) vanwege transportemissies tijdens de constructie en ontmantelingsfase (volledige ontmanteling), en onbestaand (0) tijdens de operationele fase. Het effect op atmosfeer indien er niet ontmanteld zou worden en enkel inspecties worden verdergezet, is dan ook onbestaand (0).

De berekening van de transportemissies dient als een worst case inschatting beschouwd te worden. Voor kabelinstallatie zijn twee extreme scenario's bekeken, namelijk het volledige tracé voorbaggeren of volledig ploegen. Het is waarschijnlijk dat de tracédelen die voorgebaggerd zullen worden, geminimaliseerd zullen worden, waardoor de kosten en emissies beperkt kunnen blijven. Dit zorgt voor bijna een halvering van de transportemissies tijdens de constructiefase.

### 0.3.3.2.2 Globaal klimaat

Voor de bespreking van de effecten op het klimaat wordt gekeken naar de effecten die bijdragen tot de globale klimaatsverandering. Tijdens de vergunningstermijn van 20 jaar resulteert het MOG2 eiland project met de exportkabels in 2 à 2,5 Mt $CO_2$ (afhankelijk van de eilandlocatie, hoeveelheid materiaal (vooral breuksteen), herkomst van de caissons, en installatie techniek van de kabels). De totale emissies zijn voor ongeveer 75% voor het eiland en 25% voor de exportkabels. De laagste emissies zijn voor eiland locatie West 1 omdat minder steen volume nodig is en de kabellengte korter is.

De totale emissies over de termijn van 20 jaar voor het alternatief met vier platformen inclusief exportkabels bedraagt 0,7 à 0,8 Mt $CO_2$. De totale emissies zijn voor ongeveer 30% voor de platformen en 60% voor de exportkabels. Daardoor is vooral het verschil in emissies tussen de kabel installatietechniek (voorbaggeren of ploegen) bepalend voor de verschillen in de totale emissies. Het verschil tussen het scenario met de drie AC platformen op monopiles of jackets is minimaal (met jacket scenario zijn de totale emissies 1% hoger).

De totale emissies van eiland locatie West 1 (gemiddelde van de scenario's) is 280% hoger dan het platformenalternatief (gemiddelde van de scenario's). Met de andere eiland locatie opties is het verschil nog groter (tot 330% voor West 2).

De emissies worden niet evenredig gespreid in de tijd gerealiseerd. Een belangrijk aandeel (>50%) van de totale emissies is voor de productie van de materialen en constructie fasen. Deze emissies zullen uitgestoten worden tijdens de eerste zes jaar (en vijf jaar voor de kabels). De emissies tijdens de operationele fase zijn veel lager (<10% van totaal) en dit is gespreid over de volledige exploitatie fase.

Aangezien de vooropgestelde levenstermijn van het eiland tot 100 jaar bedraagt en de transmissie-infrastructuur 50 jaar, werd de LCA ook uitgevoerd voor een termijn van 50 jaar. Aangezien de levensduur van de exportkabels en platformen korter is dan 50 jaar, wordt in dit lange termijn scenario aangenomen dat de exportkabels en platformen zouden moeten afgebroken en opnieuw aangelegd worden. In dat geval zijn de

emissies van de eiland optie met kabels 2,5 à 3 Mt $CO_2$ en voor platform alternatief met kabels 1,3 à 1,6 Mt $CO_2$. De emissies van de eiland opties West 1 is na een periode van 50 jaar 180% hoger dan de platform optie. Op lange termijn is het verschil beperkter omdat de platformen moeten herbouwd worden en het eiland niet.

**Vermeden emissies op land door nieuw windmolenpark PEZ inclusief MOG2**

Het MOG2 project beoogt de ontwikkeling van een elektriciteitsnetwerk op zee dat de te construeren windmolenparken in PEZ met het vasteland dient aan te sluiten. De negatieve effecten op het vlak van $CO_2$ emissies van het MOG2 project dienen dus gekoppeld te worden aan de positieve effecten van vermeden emissies op het land dankzij de hernieuwbare energie geproduceerd in de nieuwe windparken in PEZ (jaarlijks 4,7 Mt $CO_2$ vermeden emissies, (Kabinet Energie, 2022)). De uitstoot van 2 à 2,5 Mt (caisson eiland + kabels) of 0,7 à 0,8 Mt (vier platformen + kabels) $CO_2$ emissies voor het MOG2 project (bouw, 20j exploitatie en afbraak) zouden dus ruimschoots gecompenseerd worden t.o.v. een scenario waarin er geen transmissie naar het vasteland kan plaatsvinden. Dit betekent dat netto zo'n 90 Mt $CO_2$ vermeden wordt door het project vanaf 2030 ongeveer wanneer de nieuwe windparken in PEZ volledig operationeel zijn. Dit draagt fundamenteel bij aan de EU doelstelling om tegen 2050 een klimaat neutraal continent te worden en het aandeel van hernieuwbare energieproductie sterk te verhogen in de volledige energiemix.

Hierbij moet wel de kanttekening geplaatst worden dat de uitstoot voor het windpark nog moet opgenomen worden in deze vergelijking. Dit moet nog in detail berekend worden voor de nieuwe windparken. De totale $CO_2$ emissies voor offshore windparken (TNO, 2019), bedraagt slechts grootte orde 2% van de $CO_2$ emissie reductie van windmolens ten opzichte van alternatieve elektriciteitsproductie op land (Kabinet Energie, 2022).

Naast het voorzien van een efficiënte en betrouwbare verbinding van de nieuwe windparken in de PEZ met het vasteland, heeft het MOG2 ook als projectdoelstelling om in de toekomst verbindingen te maken met andere elektriciteitsproductiegebieden in de Noordzee. Het doel is om in een latere fase HVDC interconnecties te voorzien met bv. Verenigd Koninkrijk (Nautilus project) en Denemarken (Triton Link project), dankzij het voorziene HVDC-schakelstation. Het energie-eiland in het bijzonder leent zich ertoe om een energie-hub te creëren en bij te dragen aan een offshore netwerk dat de hernieuwbare energieproductie in de Noordzee op een adequate manier verdeelt over de verschillende verbruikscentra naar gelang van hun behoeften. Op die manier draagt het energie-eiland eveneens bij aan de reductie van de uitstoot van broeikasgassen. De platform optie creëert met het HVDC platform net zoals bij het eiland concept toekomstperspectief op het vlak van verdere Europese integratie, zij het in zeer beperkte mate, omwille van de beperktere mogelijkheid voor uitbreiding van de transmissie-infrastructuur en dus beperktere interconnectie-capaciteit.

Het MOG2 project, samen met de nieuwe windparken in PEZ, zullen slechts in kleine mate bijdragen tot het reduceren van de uitstoot van broeikasgassen op wereldschaal, maar zal wel een meetbare bijdrage leveren op lokaal Belgisch vlak. Het effect op het globaal klimaat wordt daarom als gering positief beoordeeld (0/+).

#### 0.3.3.3 Milderende maatregelen en monitoring

De berekening van de emissies dient als een worst case inschatting beschouwd te worden met betrekking tot zowel emissies vanwege materialenproductie en transportemissies. Diverse maatregelen kunnen toegepast worden om lagere emissies te genereren dan deze worst case inschattingen.

**Emissie tijdens de productie van materialen**

- Maatregelen reeds geïntegreerd in het project: footprint van het eiland reduceren door de lokalisatie van het eiland op een zandbank, en het gebruik van grondstoffen reduceren door het caisson eiland concept in plaats van een revetment uitvoeringswijze.
- Het MER-design van het eiland heeft een worst case footprint van 25 ha. Bij het gedetailleerd design zal gestreefd worden naar een smallere eilandvorm en reductie van de totale footprint van het eiland, resulterend in een reductie in benodigd materiaal en emissies voor materiaalproductie. Daarbovenop werd nog 15% extra volume gerekend in de LCA als mogelijk verlies percentage. Dit is mogelijk ook een overschatting.
- Er is in de LCA studie verondersteld dat graniet zal gebruikt worden voor het filterbed en breuksteen rond het eiland (IMDC, 2022d). De emissies van graniet zijn echter erg hoog in vergelijking met bijvoorbeeld kwarts (Hammond and Jones, 2019). Er kan in de eerste plaats bekeken worden of het volume breuksteen voor de erosiebescherming verder kan geoptimaliseerd worden in het finaal ontwerp (om het volume stenen te reduceren). Er zou ook kunnen bekeken worden of een minder sterk gesteente kan gebruikt worden, of een mix om het aandeel graniet sterk te reduceren.
- Een andere mogelijke optimalisatie van het eiland design is de aanleg van de havenarmen (CTV haven) met aangepaste caissons in plaats van revetment golfbrekers. Hierdoor kan de hoeveelheid aan te voeren breuksteen sterk gereduceerd worden (aanname in LCA: kwarts steen). De keuze tussen revetment of caisson structuren voor de havenarmen wordt verder onderzocht bij uitwerking van het gedetailleerd ontwerp van het energie-eiland.
- Er kan bekeken worden om gerecycleerd materiaal in te zetten in plaats van primair materiaal (voor breuksteen, beton, staal). Dit kan een substantiële reductie betekenen in emissies (en kost), maar de moeilijkheid is om een homogeen product te garanderen dat de verwachte eindkwaliteit kan waarborgen. Recyclage van materialen tijdens de ontmantelingsfase kunnen de emissies tijdens de ontmantelingsfase sterk reduceren (maar dit heeft een relatief beperkt aandeel in de totale emissies van het hele project).

**Transportemissies**

- De berekening van scheepsbewegingen en de in te zetten scheepstypes bevatten ook worst case aannames en kunnen verder geoptimaliseerd worden waardoor ook de transportemissies zullen afnemen. Enkele voorbeelden: kabelsleuven voorbaggeren en terug opvullen (backfill) minimaliseren; grotere schepen inzetten om minder vaak te moeten varen; voorzien van overnachtingsfaciliteiten voor constructie- of onderhoudspersoneel op of nabij het eiland.
- De transportemissies die in rekening zijn gebracht zijn als worst case te beschouwen ($NO_x$ en $SO_2$). Voor $NO_x$ is er een sterke reductie (factor 24 en meer) indien schepen met ingebouwde verbrandingsmotoren van niet ouder dan 2014 worden ingezet of schepen van voor die datum die uit vooruitziendheid al aan de toekomstig geldende normen voldeden.
- Overige maatregelen om transportemissies te beperken (extra bovenop MARPOL verplichtingen, en normen in het ECA-gebied), bijvoorbeeld: inzetten op schonere scheepsbrandstof zoals aardgas (meestal LNG), waterstof, biobrandstof, hybride systemen; inzetten op uitlaatgas reinigingssysteem met zgn. ‘scrubbers’ of tweetrapskatalytisch filtersysteem.

De diverse contractoren zullen volgende verplichtingen opgelegd worden (contractuele verplichtingen):

- De contractor is verplicht zich te verbinden tot een eco-design aanpak, met verwijzingen naar erkende normen voor ecologisch bouwen. Een eco-designbenadering betekent de integratie van milieuaspecten in constructie- en projectelement ontwerpen met als doel de milieuprestaties (materialen, emissies en afval) van het constructie- of projectelement gedurende de gehele levenscyclus te verbeteren. De meest milieuvriendelijke en duurzame optie heeft de voorkeur.
- Elke contractor is verplicht een Environmental Management Plan op te maken en daarin een alomvattende strategie op te nemen om aspecten betreffende klimaatverandering aan te pakken. De strategie beschrijft hoe de contractor de risico's met betrekking tot de uitstoot van kooldioxide en andere broeikasgassen beperkt, In het bijzonder voor het aandrijven van machines en vaartuigen. Elia verwacht van de aannemer dat hij maatregelen treft om de uitstoot van kooldioxide en andere broeikasgassen zoveel mogelijk te minimaliseren, b.v. door inzet van energiezuinige apparatuur, gebruik van biobrandstoffen, hernieuwbare energiebronnen (wind, zon)….
- $CO_2$ tracking: Als onderdeel van zijn ActNow-programma probeert Elia zijn uitstoot van broeikasgassen te onderzoeken. Een belangrijke stap hierbij is om meer inzicht te krijgen in de $CO_2$-voetafdruk van de diverse activiteiten, waaronder bouwprojecten voor nieuwe infrastructuur, waarvan de uitstoot valt onder de zogenaamde Scope 3-emissies van Elia. Als onderdeel van deze inspanning verwacht Elia van aannemers dat zij zich committeren aan een gedetailleerde tracking en onderzoek van alle broeikasgasemissies die een direct gevolg zijn van het MOG2-project. De exacte wijze van rapportering zal in het begin van het contract met elke aannemer afgesproken worden. Ze moeten hierbij ook aangeven welk type machines gebruikt wordt en met welke brandstof.

### 0.3.4 Geluid en trillingen

#### 0.3.4.1 Referentiesituatie

Van het op water heersende natuurlijke omgevingsgeluid is weinig bekend. Uit een staving met de meetresultaten van de offshore geluidsmetingen in kader van de bouw van het windpark C-Power kan wel worden besloten dat het omgevingsgeluid boven de waterspiegel op volle zee ter hoogte van de Thorntonbank ca. 40-45 dB(A) kan bedragen zonder de bijdrage van mogelijke antropogene geluidsbronnen zoals windturbines. Variaties zijn hoofdzakelijk het gevolg van de intensiteit en aard van zeegang. De bestaande windparken dragen bij tot het huidige referentieomgevingsgeluid op het BDNZ. Er wordt aangenomen dat het geluidsniveau op een afstand van 500 m van deze zone lager zal zijn dan 50 dB(A) (IMDC, 2013b).

Op het strand wordt het geluidsniveau voornamelijk bepaald door de wind en de golven. De gemiddelde waarde ligt tussen 50 en 65 dB(A) op 25 m van de kustlijn (Ecolas NV, 2003).

Omgevingsgeluid geproduceerd door de scheepvaart zal erg afhankelijk zijn van de meetlocatie (bvb. nabij een vaargeul), het scheepstype, de densiteit aan schepen in de omgeving, de weersomstandigheden, enz.

Onderwatergeluid verschilt in diverse aspecten van geluid in lucht. Daarnaast neemt de golflengte van geluid van eenzelfde bron onder water toe met een factor vier. Dit betekent dat een geluidsbron die geluid produceert in het medium lucht een ander geluidsdrukniveau produceert vergeleken met deze bron in het medium water. Ook de

diepte is bepalend voor het achtergrondgeluid onder water. Bij een grotere diepte daalt het geluidsniveau lichtjes (RCMG, 2006).

Het kanaal tussen het VK en het vasteland wordt in de literatuur als een 'hot-spot' beschouwd voor het onderwatergeluid, veroorzaakt door de hoge densiteit van de scheepvaart. Het scheepsgeluid kan propageren over een grote afstand (zelfs 16 km) zonder noemenswaardige verzwakking. Het geluidsniveau veroorzaakt door het voorbijvaren van een schip zorgt echter maar voor een tijdelijke verhoging van het geluidsniveau. Scheepvaart is de grootste bron van antropogeen onderwatergeluid in de Noordzee, goed voor 30 dB extra geluid in het BDNZ. Bovendien blijkt dat het BDNZ onder water het luidruchtigste deel is van de Noordzee, met geluidniveaus tot 135 dB (re 1µPa). Dit komt mede door het feit dat de drukste maritieme route doorheen het BDNZ gaat.

### 0.3.4.2 Effecten

#### 0.3.4.2.1 Voorbereidend onderzoek

Ten behoeve van de gedetailleerde kabelrouting en het ontwerp van de transmissie-infrastructuur is een goede kennis van de mariene bodem en het bodemoppervlak essentieel. De ruimtelijke omvang van de geluidsverstoring is evenwel zeer beperkt. Gezien het relatief klein gebied dat ingemeten zal worden, zal de mogelijke geluidsverstoring bovendien van beperkte duur zijn (grootteorde enkele weken tot maanden). Er zal geen gebruik gemaakt worden van akoestische luchtdrukbronnen (airguns), noch van explosies. Gezien de tijdelijke en minimale verstoring wordt een gering negatief effect (0/-) verwacht onder water ten gevolge van het gebruik van geofysische instrumenten. Boven water wordt geen effect (0) verwacht.

#### 0.3.4.2.2 Eiland

##### Constructiefase

**Effect op bovenwatergeluid door baggeren en storten**

Baggertuigen zijn, in tegenstelling tot een voorbijvarend schip, een continue geluidsbron voor meerdere dagen tot meerdere weken in een bepaalde werkzone. Het geluidsniveau tijdens het baggeren is sterk afhankelijk van de bodemkarakteristieken. Het baggerschip zal meer kracht moeten gebruiken om harde en samengedrukte sedimenten te kunnen losmaken. In dit project wordt er voornamelijk gewerkt met zandig materiaal, wat minder energie vereist en bijgevolg ook een lager geluidsniveau met zich mee zal brengen.

In het MER Zandextractie Hinderbanken (IMDC, 2010) werd door middel van een rekenmodel het specifieke geluid van een sleephopperzuiger voorspeld in functie van de afstand tot de bron. Uit de resultaten bleek dat de specifieke geluidsbijdrage tijdens de ontginning kan worden waargenomen voor afstanden tot 1 km van de bron.

Over het geluid geproduceerd tijdens de vibrocompactie van het sediment is weinig gekend, maar er wordt aangenomen dat deze trillingen een lager geluid produceren dan de baggeractiviteiten.

**Effect op onderwatergeluid door baggeren en storten**

De geluidsimpact van een baggertuig zal groter zijn dan dat van een passerend schip omdat het over een langere periode (meerdere dagen tot weken) een continue geluidsbron is. Voor het nivelleren van de bodem ter hoogte van eiland optie West 1 is twee dagen werktijd berekend. Voor de aanleg van het plateau voor eiland opties West

2 en Noord zijn respectievelijk zes en drie dagen werktijd berekend. Voor het opvullen van het eiland (caissons en kern) wordt 72 dagen verondersteld.

Om bij gunstige weersomstandigheden (2-3 Beaufort, zeegang 1-2, kabbelende tot licht golvende zee) het geluid van een sleephopperzuiger te dempen tot het niveau van het aanwezig achtergrondgeluidsniveau, is een geometrische uitbreidingsafstand van orde grootte 20 km noodzakelijk. Bij minder gunstige weersomstandigheden (3-4 Beaufort, zeegang 2-3, licht golvende tot golvende zee) zal het laagfrequent achtergrondgeluidsniveau verhogen met 20 à 30 dB, daardoor zal de geluidsverhoging door een baggertuig zich beperken binnen de perimeter van de projectzone, nl. tot enkele kilometers van de bron.

Ook wanneer de schepen slecht onderhouden worden, kan dit zorgen voor een toename in het geluidsniveau (WODA, 2013).

**Effect op geluid door het heien van palen**

Als er heiactiviteiten voor het plaatsen van damplanken of paalfunderingen zouden plaatsvinden, gaat het om activiteiten die enerzijds heel beperkt zijn in duur en anderzijds om palen met een beperkte diameter van maximaal 1 m. Algemeen kan gesteld worden dat er een toename is in het geluidsdrukniveau met een toename in de diameter van de geheide paal. Er werd berekend dat bij een paal van 1 m diameter een piekniveau wordt verkregen van ongeveer 189 dB (re 1 µPa) op 750 m afstand.

Op basis van deze cijfers dienen milderende maatregelen te worden gebruikt om het onderwatergeluid niveau dat gegenereerd wordt tijdens de bouw, onder de door België vooropgestelde limiet van 185 dB (re 1µ Pa) op 750 m te houden.

**Effect op geluid door installatie eiland en erosiebescherming**

Over de verschillende geluiden die worden geproduceerd tijdens de installatie van de caissons, de erosiebecherming en de infrastructuur van het eiland is weinig gekend.

In Norro et al. (2013) werd de constructie van gravitaire funderingen in het C-Power windpark, wat vergeleken zou kunnen worden met het plaatsen van caissons, als relatief stil omschreven, daar het meeste geluid afkomstig is van scheepsbewegingen en baggeractiviteiten met geluidsniveaus van ca. 115 dB (re 1 µPa), wat niet veel hoger is dan het achtergrondgeluid gemeten op de Thorntonbank.

In totaal neemt de constructie van de transmissie-infrastructuur op het eiland een periode van ca. vijf jaar in beslag (2026-2030). Er wordt verwacht dat het verhogen van het geluidsniveau zowel boven als onderwater beperkt blijft tot de onmiddellijke omgeving rond de projectzone, gezien de werken grotendeels boven de waterlijn plaatsvinden eens het eiland gebouwd is.

**Effect op geluid door scheepvaart**

De geluidsbelasting van de transport-, werk- en ondersteuningsschepen vanuit de havens naar de projectlocatie wordt bepaald door het motorgeluid van het schip en de vaarfrequentie en het aantal schepen dat gelijktijdig actief is.

Naast de tijdelijke geluidsverhoging van een individueel schip wordt de totale geluidsbelasting boven water aan scheepvaartlawaai mede bepaald door het gemiddeld aantal transportbewegingen per uur op die locatie. Op basis van AIS data kan afgeleid worden dat huidige gemiddelde maandelijkse scheepsdensiteit erg laag is ter hoogte van de eilandlocaties (>0,5 u/km²/maand). Op deze plaatsen zal de geluidsverstoring boven en onder water relatief groter zijn dan op drukke scheepvaartroutes.

De aanleg van het eiland zelf zal ca. twee à drie jaar in beslag nemen (periode 2024-2026, met enkele voorbereidingswerken reeds in 2023) en de constructie van de

infrastructuur ca. vier jaar (gefaseerd in de periode 2026-2029). In totaal wordt er gerekend op zes werkjaren. De schepen die gebruikt zullen worden tijdens de bouw zorgen voor een matige toename in vergelijking met de grote aantallen van gewone vaarbewegingen in het BDNZ. Zo bedroeg in 2019 (pre-Covid19) het aantal binnengekomen zeeschepen in de Haven van Zeebrugge ca. 8.200 zeeschepen en in de Haven van Oostende ca. 5.700 exclusief visserij en pleziervaart (MORA, 2020). Het totale aantal scheepsbewegingen op het BDNZ bedraagt ca. 150.000/jaar. Voor het MER wordt uitgegaan van een worst-case scenario van 600 scheepsbewegingen op zee per jaar gedurende zes jaren (gemiddeld aantal scheepsbewegingen gespreid over zes jaar). Er zijn ongeveer 200 volcontinue werkdagen per jaar voor zes jaar, maar meerdere schepen en verschillende activiteiten kunnen gelijktijdig plaatsvinden.

**Besluit effecten op bovenwatergeluid**

Gedurende een relatief lange periode zal het bovenwatergeluid verhoogd worden ter hoogte van de eilandlocatie, de baggerlocaties en de vaarroutes naar de haven. De baggerwerken en algemene scheepvaartgeluiden produceren echter vrij lage geluidsniveaus die bovendien snel afnemen met de afstand. Er wordt verwacht dat het verhogen van het geluidsniveau beperkt blijft tot de onmiddellijke omgeving rond de werken en schepen. Ook het bovenwatergeluid van het heien van damplanken en paalfunderingen blijft beperkt gezien het kleine aantal.

De verhoging van bovenwatergeluid zal een gering negatief effect hebben t.o.v. de dagelijkse geluidsemissie door de scheepvaart op de Noordzee (0/-) voor alle eilandlocaties. Ter hoogte van de kustlijn wordt het achtergrondgeluidsniveau niet verhoogd (0) gezien de grote afstand.

**Besluit effecten op onderwatergeluid**

In het kader van de KRMS werd er een criterium bepaald dat van toepassing is op continue laagfrequent onderwatergeluid (Belgische Staat, 2018a). De GMT voor Descriptor 11 is bereikt wanneer de toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, op een niveau is dat het mariene milieu geen schade wordt berokkend. In de "Actualisatie van de Initiële Beoordeling voor de Belgische mariene wateren" (Belgische Staat, 2018a) wordt er gewezen op het feit dat de effecten van onderwatergeluid op de populaties van mariene biota vooralsnog onduidelijk zijn. De impact van scheepvaart en baggerwerken op biota is erg moeilijk aan te tonen of onderzoeken, omdat ze waarschijnlijk chronisch en sublethaal van aard zijn. Bovendien kunnen trends in continu omgevingsgeluid pas na decennia van monitoring gedetecteerd worden.

De baggerwerken met meerdere schepen zullen voor een lange periode in dezelfde zone aanhouden (ca. twee jaar), waarvan het onderwatergeluid tot kilometers buiten de werkzone beduidend verhoogd wordt. Ook de algemene infrastructuurwerken (ca. vier jaar), het heien van damplanken en paalfunderingen, en grote toename in scheepsbewegingen gedurende de volledige constructieperiode (ca. zes jaar) in een gebied dat nu relatief rustig is, zullen zorgen voor een bijkomende verstoring.

Mits toepassing van milderende maatregelen bij impulsgeluiden is het effect op het onderwatergeluid aanvaardbaar. Hoewel het antropogeen achtergrondgeluid reeds erg hoog is in het BDNZ, kan niet uitgesloten worden dat er door de verhoging van het omgevingsgeluid bij de constructie van het eiland effecten voorkomen op populaties van mariene biota waardoor de GMT niet wordt bereikt. Het effect op onderwatergeluid wordt dan ook als matig negatief (-) ingeschat voor alle locatiealternatieven.

## Operationele fase

**Effect op bovenwatergeluid**

Er werd een totaal bronvermogen voor de transmissie-infrastructuur berekend van maximaal 105 dB(A). Hoewel de transmissie-infrastructuur geen echte puntbron is, kunnen we aannemen dat op ca. 250 m van het eiland het achtergrondgeluid even sterk is als het geluid van de elektrische infrastructuur dat op die afstand waargenomen kan worden. Hoewel de resultaten afhankelijk zijn van onder meer de windrichting en de zeegang, kunnen we concluderen dat het geluid gecreëerd op het eiland in principe niet meer waargenomen kan worden buiten de 500 m veiligheidszone rond het eiland.

Naast de transmissie-infrastructuur zullen ook de scheepsbewegingen zorgen voor een lokale toename van de geluidsniveaus boven water. Het gemiddeld aantal scheepsbewegingen tijdens de operationele fase is geschat op 20 bewegingen per jaar. De schepen zijn gedurende ongeveer 35 dagen per jaar werkzaam rond het eiland voor inspecties en herstellingen.

In vergelijking met het grote aantal bestaande vaarbewegingen vanaf de kust en het totale aantal scheepsbewegingen op het BDNZ (ca. 150.000/jaar, (Belgische Staat, 2018b)) zal het project een zeer beperkte toename betekenen in aantal scheepsbewegingen tijdens de exploitatiefase.

Gezien de verschillende geluidsbronnen tijdens de operationele fase beperkt blijven tot de projectlocatie of de onmiddellijke omgeving van het schip, worden de effecten als gering negatief (0/-) beschouwd.

**Effect op onderwatergeluid**

Onder water blijft het effect tijdens de operationele fase beperkt tot scheepvaartgeluiden. De invloed van de bijkomende schepen tijdens de exploitatie fase op het huidige totale omgevingsgeluid onder water is op zee gering negatief ten opzichte van de huidige scheepvaart (0/-).

## Ontmantelingsfase

**Effecten op bovenwatergeluid**

Bij de ontmanteling wordt verondersteld dat een gelijkaardig aantal scheepsbewegingen en technieken wordt gebruikt als tijdens de constructiefase. De geluidsemissies boven water zullen bijgevolg van eenzelfde grootorde zijn. Het effect wordt als gering negatief (0/-) beschouwd voor alle eilandlocaties.

In het scenario dat het eiland niet verwijderd wordt, wordt verondersteld dat wel nog (jaarlijkse) controles dienen te gebeuren gelijkaardig aan de operationele fase. Het effect wordt als gering negatief (0/-) beschouwd voor alle eilandlocaties.

**Effecten op onderwatergeluid**

Net als voor het bovenwatergeluid wordt bij een volledige ontmanteling het effect op onderwatergeluid gelijkaardig beschouwd als tijdens de constructiefase, zijnde matig negatief (-).

In het scenario dat het eiland niet verwijderd wordt, wordt verondersteld dat wel nog (jaarlijkse) controles dienen te gebeuren gelijkaardig aan de operationele fase. Het effect wordt als gering negatief (0/-) beschouwd voor alle eilandlocaties.

### 0.3.4.2.3 Platformen

#### Constructiefase

**Effect op geluid door baggerwerken**

Voor de platformen is de omvang van de mogelijke baggerwerken zeer beperkt. In totaal zullen de nivelleringswerken bovendien slechts over het tijdsbestek van enkele dagen uitgevoerd worden, terwijl de baggerwerken voor het eiland verspreid over een periode van 2 jaar worden uitgevoerd.

Gezien de beperkte omvang en erg korte duur van de baggerwerken wordt er geen effect verwacht op het geluid boven en onder water (0).

**Effect op bovenwatergeluid door het heien**

Bij de installatie van de funderingen zal vooral door het heien een tijdelijke verhoging van de geluidsbelasting boven water in de omgeving voorkomen. Het heien van een monopile duurt ongeveer 0,5 dag, voor een jacket worden ongeveer 24 uur voorzien (inclusief tussentijdse pauzes voor positionering van de verschillende paalfunderingen).

Heiactiviteiten kunnen gedetecteerd worden tot een afstand van 10 km van de bron (Norro *et al.*, 2013) en zullen dus niet vanaf de kust gehoord worden.

Als alternatief op heien kan bij jacket funderingen gebruik worden gemaakt van de suction bucket techniek. Dit type fundering, gemaakt van staal, wordt geïnstalleerd met behulp van zuigkracht, waarbij het drukverschil tussen de binnenkant van de bucket en het water eromheen (aan de zeebodem) ertoe leidt dat de constructie wordt geïnstalleerd zonder gebruik van mechanische kracht. Bij deze techniek zal er geen impulsgeluidsverstoring plaatsvinden.

**Effect op onderwatergeluid door het heien**

Bij het heien van de funderingspalen bij monopile en jacket funderingen is het brongeluid dat onder water wordt waargenomen sterk afhankelijk van de diameter en de lengte van de paal, de lokale geologie en bathymetrie. De eerste twee factoren zijn van invloed op de hoeveelheid energie die nodig is om de paal in te heien, de laatste factor bepaalt de efficiëntie waarmee geluid verspreid wordt. Daarnaast neemt het geluidsniveau onder water toe wanneer de hoeveelheid energie van de hamerslag toeneemt.

Uitgaand van een monopile van 9 m diameter, wordt een geluidsniveau voorspeld van ongeveer 207 dB re 1 µPa op 750 m afstand. Voor een jacket met pinpiles van 2 m diameter, wordt een geluidsniveau ingeschat van 190 dB re 1 µPa op 750 m. Het voorgestelde criterium voor impulsgeluiden voor een behoud van de GMT, nl. het niveau van antropogene impulsgeluiden dient kleiner te zijn dan 185 dB re 1µPa (nul tot max. SPL) op 750 m van de bron, zal bijgevolg niet worden gehaald.

Er wordt besloten dat het onderwatergeluid tijdens het heien tot op een groot aantal kilometers van de geluidsbron (heiwerkzaamheden) veel hoger is dan het achtergrondgeluidsniveau en het specifieke geluid veroorzaakt door scheepvaart in het BDNZ. Hoewel het heien van kleine pinpalen van jackets minder lawaai produceert dan het heien van grotere monopiles, is het totale aantal slagen en dus de heitijd die nodig is voor de installatie van één jacket, hoger dan voor een monopile. Het heien van jacket funderingspalen (vier pinpiles per fundering) neemt ongeveer twee tot drie keer meer tijd in beslag dan het heien van monopiles, aldus een langere impact op de mariene fauna.

**Effect op geluid door installatie transmissie-infrastructuur**

In vergelijking met het heien van de funderingen wordt er geen significante verhoging van het omgevingsgeluid verwacht buiten de projectzone, zowel boven als onder water.

**Effect op geluid door de scheepvaart**

De meeste scheepsbewegingen zijn nodig tijdens de installatie van de transmissie-infrastructuur (inclusief transport van materiaal en personen). De constructie van het platform alternatief leidt tot een matige verhoging van het scheepvaartverkeer en dit met naar schatting 450 scheepsbewegingen per jaar voor de zes werkingsjaren. Er zijn 80 volcontinue werkdagen per jaar voor zes jaren, maar meerdere schepen en verschillende activiteiten kunnen gelijktijdig plaatsvinden.

**Besluit effecten op bovenwatergeluid**

In vergelijking met de constructie van een eiland, zijn de geluidsbronnen en -niveaus van de voorbereidende werken zoals het nivelleren van de zeebodem en de scheepsbewegingen voor de installatie van de vier platformen beperkter. Anderzijds zal het heien van jacket en monopile funderingen wel tijdelijk tot op grote afstand hoorbaar zijn. Deze heiwerken zullen echter per platform maximaal één dag duren. Samengevat wordt het effect op het bovenwatergeluid tijdens de constructiefase van de platformen als gering negatief (0/-) beschouwd. Ter hoogte van de kust zal er geen verhoging (0) van het geluidsniveau voorkomen.

Bij het gebruik van de suction bucket techniek wordt de geluidsverstoring als onbestaand (0) beschouwd.

**Besluit effecten op onderwatergeluid**

Gezien het beperkte aantal funderingen en mits het inzetten van de nodige milderende maatregelen, wordt het globaal effect op het onderwatergeluid tijdens de constructiewerken als matig negatief (-) beschouwd, zowel voor monopiles als jacket funderingen. Bij het gebruik van de suction bucket techniek wordt de geluidsverstoring als onbestaand (0) beschouwd.

## Operationele fase

Het gemiddeld aantal scheepsbewegingen tijdens de operationele fase is geschat op 15 bewegingen per jaar. De schepen zijn in totaal 40 dagen actief per jaar rond de platformen voor inspecties en herstellingen. De effecten op bovenwater- en onderwatergeluid worden als gering negatief (0/-) beschouwd.

## Ontmantelingsfase

Bij de ontmanteling van de platformen wordt verondersteld dat een gelijkaardig of kleiner aantal scheepsbewegingen wordt gebruikt als tijdens de constructiefase. Gezien er echter niet geheid zal moeten worden, wordt het effect op bovenwatergeluid als gering negatief beschouwd (0/-). Ook voor het onderwatergeluid wordt tijdens de ontmantelingsfase het effect veel kleiner beschouwd als tijdens de constructiefase door het wegvallen van het heien, en beoordeeld als gering negatief (0/-).

In het scenario dat de platformen niet verwijderd worden, wordt verondersteld dat wel nog (jaarlijkse) controles dienen te gebeuren gelijkaardig aan de operationele fase. De effecten op bovenwater- en onderwatergeluid worden als gering negatief (0/-) beschouwd.

### 0.3.4.2.4 Kabels

#### Constructiefase

**Effecten op bovenwatergeluid**

De scheepsbewegingen zijn bepaald voor de pre-installatie fase (vrijmaken van de zeebodem, pre-sweeping en voorzieningen bij kruisingen) en installatiefase (kabels laden, transporteren, afrollen, en kabels ingraven). Voor het ingraven van de kabels is een onderscheid gemaakt tussen de ingraaf techniek ploegen en voorbaggeren van een kabel sleuf.

Er zijn geen grote verschillen tussen de verschillende alternatieven (eiland opties, platform alternatief) voor het aantal scheepsbewegingen. Er is wel een groot verschil in benodigde scheepsbewegingen en aantal volcontinue werkdagen voor de kabel ingraving met ploegen/jetten, of met pre-trenchen en terug opvullen (backfillen). Indien het hele kabeltracé met voorgebaggerd wordt, zijn er ca. 4.000 scheepsbewegingen extra nodig van het kabeltracé naar de tijdelijke opslaglocatie en weer terug voor backfill. Dit neemt ca. 400 extra werkdagen in beslag.

Voor het MER wordt uitgegaan van een worst-case scenario van gemiddeld 1.100 scheepsbewegingen op zee per jaar gedurende vijf werkjaren (totaal van ca. 5.500 bewegingen voor de hele constructie fase). Er zijn ongeveer 140 volcontinue werkdagen per jaar voor vijf jaar (worst case scenario, ca. 700 werkdagen voor de hele constructie fase), maar meerdere schepen en verschillende activiteiten kunnen gelijktijdig plaatsvinden.

Voor het scenario met ploegen/jetten is de verhoging van het scheepvaartverkeer beperkter en dit met naar schatting 140 scheepsbewegingen per jaar (totaal aantal scheepsbewegingen gespreid over vijf jaar). Er zijn ongeveer 60 volcontinue werkdagen per jaar, maar meerdere schepen en verschillende activiteiten kunnen gelijktijdig plaatsvinden.

Het geluid veroorzaakt door de werkschepen zal voor alle scenario's beperkt blijven tot de onmiddellijke omgeving van de vaartuigen. De verhoging van bovenwatergeluid zal een gering negatief effect hebben t.o.v. de dagelijkse geluidsemissie door de scheepvaart op de Noordzee (0/-) voor beide scenario's.

Het geluid van werkschepen aan de kustlijn zal mogelijks wel hoorbaar zijn aan de kust. Gezien in de zomermaanden (juli en augustus) geen werken op en nabij het strand uitgevoerd mogen worden (toeristisch hoogseizoen), zal de geluidsoverlast echter beperkt blijven. Het effect wordt als gering negatief (0/-) beschouwd.

**Effecten op onderwatergeluid**

Hoewel er wordt verwacht dat bij de installatie van de kabels geen geluiden van een hoog geluidsniveau zullen worden geproduceerd, zoals wel het geval is bij het 'impulsieve' geluid door het inheien van funderingen, zal de geluidsverstoring wel over een groot oppervlakte verspreid worden indien het kabeltracé volledig of grotendeels uitgebaggerd wordt. Het tijdelijk stockeren in de voorziene zones van het gebaggerde materiaal, zorgt voor bijkomende geluidsverstoring ten opzichte van het rechtstreeks ploegen of jetten van de kabels. Bovendien wordt er voor de installatie van het kabeltracé een tijdspanne van vijf jaar voorzien, waardoor de verstoring voor een lange tijd blijft aanhouden. Het effect wordt daarom als matig negatief (-) beschouwd, aangezien niet kan uitgesloten worden dat door verstoring effecten voorkomen op populaties van mariene biota en de GMT niet wordt bereikt.

Indien voor delen van het tracé andere technieken zoals ploegen worden gebruikt, wordt verwacht dat de geluidsverstoring minder groot zal zijn, al blijft het effect ook voor deze technieken een leemte in de kennis.

### Operationele fase

Op regelmatige basis zal er langsheen het kabeltracé een geofysisch onderzoek gebeuren om de diepte en bedekking van de kabels te controleren. Indien de dekking op bepaalde plaatsen niet meer voldoende zou zijn of indien de kabels beschadigd werden door andere gebruikers van de zee of door mariene processen, dienen de nodige maatregelen getroffen te worden.

Het gemiddeld aantal scheepsbewegingen tijdens de operationele fase is geschat op vijf bewegingen per jaar. De schepen zijn gedurende 15 dagen per jaar actief langs het kabeltracé voor inspecties en herstellingen. Aangezien de inspecties en herstelwerkzaamheden eerder sporadisch en heel lokaal zullen optreden, en gezien de geluidsproductie bij dergelijke werken kleiner zal zijn als tijdens de constructiefase, wordt er geen effect (0) verwacht als gevolg van geluidsverstoring.

### Ontmantelingsfase

Indien de kabels verwijderd worden, kan er aangenomen worden dat eenzelfde type van schepen, materialen en methoden zullen ingezet worden als voor het leggen van de kabels (afgezien van de inzet van baggerschepen). De geluidsproductie zal bijgevolg van dezelfde aard zijn als de constructiefase en wordt als gering negatief (0/-, bovenwatergeluid) tot matig negatief (-, onderwatergeluid) beoordeeld.

Indien alles blijft liggen, zal er geen geluidsproductie optreden, en worden de effecten gelijkaardig als de operationele fase ingeschat (0).

## 0.3.4.3 Milderende maatregelen en monitoring

Het degelijk onderhouden van de in te zetten schepen, machines en materiaal kan bijdragen aan het minimaliseren van de geluidsemissies.

Bij de productie van impulsgeluiden dienen de nodige milderende maatregelen genomen worden om de KRMS norm voor impulsgeluiden te respecteren. Voor de bescherming van het leefmilieu tijdens heiactiviteiten kunnen mogelijke maatregelen worden aangegeven (zie ook sectie 0 zeezoogdieren):

- Trillingsarme technieken (bvb. een geluidsgedempt heiblok bij het heien van palen) waarbij het bovenwatergeluid maximaal gedempt wordt, heeft mogelijk ook positieve effecten op het afgestraald onderwatergeluid.
- Het gebruik van een bellengordijn, een absorberende mantel (foam screen) of pile sleeve om het onderwatergeluid tijdens de constructiefase te verminderen.
- Indien technisch mogelijk, kan gebruik worden gemaakt van de suction bucket techniek voor de installatie van jacket funderingen, waarbij geen impulsgeluiden worden geproduceerd.

Als monitoringprogramma kan tijdens de belangrijkste fasen van de bouwwerken (heien van palen, het baggeren, het storten van erosiebescherming, installatie infrastructuur, etc.) en tijdens de eerste jaren van de operationele fase een inventarisatie van het onderwater- en bovenwatergeluid worden voorgesteld op verschillende afstand tot de platformen of het eiland.

Tijdens het heien wordt aan de hand van de monitoring geverifieerd dat de impulsgeluiden kleiner zijn dan 185 dB re 1µPa (nul tot max. SPL) op 750 m van de bron, zodat wordt voldaan aan de wetgeving.

## 0.3.5 Fauna, flora en biodiversiteit

### 0.3.5.1 Macrobenthos

#### 0.3.5.1.1 Referentiesituatie

De macrobenthische rijkdom is niet overal gelijk in het BDNZ. De verspreiding van het macrobenthos is sterk gekoppeld aan de fysische kenmerken van de bodem (o.a. korrelgrootte en zuurstofgehalte van het sediment) en aan het onderste deel van de waterkolom.

Algemeen gezien kan er wel gesteld worden dat de kustzone vooral gekenmerkt wordt door de *Limecola, Magelona* en *Abra* gemeenschap, terwijl offshore gebieden meestal enkel gekenmerkt zijn door *Nephtys* en *Ophelia* gemeenschappen. Daarnaast worden de stalen in de kustzone doorgaans gekenmerkt door een kleinere korrelgrootte en een hogere slibconcentratie dan de offshore stalen.

Op een groot deel van de PEZ en ook ter hoogte van de eilandlocaties zijn grofzandige habitats aanwezig die gekenmerkt worden door een hoge fractie oud schelpmateriaal en die gepaard gaan met een hoge mate van aeratie van het sediment en een laag gehalte aan fijn slib (Brabant *et al.*, 2022). De korrelgrootteverdeling van het sediment, meer bepaald de mediane korrelgrootte en het slibgehalte, is sterk structurerend voor de voorkomende macrobenthische gemeenschap. Het grove zand wordt afgewisseld met plekken met grind en grote stenen, waarop sessiele organismen zich kunnen vestigen. Hierdoor ontstaat een extra complexiteit in de structuur en textuur van het substraat waar veel andere soorten gebruik van maken met als gevolg een grotere biodiversiteit. Daarnaast zorgt het voorkomen van dergelijke structuren dat deze zones ook als broed-/kinderkamer kunnen fungeren, onder meer voor inktvissen (de gewone zeekat en pijlinktvissen) en haaien zoals de hondshaai (Brabant *et al.*, 2022).

Het kabeltraject en de potentiële tijdelijke stockageplaatsen overlappen met alle habitats.

In het KBIN grind 2022 model is de huidige kennis van de grindbedden (en 500 m veiligheidszone) van de PEZ in kaart gebracht. Geen van de kabeltrajecten vertrekkende van de eilandlocaties kruisen voor hun eiland-specifiek traject grindbedden van het 2022 model. Het doorkruisen van enkele potentiële grindbedden op basis van het 2012 KBIN model is echter voor alle tracés noodzakelijk. Voor eiland Noord zijn er twee alternatieven voorgesteld voor het eiland-specifiek traject. Waar het traject doorheen de PEZ (route 1) geen grindbed kruist, kruist het alternatieve traject buiten de PEZ (route 2) wel een potentieel grindbed op basis van het 2012 KBIN model.

Het kabeltraject dat specifiek verbonden is aan de set van platformen snijdt dwars doorheen meerdere grindbedden gelegen rond de Westhinder. Meer bepaald, het kruist twee grindbedden van type 1 (i.e. Landschap bestaande uit een groot aaneengesloten gebied met hoge kans op voorkomen van dagzomend grind) wat gekenmerkt wordt door een hoge kans op maximaal ecologisch potentieel en een hoge kans op bouwrestricties in het kader van milieuvergunbaarheid. Buiten de PEZ doorkruist het kabeltracé nog enkele potentiële grindbedden gebaseerd op het model 2012. Ook potentiële tijdelijke stockageplaatsen 2 en 3 bevatten mogelijk grindbedden.

In het kader van de monitoring uitgevoerd voor de implementatie van de KRMS, wordt de toestand van de grindbedden als sterk verstoord beoordeeld en dus niet in een goede milieutoestand (Belgische Staat, 2018a). Veel van de doelsoorten die zijn opgenomen in de verschillende milieudoelen ontbreken of zijn enkel als juvenielen of in verarmde toestand waargenomen. Veel soorten zijn kwetsbaar in relatie tot bodemberoerende activiteiten en kunnen enkel uitgroeien tot hun volwaardige grootte

als ze gedurende meerdere jaren niet worden verstoord. De waarnemingen toonden wel het potentieel van het gebied voor het herstel van de fragiele fauna, indien bodemberoering wordt geweerd. Ook werd gesteld dat een weinig grind, of zelfs schelpengruis, de basis kan vormen van een biogeen rif dat vervolgens een habitat biedt voor heel wat andere soorten.

Afgezien van de platformen A3 en A1N bevinden alle projectonderdelen zich buiten habitatrichtlijngebied Vlaamse Banken. Bij aanlanding in de zone Oostende-Bredene wordt Vlaamse Banken door twee kabels doorkruist in de kustzone, over een korte afstand. Voor een verdere, meer specifieke bespreking van mogelijke effecten op het Natura2000 gebied wordt verwezen naar de ontwerp Passende Beoordeling (externe bijlage 1, (IMDC, 2022e)).

Op basis van Degraer *et al.* (2009) blijkt dat zowel de platform- als eilandlocaties zo goed als ongeschikt zijn voor de vorming van *Lanice conchilega* aggregaties. Een klein deel van het kabeltraject en de potentiële tijdelijke stockageplaats 4 liggen wel op locaties die geschikt zijn voor *L. conchilega* aggregaties. Bij aanlanding in de zone Oostende-Bredene is de overlap met geschikt habitat groter.

Op basis van de voorkomende macrobenthosgemeenschappen werd een biologische waarderingskaart voor het BDNZ gecreëerd. Volgens deze kaart worden bijna alle eiland- en platformlocaties gekenmerkt door een hoge tot zeer hoge biologische waarde voor het macrobenthos (Derous et al., 2007). Enkel eilandlocatie Noord en platformlocatie C3 worden gekenmerkt door een lage biologische waarde. Het kabeltraject ligt voornamelijk in zones met gemiddelde tot zeer hoge biologische waarde, net als de potentiële tijdelijke stockageplaatsen 2, 3 en 4.

#### 0.3.5.1.2 Effecten

##### Eiland

**Constructiefase**

*Habitatverstoring en verlies aan organismen*

Op locatie West 1 is de permanent gewijzigde oppervlakte het kleinst: 23,6 ha op locatie West 1 versus 30,9 ha voor locatie West 2 en 27,7 ha voor locatie Noord of <0,01% van het totale BDNZ. We kunnen veronderstellen dat de volledige biotische zone van de footprint van het eiland zal worden vernietigd en als zandig habitat verloren is. Tijdelijke verstoring tijdens constructie zal bijkomend voorkomen over een oppervlakte van ca. 55 ha, ter hoogte van de voorgebaggerde erosiekuilen en op de tijdelijke stockageplaats in geval van West 1.

Het verlies aan benthische organismen is recht evenredig met het habitatverlies/verstoring. Uitgaande van de totaal verstoorde oppervlakte kan een inschatting gemaakt worden van het verlies aan organismen, zijnde maximaal ca. 28,4 ton voor locatie West 2 en minimaal 26,1 ton voor West 1.

Op de locaties met tijdelijke verstoring wordt verwacht dat de zeebodem snel opnieuw gekoloniseerd wordt door macrobenthos. Na één jaar kon bvb. geen verschil meer worden waargenomen met de endobenthische gemeenschap die er voorkwam voor de constructie van het C-Power windpark (Coates *et al.*, 2013).

Afgezien van het permanent habitatverlies ter hoogte van de footprint van het eiland, zullen de effecten naar verwachting geen blijvende negatieve gevolgen hebben voor de totale bodemgemeenschap. Het effect van de habitatverstoring en verlies aan organismen wordt als matig negatief (-) beschouwd.

*Turbiditeit*

De verhoging van de turbiditeit (vertroebeling) van de waterkolom bij de aanleg van het eiland zorgt ervoor dat er minder licht doordringt. Dit belemmert de groei (primaire productie) van het fytoplankton of de samenstelling ervan en beïnvloedt daardoor mogelijk de voedselketen. Daarnaast kunnen organismen in de waterkolom of op de bodem problemen ondervinden ten gevolge van de overmaat aan fijne sedimentdeeltjes.

Op basis van de numerieke modellering (IMDC, 2022a) werd besloten dat de verhoging van de turbiditeit beperkt blijft, zowel in tijd als in oppervlakte (externe bijlage 2 en hoofdstuk 5.2 Water). Het effect voor alle eilandlocaties wordt als gering negatief (0/-) beschouwd. Ter hoogte van de potentiële grindbedden wordt geen pluimvorming verwacht, enkel in de randzone bij scenario 2 voor West 2.

*Sedimentatie*

Het effect van de bedekking op het macrobenthos wordt bepaald door diverse factoren, zoals de mate van bedekking, de tolerantie van de soort, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur. Naast het directe effect van verstikking, kunnen ook indirecte effecten optreden (reductie ecosysteemefficiëntie, wijzigingen karakteristieken van de benthosgemeenschappen ten gevolge van wijzigingen in de samenstelling van de bodem. Fijne deeltjes vullen de interstitiële ruimtes tussen het sediment op waardoor de permeabiliteit, aeratie en uitwisseling van water uit de interstitiële ruimtes met de waterkolom verminderen (Mitchener and Torfs, 1996; Torfs *et al.*, 2000; Precht and Huettel, 2003).

Naast filtervoeders kunnen ook sedimenteters (deposit feeders) die geen zwevende deeltjes uit de waterkolom halen maar deeltjes van het substraat opnemen, effecten ondervinden van een verhoogde sedimentatie.

Een verhoogde sedimentconcentratie heeft ook indirecte effecten. Een toename van fijn slib in de waterkolom kan een afname van algengroei tot gevolg hebben, door de verminderde licht penetratie. Dit resulteert in een mindere voedselbeschikbaarheid.

Dergelijke, op het eerste zicht kleinschalige, effecten op het benthos kunnen zorgen voor wijzigingen in interacties in ecosysteemnetwerken en uiteindelijk ook in het functioneren van ecosystemen (Thrush *et al.*, 2014). In kustecosystemen is gekend dat een verhoogde sedimentatie kan leiden tot wijzigingen in het aanwezige habitat en uiteindelijk tot wijzigingen van het ecosysteem functioneren, waarbij filterfeerders verloren gaan en er een shift is naar een gemeenschap van substraateters (Ellis *et al.*, 2002; Thrush *et al.*, 2004; Brabant *et al.*, 2022).

Op basis van de numerieke modellering (IMDC, 2022a) werd besloten dat de sedimentatie van fijn materiaal beperkt blijft tot een relatief kleine zone, gezien bij de aanleg van het eiland voornamelijk zand wordt gebaggerd met een laag gehalte fines (< 250 µm) (externe bijlage 2 en hoofdstuk 5.1 Bodem). Voornamelijk bij het aanleggen van het zandplateau bij West 2 en Noord, wordt de grootste sedimentatie aan fijn materiaal verwacht. De potentiële grindbedden blijven gevrijwaard van sedimentatie bij alle scenario's. Het effect wordt als matig negatief (-) ingeschat.

*Ecotoxicologische effecten*

In het hoofdstuk 5.2 Water werd beoordeeld dat er verwaarloosbare concentraties aan zware metalen of organische polluenten zullen vrijkomen uit het gebaggerde sediment. Er worden echter geen ecotoxicologische effecten verwacht op het benthos of hogere trofische niveaus door de lage concentraties en hoge stroomsnelheden.

**Operationele fase**

*Sedimentatie*

Tijdens de operationele fase zal de aanwezigheid van het eiland veranderende stromingspatronen veroorzaken met verandering in erosie- en sedimentatiepatronen en de vorming van erosiekuilen en aanzandingszones als gevolg. Voor de effecten binnen Vlaamse Banken wordt verwezen naar het ontwerp passende beoordeling (externe bijlage 1).

Vooral grindbedden zijn erg gevoelig aan verzanding. Uit literatuurstudies blijkt dat de tolerantie voor begraving soortspecifiek en variabel is, maar vaak samenhangt met het vermogen van de soort om uit de begraving te komen (Zupan *et al.*, 2022). Er werd geconcludeerd dat permanent aangehechte, sessiele soorten het meest gevoelig zijn voor volledige begraving door sediment.

Op basis van het onderzoek van Zupan *et al*. (2022) en in overleg met KBIN wordt als grenswaarde naar de tolerantie voor begraving een dikte van 2 cm gehanteerd. Uit de modellering (Svašek Hydraulics, 2022b) kan worden afgeleid dat er na 10 jaar zeer beperkte sedimentatie van meer dan 2 cm optreedt ter hoogte van enkele hoekpunten van de potentiële grindbedden bij alle eilandalternatieven (externe bijlage 3). Deze sedimentatie overlapt echter met de autonome sedimentatie, die zich ook voordoet zonder de aanwezigheid van een eiland. Dit kan te wijten zijn aan lokale tekortkomingen in het model of een inaccurate inschatting van de contouren van de grindbedden.

Daarnaast werd voor de operationele fase eveneens de sedimentatie van fijn materiaal (< 250 µm) gemodelleerd (IMDC, 2022a) (externe bijlage 2). Deze modelresultaten tonen aan dat bij locaties West 1 en West 2 in één jaar beperkte sedimentatie (1 tot 10 mm) zal voorkomen in de veiligheidszones rond de potentiële grindbedden, maar niet op de grindbedden zelf. Voor eilandlocatie Noord wordt sedimentatie over een grotere oppervlakte verwacht als een dikkere laag. Hierbij wordt eveneens zeer beperkte sedimentatie van fijn materiaal tot 10 mm verwacht in het potentiële grindbed ten zuidwesten van het eiland.

De effecten van sedimentatie voor het macrobenthos werden eerder beschreven voor de constructiefase van het eiland. Hoewel er zo goed als geen sedimentatie verwacht wordt op de potentiële grindbedden, zal er verfijning van het sediment voorkomen tot 10 km rond het eiland. Hoewel het effect het grootst is voor locatie Noord, wordt het effect gelijk ingeschat voor alle eilandlocaties, zijnde matig negatief (-).

Volgens Descriptor D6 (bodemintegriteit) van de KRMS dient de integriteit van de zeebodem zodanig te zijn dat de structuur en de functies van de ecosystemen gewaarborgd zijn en dat met name benthische ecosystemen niet onevenredig worden aangetast (Belgische Staat, 2018c). Eén van de criteria gedefinieerd voor D6 stelt dat het ruimtelijke bereik en de spreiding van de EUNIS habitats van niveau 3, evenals dat van grindbedden schommelen – in verhouding tot de referentiestatus zoals beschreven in de Initiële beoordeling (Belgische Staat, 2012) – binnen een marge die zich beperkt tot de accuraatheid van de huidige distributiemappen. Ter hoogte van de grindbedden worden geen veranderingen in het habitat verwacht, maar in de directe omgeving van het eiland zal wel een verandering in korrelgrootte en bijgevolg in habitat optreden (zie hoofdstuk 5.1 Bodem).

*Turbiditeit*

Naast sedimentatie zal de aanwezigheid van een eiland en de veranderende hydrodynamica ook zorgen voor meer fines (<250 µm) in de waterkolom. Op basis van de pluimmodellering in externe bijlage 2 (IMDC, 2022a), kan besloten worden dat, door de beperkte omvang van de verhoogde turbiditeit en gezien organismen in het BDNZ in

grote mate zijn aangepast aan turbide wateren, het effect als gering negatief (0/-) wordt ingeschat.

*Depositie organisch materiaal*

Doordat de caissons en erosiebescherming gekoloniseerd zullen worden met hoge dichtheden van epifoulers kan de zandige bodem in de directe omgeving van het eiland verrijkt worden door de depositie van fecale pellets uitgescheiden door deze filter feeders (Coates *et al.*, 2013, 2013; Lefaible *et al.*, 2019; Degraer *et al.*, 2020). Uit de monitoringsresultaten in de Belgische windparken blijkt dat de zeebodem dicht bij de funderingen (<50 m) een verhoogde dichtheid en soortenrijkdom en/of diversiteit vertoont in vergelijking met gemeenschappen bemonsterd verder weg (Coates *et al.*, 2014; Lefaible *et al.*, 2019; Braeckman *et al.*, 2020). Dit soort bevindingen werden gerapporteerd voor verschillende funderingen en uit verschillende gebieden over de hele wereld, waardoor het redelijk is om veranderingen in het sedimentmilieu en de bijbehorende macrofauna te beschouwen als een typisch kenmerk dat gepaard gaat met de installatie van offshore windparken (Degraer *et al.*, 2020). Voor een eiland verschilt de hydrografische situatie echter sterk van een windturbine. Onderzoek is aangewezen om de reikwijdte van het effect te bepalen.

Tot slot kan door het afsluiten van de veiligheidszone rond het eiland voor (boomkor)visserij, een refugium gecreëerd worden voor het macrobenthos (De Backer *et al.*, 2021). Dit effect, samen met de organische aanrijking wordt als gering positief ingeschat (0/+).

Volgens Descriptor D1 (biodiversiteit) van de KRMS mogen populaties, de verspreiding van soorten en habitattypes geen schade ondervinden. Voor het behalen van de GMT is voor Descriptor D4 (ecosysteem en voedselketen) vastgelegd dat de diversiteit in de trofische gilden (i.e. detrivoren, planktivoren, benthivoren, predatoren, etc.) en het evenwicht van de totale dichtheden tussen de trofische gilden niet negatief beïnvloed mag worden door antropogene druk. Door het wegvallen van visserij rondom het eiland en de organische verrijking wordt een positieve bijdrage aan het behalen van de GMT verwacht voor deze descriptoren.

**Ontmantelingsfase**

Bij het niet verwijderen van het eiland kan worden verondersteld dat de effecten gelijk zijn aan die tijdens de operationele fase.

Bij het volledig verwijderen van de caissons en erosiebescherming zullen de effecten groter zijn dan tijdens de constructiefase. Men kan ervan uit gaan dat door toekomstige beheersmaatregelen en het uitsluiten van visserij in de PEZ er bij de ontmanteling van het eiland een betere staat van instandhouding kan verwacht worden bij de omliggende grindbedden en zandige habitats. De verhoging van de turbiditeit en sedimentatie tijdens de ontmanteling zal bijgevolg een grotere impact hebben. Ook het verlies aan organismen zal groter zijn aangezien een verhoging van de biomassa en biodiversiteit wordt verwacht in de omgeving van het eiland tijdens de operationele fase. Anderzijds zal bij volledige verwijdering de zeebodem in zijn oorspronkelijke staat hersteld worden. Monitoring van de biologische waarde van het macrobenthos tijdens de operationele fase is dan ook aangewezen om te bepalen welke vorm van ontmanteling het meest aangewezen zal zijn. Bij installaties met een langere levensduur kan het immers zijn dat hun aanwezigheid een voordeel biedt voor bepaalde soorten en habitats, en dat het herstel naar de oorspronkelijke status eerder nadelige effecten kan hebben voor het bereiken van GMT voor bepaalde indicatoren (Belgische Staat, 2022a).

## Platformen

**Constructiefase**

*Habitatverstoring*

Voor de constructie van de platformen op een jacketstructuur kan het mogelijk zijn dat vooraf aan de installatie, de zeebodem lokaal genivelleerd moet worden. Omdat bewust vlakkere locaties uitgekozen zijn voor de plaatsing van de platformen zal het grondverzet beperkt en vooral lokaal zijn. Na installatie zal indien nodig erosiebescherming aangebracht worden om lokale erosiekuilen te voorkomen.

Platformen A3, C1 en B3 liggen buiten de potentiële grindbedden, maar platform A1N ligt binnen de 500 m veiligheidszone van een grindbed Type 1 (hoge kans op voorkomen dagzomend grind). Er wordt echter niet verwacht dat er ten gevolge van het nivelleren van zandduinen of het installeren van de funderingen meetbare verstoring of sedimentatie ter hoogte van de grindbedden zal optreden. Het gaat immers om een zeer tijdelijk effect en het omgewoelde sediment reikt door het gering volume en het beperkt aandeel fijn materiaal niet ver.

Door de installatie van de funderingen en de erosiebescherming van de platformen wordt een gedeelte van het oorspronkelijk zachte biotoop door nieuwe structuren ingenomen:

- Voor alternatief 1: één jacket (HVDC platform) en drie monopiles voor de AC platformen komt dit neer op een geïmpacteerd oppervlak van 3,9 ha.
- Voor alternatief 2: vier jacket funderingen voor het HVDC platform en de drie AC platformen komt dit op een verstoord oppervlak van 4,4 ha.

Voor genivelleerde zones kan aangenomen dat de verstoring tijdelijk is en dat de verstoorde sedimenten op korte tijd terug gekoloniseerd worden. De habitatverstoring en verlies aan organismen wordt beschouwd als gering negatief (0/-) voor zowel de monopile als jacket funderingen.

*Ecotoxicologische effecten*

In het hoofdstuk 5.2 Water werd beoordeeld dat er geen meetbare concentraties aan zware metalen of organische polluenten zullen vrijkomen bij de constructie van de platformen. Er worden dan ook geen ecotoxicologische effecten (0) verwacht op het benthos of hogere trofische niveaus.

**Operationele fase**

*Verandering in sedimentsamenstelling*

Net zoals besproken voor het eiland, zullen de funderingen gekoloniseerd worden met epifoulers, waardoor organische verrijking van de omliggende zeebodem zal optreden (Coates *et al.*, 2013, 2013; Lefaible *et al.*, 2019; Degraer *et al.*, 2020). Ook door het uitsluiten van visserij in de veiligheidszones rondom de platformen, krijgen benthische gemeenschappen de kans zich te herstellen, en kan de biomassa, densiteit en soortenrijkdom toenemen ten opzichte van de referentiesituatie. Het effect wordt als gering positief (0/+) ingeschat.

Net als voor het eiland kan een positief effect verwacht worden op het behalen van de GMT voor descriptoren D1 (biodiversiteit) en D4 (ecosysteem en voedselketens). Door de zeer beperkte omvang van de platformen worden echter geen biologische wijzigingen in het macrobenthos verwacht die kunnen aanleiding geven tot meetbare wijzigingen in ecosysteemfunctionering.

**Ontmantelingsfase**

Bij het niet verwijderen van de platformen kan worden verondersteld dat de effecten gelijk zijn aan die tijdens de operationele fase.

Net als voor het eiland zullen de effecten bij het volledig verwijderen van de funderingen en erosiebescherming groter zijn dan tijdens de constructiefase. Monitoring van de biologische waarde van het macrobenthos tijdens de operationele fase is dan ook aangewezen om te bepalen welke vorm van ontmanteling het meest aangewezen zal zijn. Bij installaties met een langere levensduur kan het immers zijn dat hun aanwezigheid een voordeel biedt voor bepaalde soorten en habitats, en dat het herstel naar de oorspronkelijke status eerder nadelige effecten kan hebben voor het bereiken van GMT voor bepaalde indicatoren (Belgische Staat, 2022a).

## Kabels

**Constructiefase**

*Habitatverstoring*

Voordat de installatie van de kabels kan plaatsvinden, zal de zeebodem ter hoogte van het kabeltraject volledig vrijgemaakt worden. Dit omvat eveneens een pre-sweeping of nivellering van bepaalde delen van het kabeltracé waar zandduinen voorkomen voor de eigenlijke installatie van de kabels. Het gebaggerde zand zal in één of meerdere aangeduide zones (tijdelijk) gestockeerd worden.

In hoofdstuk 5.1 Bodem wordt het verstoord oppervlak berekend voor het worst case scenario (acht gebaggerde sleuven met backfill en aanlanding in de zone Blankenberge-Zeebrugge). Het verstoord oppervlak voor de diverse opties varieert tussen ca. 3.129 ha (eiland Noord *route* 2) en 3.025 ha (platformen).

Net als voor de constructie van het eiland kunnen we veronderstellen dat de volledige biotische zone langs het verstoord oppervlak zal worden vernietigd door het trenchen en tijdelijk stockeren van materiaal. Dichter bij de kustzone zal het verlies aan organismen groter zijn dan in de offshore gebieden, gezien de grotere soortenrijkdom en biomassa. Uitgaande van de totaal verstoorde oppervlakte kan een inschatting gemaakt worden van het verlies aan organismen, zijnde maximaal ca. 1.032 ton voor Eiland Noord *route* 2 en minimaal 998 ton voor de route naar de platformen.

De kabeltrajecten naar eiland en platformen doorkruisen eveneens verschillende velden waar potentieel grind kan voorkomen. Het gaat om ca. 11% van het gemiddeld kabeltraject. Door backfill met zandig materiaal zal de korrelgrootte en de habitatgeschiktheid afwijken van de referentietoestand. De trajecten naar de platformen doorkruisen bovendien grindzones binnen Natura2000. Het gaat om 5% van de totale kabellengte naar de platformen. De effecten op de instandhoudingsdoelstellingen op Vlaamse Banken worden besproken in het ontwerp passende beoordeling (externe bijlage 1).

Ook potentiële stockageplaatsen 2 en 3 overlappen met potentiële grindbedden volgens het KBIN Grind Model 2012 (KBIN, 2012). Er kan verwacht worden dat deze grindbedden na stockage van sediment permanent verstoord blijven. Het is echter onzeker of hier effectief grind voorkomt. De uiteindelijke stockageplaatsen zullen geselecteerd worden op voldoende afstand van grindbedden om begraving en sedimentatie zo veel mogelijk te voorkomen.

Daarnaast zal de afzetting van fines zorgen voor een verminderde permeabiliteit van de omliggende sedimenten. Het verfijnen van sedimenten wordt beschouwd als een onomkeerbaar proces (KBIN-OD Natuur, 2022). Gezien de verspreiding van het macrobenthos sterk gekoppeld is aan de fysische kenmerken van de bodem

(o.a. korrelgrootte), zal op deze plaatsen de geschiktheid voor de benthosgemeenschappen wijzigen.

Ondanks het relatief groot verlies aan organismen en (soms permanente) verstoring van het habitat, betreft het een beperkte schaal. Ten opzichte van het volledig BDNZ bedraagt de verstoring nog steeds minder dan 1% in een worst case scenario. Bovendien zijn de grindbedden in het BDNZ door de grote antropogene druk op heden in zeer slechte staat van instandhouding.

Tot slot doorkruist het kabeltracé nabij de kust enkele zones die geschikt zijn voor *L. conchilega* aggregaties. Dit is voornamelijk het geval bij aanlanding in de zone Oostende-Bredene, en in minder mate De Haan. Er kan worden verondersteld dat bij de aanleg van de kabels de aggregaties volledig vernietigd worden. Wanneer er bij de backfill een andere sedimentsamenstelling wordt teruggestort, kan deze zone mogelijk niet meer geschikt zijn voor het voorkomen van *L. conchilega* aggregaties.

Globaal gezien wordt het effect van de habitatverstoring en verlies aan organismen als matig negatief (-) beschouwd voor alle kabeltrajecten. Het backfill materiaal dat aangebracht wordt op zeebodemniveau (toplaag) dient zo veel mogelijk dezelfde korrelgrootte te bevatten als het oorspronkelijke materiaal.

Volgens Descriptor D6 (bodemintegriteit) van de KRMS dient de integriteit van de zeebodem zodanig te zijn dat de structuur en de functies van de ecosystemen gewaarborgd zijn en dat met name benthische ecosystemen niet onevenredig worden aangetast (Belgische Staat, 2018c). De mate waarin het backfill materiaal zal afwijken van de oorspronkelijke sedimentsamenstelling zal variëren langs het kabeltraject. De schaal van impact blijft echter hoofdzakelijk beperkt tot de onmiddellijke omgeving van de kabelsleuven en stockageplaatsen. Een impact op het bereiken van de GMT wordt niet verwacht.

*Turbiditeit*

Het baggeren van de sleuven en het tijdelijk stockeren van het sediment veroorzaken een verhoging van de turbiditeit die de primaire productie van het fytoplankton kan belemmeren en mogelijk de voedselketen kan belemmeren. De effecten hiervan zijn reeds besproken voor het eiland.

De baggerwerken nodig voor de aanleg van de kabels zijn echter groter in volume, tijd en ruimte (grootteorde meerdere jaren (niet-continu) vs drie maanden) dan voor het eiland. Voor het worst-case scenario naar impact op de turbiditeit, nl. pre-trenching van de kabelsleuven, werd een numerieke pluimmodelering uitgevoerd om de effecten in te schatten (externe bijlage 2).

Bij het uitvoeren van baggerwerken in de grove sedimenten met weinig fines (<250 µm) is de impact op de turbiditeit tijdelijk en beperkt in oppervlakte. Indien er gewerkt wordt in fijnere sedimenten is het effect op de turbiditeit nog steeds tijdelijk, maar het effect heeft impact op een groter oppervlak. De bagger- en stortpluimen blijven minder dan één uur in de waterkolom vóór de concentraties tot onder de natuurlijke achtergrondconcentratie zakt. Er wordt dus niet verwacht dat de pluimen zullen cumuleren.

Met name in de zones gekenmerkt door een fijnere korrelgrootte (i.e. delen van het traject nabij de kust), kunnen extractieactiviteiten leiden tot een verhoging van de turbiditeit. Gezien het benthos van de subtidale zandbanken aangepast is aan deze natuurlijke dynamiek, is de impact van de verhoging van de turbiditeit ten gevolge van de baggeractiviteiten beperkt.

De toename in turbiditeit ten gevolge van de baggerwerken is tijdelijk maar omvangrijk. Hoewel het benthos in het BDNZ aangepast is aan deze natuurlijke dynamiek, wordt de

impact van de verhoging van de turbiditeit ten gevolge van de baggeractiviteiten matig negatief (-) beschouwd, bij alle alternatieve routes.

*Sedimentatie*

De baggeractiviteiten zorgen niet enkel voor een vertroebeling, maar ook voor een verhoogde sedimentatie in de omgeving van de werken. Het slib in de waterkolom bezinkt over een groot areaal en kan daarmee een laagje op de bodem vormen. Zoals besproken voor de constructiefase van het eiland, heeft deze sedimentatie een effect op bodemdieren. Bij een te grote en/of te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking. Dit kan een uitwerking hebben op de benthossamenstelling en op de voedselvoorraad voor hogere trofische niveaus.

Ook de maximale slibdikte door sedimentatie bij de installatie van de kabels is modelmatig berekend in de sedimentpluimmodellering, waaruit blijkt dat de sedimentatie niet verder reikt dan de kabelsleuven en de tijdelijke stockageplaats bij alle kabelsecties (Externe bijlage 2).

In vergelijking met de commerciële zandontginningsactiviteiten en de baggerwerkzaamheden die uitgevoerd worden, is de sedimentatie die zal optreden tijdens de voorbereidingswerkzaamheden en tijdens het leggen van de kabels van een gelijkaardige grootteorde, al zijn de baggerwerken voor het MOG2 project slechts éénmalig.

Hierboven werd reeds vermeld dat ter hoogte van de tijdelijke stockageplaatsen mogelijk grindbedden aanwezig zijn. Aangezien dat sedimentatie van fijn materiaal de grindbedden permanent kan verstoren, dienen de nodige voorzorgen genomen te worden. Storten op grindbedden dient maximaal vermeden te worden, alsook het storten van fijne materialen in de nabije omgeving van grindbedden.

Gezien de mogelijke gevolgen voor de zeebodemfuncties en ecosysteemefficiëntie wordt het effect van sedimentatie van de turbiditeitspluim als matig negatief (-) beoordeeld voor alle scenario's.

*Ecotoxicologisch effecten*

In hoofdstuk 5.2 Water werd besloten dat bij het ingraven van de kabels zware metalen en organische polluenten, indien aanwezig, uit de bovenste sedimentlagen kunnen vrijkomen in de waterkolom. In zandige ondergrond met laag gehalte aan fijn en/of organisch materiaal is de kans hierop klein en wordt bijgevolg geen significante impact verwacht van de installatiewerken. Nabij de kust worden de kabels geïnstalleerd in fijnere sedimenttypes. In deze zone worden er over het algemeen beperkte hoeveelheden aan zware metalen aangetroffen in de bodem. Gezien de beperkte omvang van de ingreep in de bovenste lagen van de zeebodem, de tijdelijke aard en de sterke stromingen worden eventuele contaminanten uit de bodem onmiddellijk verdund in de waterkolom. Het effect op het macrobenthos en hogere trofische niveaus wordt daarom zo goed als onbestaand (0) beschouwd.

**Operationele fase**

*Elektromagnetische velden*

Het is onvoldoende gekend of er door het ontstaan van elektromagnetische velden (EMV) effecten op het macrobenthos kunnen optreden. Voor een algemene beschrijving van de effecten van EMV wordt verwezen naar epibenthos en vissen.

*Opwarming*

Op basis van het feit dat de meeste bodemdieren zich in de bovenste laag van de zeebodem bevinden (tot op ca. 20 cm vanaf het oppervlak), de warmteproductie door

de ingegraven kabels hier eerder gering is en de effecten zeer lokaal zijn, worden er vrijwel geen effecten verwacht van opwarming op het macrobenthos (0).

**Ontmantelingsfase**

Wanneer de kabels niet worden verwijderd, wordt de bodem niet verstoord. Gezien de kabels buiten gebruik worden gesteld zullen er geen EMV meer worden opgewekt. Indien de kabels blijven liggen zullen er dus geen effecten op het macrobenthos optreden (0).

Bij het volledig verwijderen van de kabels zal de bodem opnieuw verstoord worden doordat de kabels uit de zeebodem getrokken worden. Algemeen kan verondersteld worden dat de duur van de ontmantelingsfase korter is dan de constructiefase en dat een minder groot oppervlakte zal worden verstoord. Bijgevolg zullen de effecten op het macrobenthos kleiner zijn als die tijdens de constructiefase. Het effect wordt als gering negatief (0/-) beschouwd. Bovendien zal op relatief korte termijn de zeebodem opnieuw gekoloniseerd worden door het bodemleven en in de oorspronkelijk staat worden hersteld.

#### 0.3.5.1.3 Milderende maatregelen en monitoring

- Voor de installatie van MOG2 dient de best beschikbare technologie gebruikt te worden zodat de zeebodem zo minimaal mogelijk verstoord wordt. Er dient over gewaakt te worden dat de oppervlakte van de erosiebescherming en de (tijdelijke) stockage van zand niet groter is dan nodig.
- Een minimaal verstoord oppervlak zal er toe bijdragen dat de kans op schade aan eventueel aanwezige grindbedden tot een minimum wordt beperkt. Voorafgaand aan de werkzaamheden wordt een detailonderzoek naar de verspreiding van dagzomend grind in het gebied uitgevoerd, zodat een verstoring van deze plaatsen – indien aanwezig – maximaal vermeden kan worden.
- Om het effect op de zeebodem en het aanwezige benthos minimaal te houden, moet bij het leggen van de kabels gestreefd worden naar bundeling in zo weinig mogelijk sleuven; indien dit geen specifieke technische problemen of gevolgen geeft op vlak van operationele voorzieningen, veiligheid en/of risico. Het bundelen en ingraven van kabels kan ook de mogelijke effecten van elektromagnetische velden verkleinen.
- Bij het uitbaggeren van de sleuven voor de kabels dient geopteerd te worden voor het maximaal terugstorten van het oorspronkelijke materiaal van dezelfde kwaliteit als het oorspronkelijk materiaal. Voornamelijk bij de backfill van sleuven doorheen grindbedden dient de toplaag zo veel mogelijk te bestaan uit materiaal met dezelfde korrelgrootte als het oorspronkelijk materiaal.

De monitoring van de effecten moet het mogelijk maken om eventuele veranderingen in het onderwaterleven als gevolg van de bouw van het artificieel eiland te detecteren en moet toelaten de impact van andere – toekomstige – projecten en gebieden beter te kunnen inschatten.

Een uitgebreide bepaling van de nulsituatie dient te worden uitgevoerd ter hoogte van de projectlocatie, maar ook ter hoogte van nabijgelegen grindbedden en controlegebieden.

De monitoring moet het mogelijk maken om de invloed te bepalen van het eiland (toegenomen stromingen, gewijzigde sedimentsamenstelling, organische aanrijking) op het benthos in en rond het gebied.

### 0.3.5.2 Epibenthos en vissen

#### 0.3.5.2.1 Referentiesituatie

Uitgaande van de resultaten van De Maersschalck *et al.* (2006) lag de gemiddelde densiteit in 2005 voor het epibenthos en vissen duidelijk een grootteorde hoger in de kustzone (tot 15 km uit de kust) in vergelijking met de rest van het BDNZ. Op basis van De Maersschalck *et al.* (2006) en De Backer *et al.* (2010) kan worden afgeleid dat de soortenrijkdom en vooral de biomassa laag zijn voor het epibenthos op de verschillende offshore projectlocaties. Gedetailleerde gegevens van het epibenthos en visfauna binnen de PEZ zijn echter niet beschikbaar. Voor de visfauna kan er wel worden afgeleid dat de Hinderbanken een relatief grote soortenrijkdom kennen (De Maersschalck *et al.*, 2006).

Volgens de biologische waarderingskaarten zijn de projectlocaties gelegen in een gebied met een lage waarde voor het epibenthos en vissen, al is de data ter hoogte van de Hinderbanken beperkt. Dichter bij de kust doorkruist het kabeltracé wel zones met hoge waarde voor het epibenthos en vissen.

Het onderzoek naar pelagische vissen in het BDNZ is eerder beperkt (Degraer *et al.*, 2022). Van Ginderdeuren *et al.* (2014) toonden aan dat haring en sprot algemeen aanwezig zijn in het BDNZ, met vooral de juveniele individuen die eerder kustgebonden voorkomen. Adulte haring wordt enkel in het najaar waargenomen, wanneer de soort op weg is naar de paaigebieden in het Kanaal. In de zomer komen nog twee andere sleutelsoorten voor, nl. makreel en horsmakreel, waarbij jonge horsmakrelen vooral deel uitmaken van de offshore pelagische visgemeenschap. Het grootste deel van het onderzoek naar vissen gebeurt echter op demersale soorten. De bodem van het BDNZ vormt een belangrijke kinderkamer voor benthische, demersale en benthopelagische vissen.

Grofzandig habitat is erg geschikt voor verschillende zandspieringsoorten (Ammodytidae). Het voorkomen van zandspieringen wordt sterk bepaald door het type sediment, waarbij ze een sterke voorkeur hebben voor grofzandig substraat (Wright *et al.*, 2000). De verschillende soorten zandspiering zijn een erg belangrijke voedselbron (stapelvoedsel) voor broedende zeevogels in de Noordzee (Brabant *et al.*, 2022). Zones met grof zand kunnen ook door haring worden gebruikt als paaigebied. Gilson (1921;1934) rapporteerde vroeger al het Westhindergebied als deel van een paaigrond voor haring. Op dit moment is het niet duidelijk of het gebied nog gebruikt wordt als paaigebied door haring (Brabant *et al.*, 2022).

#### 0.3.5.2.2 Effecten

### Eiland

**Constructiefase**

*Habitatverstoring en verlies*

De oppervlakte aan habitatverstoring en -verlies is gelijk aan de oppervlakte beschreven voor het benthos. Aangezien vissen, en in mindere mate het epibenthos, mobieler zijn dan het macrobenthos, zal het verlies aan organismen kleiner zijn. Ook herkolonisatie van tijdelijk verstoorde zeebodem oppervlaktes zal daarom sneller verlopen dan voor het macrobenthos.

De aanwezigheid van mogelijke paaiplaatsen ter hoogte van de eilandlocaties is een leemte in de kennis. Gezien deze locaties niet in de grindbedden gelegen zijn en op grote afstand van de ondiepe kustbanken, wordt de kans op het verstoren van paaiplaatsen klein geacht.

Het effect van habitatverstoring en -verlies op epibenthos en vissen wordt als matig negatief (-) beschouwd voor alle eilandlocaties gezien de duur van de werken en de relatief grote oppervlakte.

*Verstoring door turbiditeit en sedimentatie*

Voor het epibenthos zijn de effecten ten gevolge van een verhoogde turbiditeit gelijkaardig zoals beschreven voor het macrobenthos.

De stressrespons van vissen op verhoogde turbiditeit is soortspecifiek en afhankelijk van de mate van vertroebeling en de duur van deze vertroebeling. Benthische soorten zijn beduidend beter tegen vertroebeling door gesuspendeerd sediment bestand.

Verder kunnen vissen die op zicht jagen hinder ondervinden door een verhoogde turbiditeit (Tillin *et al.*, 2011). Bij tijdelijke turbiditeit kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde vissoorten. Uit de pluimmodellering (IMDC, 2022a) blijkt dat de verhoogde turbiditeit bij de aanleg van het eiland slechts lokaal en van korte duur is (Externe bijlage 2).

Monitoringsonderzoek in kader van baggerstortingen uit de havens op verschillende loswallen toonde aan dat er voor de demersale visfauna na 10 jaar opvolging geen duidelijke impact werd waargenomen door het storten (Lauwaert *et al.*, 2011, 2016).

Mogelijk kan de omwoeling van het sediment een positieve impact hebben op vissen door een verhoogde beschikbaarheid van prooidieren (Grontmij, 2006). Er wordt echter niet verwacht dat dit effect opweegt tegen de negatieve effecten van een verhoogde turbiditeit.

Zandspieringen (Ammodytidae), een belangrijke bron van stapelvoedsel voor hogere trofische niveaus, hebben een voorkeur voor grofzandig substraat (Brabant *et al.*, 2022). Een toename van fijn sediment door de bouw en exploitatie van het eiland in de PEZ kan dus als gevolg hebben dat het grofzandig habitat in dit gebied minder geschikt wordt voor zandspiering (Brabant *et al.*, 2022). Dit geldt ook voor de geschiktheid van het habitat als paaiplaats voor haring. Een verfijning van het sediment in het gebied en een aanrijking met slib kan ervoor zorgen dat het minder geschikt is als paaiplaats, ook al is het momenteel niet duidelijk of het op dit moment wordt gebruikt als paaigebied. Uit de modellering blijkt echter dat de verspreiding van fijne sedimenten beperkt blijft tot de directe omgeving van het eiland (hoofdstuk 5.1 Bodem).

Ten gevolge van voorliggend project zullen alle levensstadia van vissen tijdelijk verstoord worden ten gevolge van het storten van de baggerspecie op de tijdelijke stockageplaatsen en het ontstaan van baggerpluimen bij de aanleg van het eiland. De

kans is groot dat zij zullen wegtrekken tijdens de duur van het project. Gezien de verstoring echter tijdelijk is, wordt uitgegaan van een gering negatieve effect (0/-) voor alle eilandalternatieven.

*Geluidverstoring*

De effecten van heigeluid op vissen, gegenereerd tijdens de installatie van damplanken of paalfunderingen worden in meer detail besproken voor het platformalternatief. In het hoofdstuk 5.4 Geluid en trillingen werd ingeschat dat voor een paal met diameter 1 m geluidsniveaus worden geproduceerd die het verplicht maken milderende maatregelen te gebruiken om het onderwatergeluid niveau onder de door België vooropgestelde limiet van 185 dB (re 1µ Pa) op 750 m te houden.

Een andere mogelijke verstoring tijdens de bouwfase is de productie van geluid en trillingen ten gevolge van de baggerwerken en de toegenomen scheepvaart. Het bepalen van de grootte van de verstoring is echter niet evident daar er nog veel onzekerheden bestaan o.a. rond transmissieverliezen en dus ook rond de reikwijdte van de geluidsverstoring.

Vissen worden op verschillende manieren blootgesteld aan scheepslawaai, afhankelijk van de fase van hun levenscyclus.

Daarnaast kan scheepvaart grote nabije achtergrondgeluiden veroorzaken op niveaus die vergelijkbaar of hoger zijn dan de vocalisaties van de vissen en in dezelfde kritische bandbreedtes (Neenan *et al.*, 2016). Dit lawaai kan biologisch belangrijke signalen "maskeren" en voorkomen dat vissen deze horen; elke verstoring van de detectie en herkenning van geluiden kan gevolgen hebben voor de overleving van vissen.

Descriptor 11 van de KRMS heeft naast impulsgeluid ook betrekking op antropogeen continu laagfrequent geluid in water. Welk geluidsniveau als veilig kan beschouwd worden voor vissen is echter een leemte in de kennis.

De baggerwerken met meerdere schepen zullen enkele maanden aanhouden, waarbij het onderwatergeluid tot kilometers buiten de werkzone beduidend verhoogd wordt. Het effect van geluidsverstoring wordt dan ook als matig negatief (-) beoordeeld. Hoewel het antropogeen achtergrondgeluid reeds erg hoog is in het, kan niet uitgesloten worden dat er door de verhoging van het omgevingsgeluid bij de constructie van het eiland effecten voorkomen op vispopulaties waardoor de GMT niet wordt bereikt.

**Operationele fase**

*Sedimentatie*

Zoals besproken voor het macrobenthos wordt door de gewijzigde stromingspatronen lichte sedimentatie verwacht van fijne sedimenten rondom het eiland. Ter hoogte van de potentiële grindbedden, zoals bepaald in de Eden2000 studies, wordt echter geen sedimentatie van meer dan 1 cm verwacht (IMDC, 2022a).

De mogelijke verslibbing van de sedimenten kan een invloed hebben op zandspieringen (Ammodytidae), een belangrijke bron van stapelvoedsel voor hogere trofische niveaus, die een voorkeur hebben voor grofzandig substraat (Brabant *et al.*, 2022).

Gezien de beperkte dikte van de sedimentatie met fijne sedimenten wordt er geen echte verslibbing van de zeebodem rondom het eiland verwacht. Daarnaast worden er ter hoogte van de grindbedden, potentieel een belangrijke paaiplaats voor heel wat soorten, geen sedimentatie van meer dan 1 cm verwacht. De effecten worden voor de drie locatiealternatieven als gering negatief (0/-) beoordeeld.

*Verhoging biomassa en soortenrijkdom*

De aanleg van het eiland zal zorgen voor een sterke toename in harde substraten en bijgevolg voor een biotoopverandering voor vissen en het epibenthos. In hoofdstuk 5.1 Bodem werd berekend dat de oppervlakte erosiebescherming zal variëren tussen 9,6 ha voor locatie West 1 en 17 ha voor locatie West 2.

Vissen zullen aangetrokken worden door een verhoogde voedselbeschikbaarheid en schuilplaatsen. Voor de Belgische windparken werd een uitbreiding van het rifeffect waargenomen door het verschijnen van een groter aantal soorten die geassocieerd zijn met hard substraat (De Backer *et al.*, 2020). Hoewel de dichtheden nog laag waren, zouden ze de heterogeniteit in de zachte bodemsedimenten tussen de funderingen in de toekomst kunnen verhogen.

De resultaten van de windparken kunnen niet helemaal doorgetrokken worden naar het eiland. Door de grote oppervlakte zal er een gewijzigde hydrodynamiek ontstaan die mogelijk een invloed heeft op de verspreiding van vissoorten. In hoofdstuk 5.2 Water werd op basis van modellering vastgesteld dat de toename in stroomsnelheden langsheen de lange zijden maximaal 30% bedraagt vlak na de constructie van het eiland en afneemt tot een maximum van 10% na 10 jaar ten opzichte van de situatie zonder eiland. Ook de grote aaneengesloten oppervlakte is niet vergelijkbaar met vele kleine turbines. Monitoring naar de schaal van de effecten is dan ook aangewezen.

Er kan daarnaast verwacht worden dat door het uitsluiten van visserij in de veiligheidszone van 500 m rondom het eiland en door de verhoogde voedselbeschikbaarheid er een verhoging in de biomassa en soortenrijkdom zal plaatsvinden. Het effect wordt als gering positief (0/+) beschouwd. In sectie 0.3.5.5 wordt verder ingegaan op de visfauna van harde substraten.

**Ontmantelingsfase**

Bij het niet verwijderen van het eiland kan worden verondersteld dat de effecten gelijk zijn aan die tijdens de operationele fase.

Bij een volledige verwijdering wordt verondersteld dat de effecten van geluidsverstoring en verhoogde turbiditeit gelijkaardig zullen zijn aan die van de constructiefase. Het verlies aan habitat zal echter groter zijn. Er wordt immers verwacht dat door de verandering in biotoop en het uitsluiten van de visserij een verhoging in biomassa en biodiversiteit zal plaatsvinden, waardoor er bij verwijdering het positieve effect teniet wordt gedaan.

## Platformen

**Constructiefase**

*Habitatverstoring*

De habitatverstoring voor de epibenthos- en visgemeenschappen betreft dezelfde oppervlakte zoals besproken bij benthos. Het verlies aan organismen zal echter vrijwel onbestaande zijn, gezien de hogere mobiliteit. Gezien het bodemleven zich relatief snel herstelt, zal ook de voedselbeschikbaarheid van prooisoorten voor vissen zich snel herstellen. De habitatverstoring voor vissen en het verlies aan organismen wordt beschouwd als gering negatief (0/-) voor zowel de monopile als jacket funderingen.

*Geluidsverstoring*

Een belangrijke verstoring tijdens de installatie van de platformen is de productie van geluid en trillingen ten gevolge van het heien van de monopile of jacket funderingen.

Vissen horen het geluid op verschillende manieren. De grootte van het effect of de schade is dus mede afhankelijk van de gevoeligheid van een bepaalde vissoort voor het geluid (Huddleston, 2010). Om zich te handhaven dienen vissen doelmatig te reageren

op roofvijanden en prooien. Ook de fysieke omgeving vraagt aandacht, net als de communicatie met soortgenoten. Bij al deze levensfuncties en gedragingen speelt geluid een rol. Vissen kunnen geluid maken om een vijand af te schrikken, om partners te lokken en kunnen contactgeluid gebruiken om in schoolverband te zwemmen. In relatief troebele wateren kan geluid een belangrijke rol spelen. De emissies van geluid en trillingen in de mariene waterkolom kunnen leiden tot een gedragsverandering of een reductie van de habitatgrootte (Petersen and Malm, 2006).

De beschikbare literatuur suggereert dat geluid ten gevolge van de constructie van de platformen kan leiden tot gedragsveranderingen (vermijding) bij vissen tot op enkele kilometers van het brongeluid. Fatale gevolgen of fysische schade door het heien zijn beperkt tot een kleine afstand (enkele honderden meters) van de bron. Zoals besproken in het hoofdstuk 5.4 Geluid en trillingen is de installatie van de platformen echter zeer beperkt in tijd ten opzichte van de constructie van een volledig windpark. Het heien van een monopile duurt ongeveer 0,5 dag, terwijl er voor een jacket ongeveer 24 uur worden voorzien (inclusief tussentijdse pauzes voor positionering van de verschillende paalfunderingen), waardoor de totale geluidsverstoring door het heien dus maximaal vier dagen kan duren voor de vier platformen.

Gezien het beperkte aantal funderingen wordt het effect van geluidsverstoring van vissen en epibenthos als matig negatief (-) beschouwd, zowel voor monopiles als jacket funderingen. Niettegenstaande de heiactiviteiten van zeer korte duur zijn, dienen bij de productie van impulsgeluiden de nodige milderende maatregelen genomen te worden om de KRMS norm voor impulsgeluiden te respecteren. Wanneer men gebruik maakt van het suction bucket principe, waarbij monopiles en jacket funderingen niet geheid worden, zal de impact van geluid en trillingen wegvallen (0).

**Operationele fase**

*Verhoging biomassa en soortenrijkdom*

De effecten van biotoopverandering door de introductie van harde substraten is besproken voor het eiland. Gezien ook voor elk van de platformen een veiligheidszone van 500 m wordt voorzien waarin de visserij wordt uitgesloten, en de verwachte toename in voedselbeschikbaarheid rond de funderingen en de erosiebescherming, wordt het effect eveneens als gering positief (0/+) beschouwd, voor zowel de monopiles als de jacket funderingen. In sectie 0.3.5.5 wordt verder ingegaan op de visfauna van harde substraten.

**Ontmantelingsfase**

Bij het niet verwijderen van de platformen kan worden verondersteld dat de effecten gelijk zijn aan die tijdens de operationele fase (0/+).

Bij het volledig verwijderen van de funderingspalen en erosiebescherming zal er opnieuw een verlies aan organismen en complexe habitats plaatsvinden. Indien ter hoogte van de erosiebescherming ecologisch waardevolle habitats gecreëerd zijn, kan het verwijderen ervan beschouwd worden als een gering negatief (0/-) effect. Net als voor het eiland is monitoring aangewezen om de ecologische waarde van het ontstane rif te bepalen. De geluidsverstoring zal kleiner zijn dan tijdens de constructiefase aangezien er niet wordt geheid.

## Kabels

**Constructiefase**

*Verstoring*

De habitatverstoring voor het epibenthos en de visgemeenschappen betreft dezelfde oppervlakte zoals besproken bij het macrobenthos. Het verlies aan organismen zal echter kleiner zijn, gezien de hogere mobiliteit. Bovendien wordt er voortschrijdend

gewerkt, waardoor de zone waar de kabel wordt ingebracht onmiddellijk terug vrijkomt voor de aanwezige visfauna. Gezien het bodemleven zich relatief snel herstelt, zal ook de voedselbeschikbaarheid van prooisoorten voor vissen zich snel herstellen.

Tijdens het leggen van de kabels zal er onder water eveneens een geluidsverstoring optreden. De effecten op vissen zijn gelijkaardig als besproken voor het eiland, al worden er bij de installatie van de kabels geen impulsgeluiden gebruikt.

Door de grote oppervlakte waarover de geluidsverstoring wordt verspreid indien het kabeltracé volledig of grotendeels uitgebaggerd wordt, en de lange tijdspanne van installatie (zes jaar), wordt het effect als matig negatief (-) beoordeeld, aangezien niet kan uitgesloten worden dat door verstoring effecten voorkomen op vispopulaties en de GMT D11 (continu onderwatergeluid) niet wordt bereikt.

*Turbiditeit*

De effecten van de verhoogde turbiditeit op vissen is besproken voor het eiland. Voor het kabeltracé wordt echter een grotere impact op de turbiditeit verwacht in vergelijking met het eiland. Bij de constructie van het eiland wordt een kleinere pluim verwacht en nemen de baggerwerken veel minder tijd in beslag. Bovendien doorkruist het kabeltracé de rijkere visgronden in de kustzone. Om deze redenen wordt het effect op turbiditeit ingeschat als matig negatief (-) voor alle kabelroutes.

**Operationele fase**

*Elektromagnetische velden (EMV)*

De transmissie van elektriciteit door zeekabels leidt tot het opwekken van EMV. Het elektrisch veld wordt zo goed als volledig afgeschermd door de verschillende metalen mantels. Het totaal magnetisch veld bij AC kabels 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 afzonderlijke sleuven. Door de tegengestelde stroomrichting van de afzonderlijke HVDC kabels zijn de magnetische velden eveneens tegengesteld en heffen ze elkaar voor een groot deel op in de gebundelde configuratie. Ook het dieper ingraven van de kabels leidt tot een duidelijke reductie van het magnetisch veld. Wanneer er geen sprake is van bundeling van de twee elektriciteitskabels van het HVDC kabelsysteem, zal er geen neutralisering van beide velden optreden. Gezien het bundelen van de kabels nog niet zeker is, wordt hier uitgegaan van een worstcase scenario waarbij niet-gebundelde HVDC kabels, ingegraven op 1 m diepte, ter hoogte van de zeebodem magnetische veldsterktes tot 250 µT veroorzaken (Elia, 2022).

Uit onderzoek kan worden besloten dat EMV waargenomen worden door verschillende soorten kraakbeenvissen en dat die potentieel een reactie veroorzaken (Gill, 2019). Het is momenteel echter onzeker wat de significantie is van deze respons, zowel op individueel als op populatie niveau. Gezien de leemte in de kennis, en de relatief hoge magnetische veldsterkte bij niet-gebundelde DC kabels, wordt het effect matig negatief (-) ingeschat. Het ingraven en bundelen van kabels is van groot belang om de blootstelling van de gevoelige soorten aan EMV, die het sterkst zijn aan het oppervlak van de kabel, te verminderen door een fysische barrière te creëren.

**Ontmantelingsfase**

Indien de kabels blijven liggen zullen er geen effecten op de het epibenthos en de visfauna optreden (0).

Bij het volledig verwijderen van de kabels zal de bodem opnieuw verstoord worden doordat de kabels, eventueel via jetting, uit de zeebodem getrokken worden. Algemeen kan verondersteld worden dat de duur van de ontmantelingsfase korter is

dan de constructiefase en dat een minder groot oppervlakte zal worden verstoord. Het effect wordt als gering negatief (0/-) beschouwd. Bovendien zal op relatief korte termijn de zeebodem opnieuw gekoloniseerd worden door het bodemleven waardoor ook de voedselbeschikbaarheid voor vissen zich zal herstellen.

#### 0.3.5.2.3 Milderende maatregelen en monitoring

- Voor de milderende maatregelen met betrekking tot een geluidsreductie wordt verwezen naar de sectie zeezoogdieren.
- Het ontginnen van sediment in het projectgebied zou kunnen gepland worden buiten de paaiperiode van zandspiering en haring om de impact op deze soorten te verminderen (Brabant *et al.*, 2022).
- Het ingraven en bundelen van kabels zal de mogelijke effecten van EMV sterk doen afnemen.

Net als voor het macrobenthos dient er voor de constructie van MOG2 de nulsituatie te worden bepaald voor vissen en epibenthos. Tijdens de operationele fase dient de aantrekking, productie en voorkomen van visgemeenschappen en epifauna te worden bepaald. Het onderzoek naar vispaaiplaatsen en kraamgebieden voor visfauna in grindbedden kan hier bijkomend aangehaald worden.

### 0.3.5.3 Vogels

#### 0.3.5.3.1 Referentiesituatie

Ondanks de kleine oppervlakte is het BDNZ van internationaal belang voor een groot aantal zeevogels. Ze doet dienst als overwinteringsgebied, trekgebied of als foerageergebied tijdens het broedseizoen. Er werden daarom ook doelstellingen geformuleerd om de aantallen van bepaalde soorten te behouden, en dit in het kader van zowel de KRMS als Natura2000 (Vanermen *et al.*, 2022).

Het MOG2 project komt relatief ver uit de kust en in de offshore zone 3 te liggen. Voor de bespreking van de vermijdingseffecten voor het eiland en de platformen zal er dus gefocust worden op die soorten die in zone 3 het zwaartepunt van hun verspreiding kennen. Dit zijn met name Jan-van-Gent, stormmeeuw, grote mantelmeeuw, drieteenmeeuw, zeekoet en alk. 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 de effecten van het eiland en de platformen.

In het voorjaar en de zomermaanden vormt de kustzone een belangrijk foerageergebied voor sternen die in de haven van Zeebrugge, de Spuikom van Oostende en in het Zwin tot broeden komen. Een belangrijke trend die de laatste jaren wordt waargenomen is de sterke en gestage afname van de zwarte zee-eend, die allicht samenhangt met een afnemende beschikbaarheid van geschikte schelpdieren. De meeste andere zeevogels vertonen schommelende trends. Wat evenwel opvalt, is de sterk gelijklopende trend van de alk, dwergmeeuw en drieteenmeeuw, met een piek rond 2010. Deze soorten zijn alle drie sterk afhankelijk van de aanwezigheid van zandspiering en komen vaak samen voor (Belgische Staat, 2018a).

Hoewel het merendeel van de niet-aasetende zeevogelsoorten op het BDNZ een afnemende trend vertoont, werd de goede milieutoestand in de periode 2011-2016 elk jaar bereikt (Belgische Staat, 2018a). Hoewel de teruggooi van gequoteerde commerciële vissoorten nog niet is verboden, namen de vijf aasetende soorten sterk af

in de periode 2011-2016. De goede milieutoestand werd in vier van de zes jaren niet behaald.

Ook op basis van de biologische waarderingskaart voor zeevogels kan worden afgeleid dat de kustzone van groter belang is voor zeevogels dan de offshore gelegen gebieden. De Noordhinderbank, waar de verschillende eilandlocaties gelegen zijn, heeft echter ook een hoge waarde voor vogels. Voor de drie zuidelijke platformlocaties wordt een zeer lage waarde voor vogels ingeschat.

Het BDNZ is ook van belang voor enkele Europees beschermde zeevogels. Op basis van Bijlage I van de Europese Vogelrichtlijn werden drie speciale beschermingszones (SBZ-V) ingericht in het BDNZ. De exportkabels naar de aanlandingszone Blankenberge-Zeebrugge doorkruisen SBZ-V3 ter hoogte van de aanlandingszone, terwijl alle aanlandingsalternatieven overlappen met de noordelijke rand van SBZ-V2. Voor de aanlanding in de zone Oostende-Bredene wordt de volledige SBZ-V2 doorkruist. Voor een verdere, meer specifieke bespreking van mogelijke effecten voor deze Vogelrichtlijngebieden en de Natura2000 beschermde soorten wordt verwezen naar de ontwerp Passende Beoordeling (externe bijlage 1).

Naast zeevogels trekken jaarlijks ook vele soorten zangvogels over de Noordzee (Hüppop *et al.*, 2006). Hoewel uit radargegevens blijkt dat er een duidelijk afname van de trekintensiteit is met toenemende afstand tot de kust, is er ook boven open zee aanzienlijke migratie van vogels die uit de richting van of richting de Britse eilanden of het zuiden van Scandinavië vliegen (Hüppop *et al.*, 2006).

Ook verschillende soorten ganzen, eenden en steltlopers vliegen over het BDNZ tijdens hun migratie van en naar de overwinterings- of ruigebieden. De trek van deze soorten verloopt voor het merendeel echter sterk kustgebonden en overlapt daarom nauwelijks met de PEZ.

Alle vleermuissoorten die voorkomen in Europa zijn strikt beschermd in de EU onder bijlage IV van de Habitatrichtlijn. Vleermuizen blijken zich ook op zee te begeven tijdens de trek. Onderzoek met akoestische detectoren in de Belgische windparken heeft aangetoond dat de ruige dwergvleermuis er in de herfst voorkomt (Brabant *et al.*, 2018). Ook in het Nederlands deel van de Noordzee worden regelmatig vleermuizen gesignaleerd. De meeste vleermuizen werden aangetroffen in de herfst, en in mindere mate de lente. Het gaat dus om trekkende soorten die, net als veel vogels, in lente en herfst migreren naar andere oorden.

#### 0.3.5.3.2 Effecten

##### Eiland

**Constructiefase**

*Verstoring*

Sommige soorten zijn gevoeliger voor verstoring dan andere en ook verstoring in een bepaald levensstadium of seizoen heeft een groter effect.

Wat betreft mijdingseffecten komen in de offshore gelegen zone 3 relatief weinig zeevogels voor die sterk gevoelig zijn gebleken voor verstoring door scheepvaart, omgevingsgeluiden of andere antropogene activiteit (zoals de zwarte zee-eend of roodkeelduiker) (Vanermen *et al.*, 2022). Andere soorten zoals zilvermeeuwen kunnen mogelijk voordelen ondervinden van de werkzaamheden door het tijdelijk beschikbaar komen van voedsel, door het omwoelen van de bodem en verhoogde scheepsactiviteit (Stienen *et al.*, 2002; Vanermen *et al.*, 2006).

Er worden bijgevolg geen sterk verstorende effecten verwacht tijdens de constructiefase, het effect wordt als gering negatief (0/-) beschouwd voor alle eilandlocaties.

*Aantrekking*

Tijdens de constructiefase worden vergelijkbare aantrekkingseffecten verwacht voor zeevogels zoals beschreven voor de operationele fase, hoewel deze door de verhoogde menselijke activiteit op en rond de site allicht minder sterk zullen zijn (Vanermen *et al.*, 2022). Voor zangvogels kunnen eveneens aantrekkingseffecten verwacht worden, afhankelijk van de mate en wijze van verlichting tijdens de constructiefase.

Gezien er tijdens een deel van de constructiefase van het eiland nog geen windparken in de PEZ operationeel zullen zijn, wat het risico op aanvaring verkleint, en de aantrekking minder sterk zal zijn door de verhoogde menselijke activiteit, wordt het effect als gering positief (0/+) beschouwd.

*Turbiditeit*

Tijdens het baggeren en storten kunnen visueel prederende vogelsoorten zoals alkachtigen, futen, duikers en sternen moeilijkheden ondervinden tijdens het foerageren (Harte *et al.*, 2002; Phua *et al.*, 2002b).

Uit de pluimmodellering (IMDC, 2022a) blijkt dat in een worst case scenario, een duidelijk overschrijding waargenomen wordt in de diepte gemiddelde turbiditeitswaarden waarbij de concentraties in de waterkolom oplopen tot meer dan 50 mg/l in de nabijheid van de eilandlocaties (externe bijlage 2). De overschrijding met waarden van meer dan 4 mg/l blijft tot zes dagen in de waterkolom (tijdens de werken) ter hoogte van locatie West 2. Bij eilandlocatie West 1 en bij andere scenario's reikt de pluim steeds minder ver.

Door de natuurlijke hoge invoer van gesuspendeerd materiaal ten gevolge van getijden- en golfwerking (zeer dynamisch systeem), zijn soorten in het BDNZ reeds aangepast aan het jagen in van nature troebel water en voeden de meeste soorten zich in de bovenste meters van het wateroppervlak. De vogels maken geen duikvluchten tot op de bodem van de zee, waar de verhoging van de turbiditeit het hoogste zal zijn.

Gezien de relatief lokale aard van de verhoging in turbiditeit en het beperkt voorkomen van zichtjagende soorten in deze zone van het BDNZ, kan het effect van vertroebeling op vogels als gering negatief (0/-) beschouwd worden voor alle alternatieven.

*Effecten op vleermuizen*

Tijdens de herfst komen er mogelijk vleermuizen voor ter hoogte van het projectgebied tijdens de migratietrek. Er is echter zeer weinig geweten over het gedrag van vleermuizen boven de Noordzee. De kans op verstoring wordt als klein ingeschat gezien de aard van de werken niet als schadevol wordt beschouwd. Mogelijk worden vleermuizen door de schepen en het eiland aangetrokken als rustplaats. Het is immers bekend dat vleermuizen sporadisch beschutting zoeken op schepen. Het effect van de constructiefase op vleermuizen wordt zo goed als onbestaand (0) ingeschat, al is bijkomend onderzoek aangewezen.

**Operationele fase**

Wat betreft het habitatverlies door verstoring en een gering verlies aan foerageergebied, kan dit effect als gering negatief (0/-) beschouwd worden gezien het een beperkt aantal soorten betreft (Jan-van-Gent, zeekoet & alk).

Daar staat tegenover dat een eiland voor veel soorten juist voor aantrekking zal zorgen en zo enkele ecologische functies invullen zoals broeden, rusten en foerageren. Met

het oog op het voorzorgsprincipe moet echter worden vermeden worden dat aantrekking tot het eiland gepaard gaat met een verhoogde mortaliteit door aanvaringen met windturbines. Daarom is de belangrijkste milderende maatregel een inplanting van het eiland aan de uiterste periferie van het concessiegebied, met een ruime structuurvrije zone rondom rond, wat vrij aan- en afvliegen mogelijk kan maken. In dat opzicht is de eiland locatie Noord, die zich aan de rand van de PEZ bevindt een meer geschikte keuze dan eilandlocaties West 1 en 2. Het effect van aantrekking wordt om deze redenen als matig positief (+) ingeschat voor locatie Noord, en gering positief (0/+) voor locaties West 1 en West 2.

Hierbij dient wel te worden vermeld dat ter hoogte van de functionele en kritische delen van de transmissie-infrastructuur, er een Bird Deterrent System wordt geplaatst om te verhinderen dat er zich overmatige ophoping van uitwerpselen voordoet. Hierbij zal ernaar gestreefd worden om het afweersysteem zo accuraat mogelijk af te stemmen, i.e. zodanig dat de verstoring beperkt blijft tot hetgeen noodzakelijk is tot bescherming van de infrastructuur. Er kan worden verondersteld dat grote delen van het eiland wel toegankelijk blijven als rust- en eventuele broedplaats voor vogels.

*Effecten op vleermuizen*

Rustende vleermuizen op de turbines en funderingen werden reeds vastgesteld in de Belgische windparken en op schepen (Brabant *et al.*, 2019). Ook de infrastructuur op het eiland kan vleermuizen aantrekken als rustplaats tijdens hun migratie over het kanaal of tijdens het foerageren op de Noordzee. De toename in beschikbaarheid van rustplaatsen wordt als gering positief (0/+) beschouwd.

Net als voor vogels hangt deze aantrekking echter samen met een mogelijke verhoogde aanvaringskans in de toekomstige windparken. Dit risico wordt verder besproken in het hoofdstuk 6 Cumulatieve effecten.

**Ontmantelingsfase**

Bij de volledige afbraak van het eiland worden tijdens de ontmantelingsfase gelijkaardige effecten verwacht als tijdens de constructiefase.

Wanneer het eiland niet wordt afgebroken kan een voortzetting van de effecten tijdens de operationele fase verwacht worden. Hierbij zal vooral van belang zijn of er op dat ogenblik nog steeds windturbines in directe omgeving liggen. Gezien er nog geen uitspraken kunnen gedaan worden over de toekomstige situatie van de PEZ, wordt dit effect voorlopig als ongekend (?) beschouwd.

## Platformen

**Constructiefase**

Voor de constructiefase worden de effect op vogels gelijkaardig ingeschat als voor het eiland. Enkel het effect van vertroebeling zal zich niet voordoen. In plaats van één grote constructiesite, zullen de effecten echter verspreid worden over vier kleinere locaties en minder tijd in beslag nemen.

**Operationele fase**

Ook voor de operationele fase kunnen de effecten op vogels en vleermuizen gelijkaardig worden ingeschat als voor het eiland. Gezien het hier echter om vier kleinere constructies gaat, is de kans op het ontstaan van broedkolonies miniem. Ook hier zullen Bird Deterrent Systems worden ingezet om te vermijden dat de kritische infrastructuur aangetast wordt door vogeluitwerpselen.

Net als voor het eiland is het voor de platformen cruciaal om de inplanting in combinatie met de windparken zo te voorzien dat voldoende grote aanvliegcorridors

aanwezig zijn, om het risico op aanvaring maximaal te vermijden. Afgezien van platform A3, bevinden de drie andere platformen zich aan de rand van de PEZ.

**Ontmantelingsfase**

Net als voor het eiland worden bij een volledige ontmanteling dezelfde effecten verwacht als tijdens de constructiefase, en bij het ter plaatste laten van de infrastructuur, dezelfde effecten als tijdens de operationele fase.

## Kabels

**Constructiefase**

*Verstoring*

De verstoringsgevoeligheid van zeevogels werd reeds besproken bij de effecten voor het eiland. Dichter bij de kust komen echter soorten voor die bekend staan als uiterst verstoringgevoelig, zoals duikers. Duikers zijn wintergasten die het BDNZ aandoen tussen november en maart. In het BDNZ komt de roodkeelduiker hoofdzakelijk voor in een zone tot 25 km uit de kust. De hoogste dichtheden worden rond de Oostende- en Middelkerkebank, die doorkruist wordt door het tracé naar de aanlandingszone in Oostende-Bredene, en in de omgeving van de Vlakte van de Raan vastgesteld (Degraer *et al.*, 2010). De verstoring veroorzaakt door motorschepen is groot maar de exacte verstoringafstanden en percentages zijn niet bekend.

Ook zee-eenden en in mindere mate eiders zijn erg verstoringsgevoelig. Waarnemingen van grote groepen zee-eenden beperken zich grotendeels tot de maanden februari en maart, en voornamelijk op en rond de kustbanken in de Westhoek. Het kabeltracé richting de aanlandingszone Oostende-Bredene doorkruist echter een zone met hogere dichtheden aan zee-eenden. De gevoeligheid van zee-eenden voor verstoring lijkt daarnaast vooral beïnvloed te worden door de groepsgrootte, die kan variëren van enkele tientallen tot duizenden zee-eenden.

Er wordt verwacht dat er ten gevolge van de scheepsbewegingen en installatiewerken verstoring kan optreden van verstoringsgevoelige zeevogels, voornamelijk in de kustzone. Voor de aanlanding in de zone Oostende-Bredene of De Haan kan een matig negatief (-) effect verwacht worden gezien hier belangrijke habitats van respectievelijk duikers en zee-eenden doorkruist worden. Voor de andere mogelijke aanlandingszones wordt een gering negatief (0/-) effect verwacht. 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 Middelkerkebank en voor de kust van Bredene best zo veel mogelijk vermeden.

Voor de effecten op Natura2000 soorten en vogelrichtlijngebieden SBZ-2 en SBZ-3 wordt verwezen naar de ontwerp PB (externe bijlage 1).

*Turbiditeit*

De effecten van de verhoogde turbiditeit op vogels werden besproken voor de constructiefase van het eiland. De omvang van de verhoogde turbiditeit wordt besproken bij de effectbespreking van het benthos.

Voor het baggeren van de volledige lengte van het kabeltraject wordt een uitvoeringsperiode van 700 dagen verwacht, waarbij de turbiditeitspluimen langsheen de kabelsleuven weinig cumuleren. Er wordt verwacht dat de onmiddellijke omgeving van de baggerwerken tijdelijk ongeschikt foerageergebied wordt voor zichtjagende vogels. Ter hoogte van de kabelsleuven wordt er voortschrijdend gewerkt en neemt de vertroebeling snel terug af naar de achtergrondwaarde. Op de tijdelijke stockageplaatsen wordt echter een veel grotere turbiditeitspluim gegenereerd. De tijdelijke stockageplaatsen zullen voor een langere periode gebruikt worden. Op deze plaatsen is het verlies aan foerageergrond dus groter.

Hoewel de verhoging in turbiditeit steeds tijdelijk is, wordt gezien de omvang van de werken het effect al matig negatief (-) beoordeeld voor alle tracéalternatieven. De volledige kustzone scoort immers zeer hoog op de biologische waarderingskaart. Als milderende maatregel kunnen voor de baggerwerken in de kustzone de periodes met de hoogste densiteiten aan zichtjagende soorten in het gebied vermeden worden.

**Operationele fase**

Tijdens de operationele fase (herstellings- of controlewerkzaamheden) worden geen rechtstreekse effecten verwacht op de vogels die op het BDNZ aanwezig zijn (0). In hoeverre de aanwezigheid van elektromagnetische velden een indirect effect heeft op avifauna (via de voedselketen, bijvoorbeeld ten gevolge van het afsterven van benthos) is momenteel niet gekend en wordt als een leemte in de kennis aangezien.

**Ontmantelingsfase**

Indien de kabels blijven liggen zullen er net zoals in de operationele fase geen effecten op avifauna optreden (0).

Indien er gekozen wordt voor een ontmanteling waarbij de kabels opnieuw opgegraven worden, kan er verwacht worden dat de effecten tijdens de ontmantelingsfase van kleinere omvang zullen zijn als deze tijdens de constructiefase. Gezien er tijdens de ontmanteling geen bagger- of backfillactiviteiten van toepassing zijn, zal de sedimentatie en turbiditeit immers veel lager liggen. De effecten worden als gering negatief beoordeeld (0/-).

#### 0.3.5.3.3 Milderende maatregelen en monitoring

- De belangrijkste milderende maatregel betreft de inplanting van het eiland (of platformen) aan de uiterste periferie van de PEZ, met een ruime structuurvrije zone rondom rond, wat vrij aan- en afvliegen mogelijk kan maken (Vanermen *et al.*, 2022).
- Om het aantal aanvaringsslachtoffers te minimaliseren dient aangepaste verlichting te worden voorzien, in zoverre dit niet in strijd is met andere regelgeving ten behoeve van luchtvaart- en scheepvaartveiligheid.
- Het voorziene Bird Deterrent System dat geplaatst wordt ter bescherming van de kritische infrastructuur, dient zo afgesteld te worden dat enkel lokaal vogels worden weggejaagd, zonder het volledige eiland ongeschikt te maken als rust- en broedplaats.
- Bij ontmanteling: In geval van broedende vogels zal het broedgebied (alsook de directe omgeving) in de periode april-augustus gespaard moeten blijven van verstoring of afbraak.
- Waar technisch mogelijk dienen technieken te worden gebruikt die zo weinig mogelijk turbiditeit veroorzaken.
- Bij de aanleg van de kabels in het nearshore gedeelte, waar ook de meeste vogels voorkomen, dienen de periodes met de hoogste aantallen van verstoringsgevoelige en/of zichtjagende soorten maximaal vermeden te worden.

De nulsituatie van de verspreiding van vogels ter hoogte van het projectgebied (in het bijzonder de PEZ) dient te worden vastgesteld. In welke mate de constructie en exploitatie van een eiland een effect zal hebben op de aantallen en de verspreiding van lokale zeevogels kan onderzocht worden door het uitvoeren van regelmatige scheepstellingen. Door het herhalen van die tellingen wordt het mogelijk om verspreidingskaarten van de verschillende soorten op te maken.

### 0.3.5.4 Zeezoogdieren

#### 0.3.5.4.1 Referentiesituatie

Zeezoogdieren werden tot en met 2003 slechts sporadisch waargenomen tijdens zeevogeltellingen in de Belgische mariene wateren. Hierbij ging het hoofdzakelijk om zeehonden (zowel gewone zeehond als grijze zeehond) en bruinvissen. Sinds het voorjaar van 2003 worden in toenemende mate zeezoogdieren gemeld, waarbij vooral het grote aantal bruinvissen en witsnuitdolfijnen in het oog springen. Dit kadert in een algemene trend die ook in de andere landen rond de zuidelijke Noordzee werd vastgesteld. De oorzaak voor dit verschijnsel dient mogelijk gezocht te worden in de sterk afgenomen voedselbeschikbaarheid in het noordelijkere verspreidingsgebied van deze soorten, hoewel andere oorzaken niet kunnen worden uitgesloten (Depestele *et al.*, 2008; Haelters and Camphuysen, 2009; Haelters *et al.*, 2018).

Sinds 2008 worden gestandaardiseerde luchtsurveys uitgevoerd voor het bepalen van aantallen en verspreiding van zeezoogdieren. De resultaten tonen aan dat bruinvissen vooral in het voorjaar (januari – april) algemeen voorkomen in onze wateren, met de hoogste dichtheden in het noordelijke en westelijke deel (Haelters *et al.*, 2019).

In de gehele Noordzee bevinden zich ongeveer een kwart miljoen bruinvissen. Gedurende het grootste deel van het jaar komt minder dan 1% van de Noordzeepopulatie voor in Belgische wateren, maar seizoenaal (februari – april) loopt dit aantal op tot ca. 2% van de populatie in de Noordzee (Degraer *et al.*, 2009). In het kader van de instandhoudingsdoelstellingen wordt het relatief belang van de Belgische wateren voor de bruinvis binnen Europa seizoenaal hoog ingeschat, voornamelijk omwille van het groot aantal dieren dat van dit gebied gebruik maakt tijdens de migratieperiode (Degraer *et al.*, 2009, 2010).

Net als andere tandwalvissen gebruiken bruinvissen echolocatie om te navigeren, te communiceren met soortgenoten en hun prooi nauwkeurig te lokaliseren (Rumes and Degraer, 2022a). Bruinvissen zenden meestal 'narrow-band high-frequency (NBHF) click trains' uit die worden gebruikt om te navigeren en hun weg te vinden in de oceaan (Sørensen *et al.*, 2018).

Het voorkomen van zeehonden aan onze kust zit nog steeds in de lift. De laatste jaren worden er regelmatig groepjes van 5 tot 20 individuen van gewone zeehonden waargenomen aan de Belgische kust (Haelters *et al.*, 2021). Ze waren dagelijks aanwezig in havens, voornamelijk die van Nieuwpoort en Oostende.

Gewone zeehonden hebben een goed ontwikkeld gehoor, vooral onder water. Grijze zeehonden gebruiken akoestische signalen voor communicatiedoeleinden, zowel in de lucht als onder water. In de lucht produceren zij zelden communicatiesignalen, maar onder water vertonen zij een complex vocaal repertoire. Zeehonden zijn misschien niet vitaal afhankelijk van hun auditieve systeem om als volwassen dieren te overleven, maar de productie en ontvangst van geluid zijn van cruciaal belang voor de band tussen moeder en jong en voor paringsgedrag (Rumes and Degraer, 2022a).

#### 0.3.5.4.2 Effecten

### Voorbereidende studies

Tijdens het geofysisch onderzoek kan geluid gegenereerd worden door gebruik van sub-bottom profilers en sparkers. De ruimtelijke omvang van de geluidsverstoring is evenwel zeer beperkt. Er zal geen gebruik gemaakt worden van akoestische luchtdrukbronnen (airguns), noch van explosies.

Gezien de beperkte omvang in ruimte en tijd (grootteorde enkele weken tot maanden) van het geofysisch onderzoek en gezien de inzet van milderende maatregelen ter bescherming van individuen die zich in de nabijheid van het onderzoekschip bevinden, wordt het effect op zeezoogdieren als gering negatief (0/-) ingeschat.

### Eiland

**Constructiefase**

Algemene verstoring

De belangrijkste effecten op zeezoogdieren door de verhoogde turbiditeit zijn de 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 and Degraer, 2022b). Er kan worden aangenomen dat de directe omgeving van de bagger- en stortwerken minder geschikt tot ongeschikt worden voor foeragerende zeezoogdieren. Eventuele vermijdingsreacties als gevolg van verhoogde turbiditeit zullen waarschijnlijk samenvallen met en kleiner zijn dan vermijdingsreacties als gevolg van verhoogde onderwatergeluidsniveaus (Rumes and Degraer, 2022a). Uit de pluimmodellering (IMDC, 2022a) blijkt dat de turbiditeit beperkt blijft in tijd en ruimte (externe bijlage 2).

Bruinvissen zijn van nature aangepast aan een slechte zichtbaarheid, waardoor significante effecten van tijdelijk verhoogde troebelheid onwaarschijnlijk zijn (Todd *et al.*, 2015). Voor bruinvissen wordt de visuele belemmering door sedimentpluimen niet beoordeeld als een significant effect op individueel of populatieniveau (Rumes and Degraer, 2022b).

Naast een verhoging van de turbiditeit kunnen de installatie- en voorbereidingswerkzaamheden verstoring van zeezoogdieren veroorzaken door onderwaterbewegingen, de aanwezigheid van schepen en machines, een gewijzigde voedselbeschikbaarheid, geluid, etc.

De activiteiten die gepaard gaan met de baggerwerken, de bouw van het eiland en de transmissie-structuur zullen geen impulsieve geluiden van een hoog geluidsniveau produceren. De geluiden zullen echter vaak vergelijkbaar zijn met reeds bestaande onderwatergeluiden van antropogene oorsprong (zoals scheepsverkeer, baggerwerkzaamheden, zandwinningen, etc.). Het aantal transportbewegingen tijdens de constructie van het eiland wordt geschat als 3.600 tot 3.800 (zie hoofdstuk 5.4). Ten opzichte van het totale aantal scheepsbewegingen op het BDNZ (ca. 150.000/jaar) zal de constructie van het project leiden tot een matige verhoging van het scheepvaartverkeer en dit met naar schatting 600 scheepsbewegingen per jaar (gemiddeld aantal scheepsbewegingen gespreid over zes jaar).

De meest voorkomende en dominante bijdragers van antropogeen geluid in water zijn schepen die voortdurend ruis uitstralen op hoge niveaus. Onderzoek heeft aangetoond dat bruinvissen schepen met een aanzienlijk bereik wel systematisch vermijden, wat suggereert dat ze in feite kunnen reageren op lage niveaus van scheepsgeluid tot op een afstand van minstens 1 km van de bron (Dyndo *et al.*, 2015; Oakley *et al.*, 2017; Roberts *et al.*, 2019). Gewenningseffecten lijken niet op te treden. Wisniewska et al. (2018) constateerden ernstige verstoring van het foerageergedrag van bruinvissen

door frequente blootstelling aan scheepslawaai (17-89% van de tijd) in geïndustrialiseerde kustgebieden. Ook voor grijze en gewone zeehonden is er algemene bezorgdheid over de effecten van toenemende blootstelling aan onderwatergeluid door scheepsverkeer (Jones *et al.*, 2017). Gedragsverandering op scheepsgeluid kunnen van korte duur zijn, maar betekenen wel een energetische kost in de vorm van beweging, verloren kansen tijdens foerageren, aanpassingen in sociaal gedrag, evenals potentiële scheiding tussen moeder en kalf. Herhaaldelijke blootstelling aan scheepsgeluid kan bijgevolg fitnessgevolgen hebben voor bruinvissen en zeehonden nabij drukke scheepvaartroutes.

Voedselbronnen van zeezoogdieren worden mogelijk direct (beschikbaarheid voedsel) of indirect (verandering voedselketen) verstoord tijdens de baggerwerken. Gedwongen verplaatsingen van bruinvissen naar gebieden die qua voedselvoorziening minder geschikt zijn, kunnen echter schadelijk zijn, gezien ze niet lang zonder voedsel kunnen (Ransijn *et al.*, 2019). Bruinvissen eten vaak dagelijks 10% van hun gemiddelde gewicht en zijn dus kwetsbaarder voor veranderingen in hun beschikbaarheid om geschikte prooien te vangen.

Er wordt verondersteld dat zeezoogdieren de wijde omgeving rond de eilandlocatie voor een lange tijd (voornamelijk periode 2024-2026 voor de aanleg van het eiland) zullen mijden en na het beëindigen van de constructiefase terug zullen keren. Aangezien dat de eilandlocaties zich situeren in een zone waar er seizoenaal hoge densiteiten aan bruinvissen voorkomen, leidt dit tot tijdelijk habitatverlies. Volgens de KRMS – Descriptor 11 mogen voor continu laagfrequent onderwatergeluid de ruimtelijke verspreiding, de temporele omvang en het niveau van antropogeen continu laagfrequent geluid niet hoger zijn dan de niveaus waarbij de populaties van mariene organismen schade ondervinden. Gezien de lange periode van habitatverlies ten gevolge van verstoring, wordt het effect als matig negatief (-) beschouwd. Bruinvissen worden vooral waargenomen in de periode van 1 januari tot 30 april. De werkzaamheden worden dus bij voorkeur buiten deze periode uitgevoerd.

Geluidsverstoring en trillingen door heien

Het effect van heigeluid op zeezoogdieren wordt uitgebreid besproken voor de installatie van de funderingen van de platformen.

Hoewel het heien van de damplanken of paalfunderingen minder tijd in beslag neemt en een lager geluidsniveau produceert dan het heien van funderingen voor de platformen, zal de geluidsverstoring nog steeds zorgen voor een matig negatieve impact (-) op zeezoogdieren in de omgeving van het project. Om te voldoen aan de eisen van de KRMS D11, dient de vooropgestelde drempel voor onderwatergeluid (185 dB (re 1µ Pa) op 750 m) te worden gerespecteerd.

**Operationele fase**

*Voedselbeschikbaarheid*

Tijdens de operationele fase kan er eventueel een toename optreden van zeezoogdieren rond het eiland, door het wegvallen van visserij en scheepvaart in het gebied, door het beschikbaar zijn van meer voedsel, en door het beschikbaar komen van andere voedselbronnen. Door het plaatsen van de caissons en erosiebescherming wordt immers een nieuw, kunstmatig, hard substraat gecreëerd. Dit kan dan gekoloniseerd worden door epifauna en -flora, waardoor de voedselbeschikbaarheid voor prooivissen toeneemt. Op zijn beurt kan dit leiden tot een toename van de voedselbeschikbaarheid voor zeezoogdieren.

Zo werd in het Nederlandse offshore windpark OWEZ via passieve akoestische monitoring een verhoogde aanwezigheid van bruinvissen vastgesteld binnen het park in vergelijking met daarbuiten (Scheidat *et al.*, 2011). De achtergrond voor die

verhoogde aanwezigheid was niet duidelijk; de auteurs bespreken twee verschillende oorzaken: een hogere voedselbeschikbaarheid binnen het park ('reef-effect' en afwezigheid van visserij) en/of het vermijden van verstoring buiten het park.

In verschillende windparken in de Noordzee werd ook een verhoogde aanwezigheid van zeehonden vastgesteld, waarbij door middel van gezenderde individuen werd waargenomen dat ze van turbine naar turbine navigeerden om te foerageren (Russell *et al.*, 2014).

De toename in voedselbeschikbaarheid voor zeezoogdieren wordt als gering positief (0/+) ingeschat voor alle eilandlocaties gezien de relatief beperkte oppervlakte van de erosiebescherming.

*Verstoring door operationele - en onderhoudswerken*

Het aantal scheepvaartbewegingen naar het eiland tijdens de operationele fase wordt ingeschat als ca. 55 per jaar. Het effect van verstoring wordt bijgevolg als vrijwel onbestaand (0) beoordeeld.

**Ontmantelingsfase**

Bij het niet verwijderen van het eiland, worden dezelfde effecten verwacht als tijdens de operationele fase (0).

Indien het eiland volledig wordt verwijderd, zullen de effecten tijdens de ontmantelingsfase gelijkaardig zijn aan diegene tijdens de constructiefase, met uitzondering van heiactiviteiten. Er zal opnieuw een verstoring van de zeezoogdieren optreden door een verhoogde turbiditeit en een verhoging van het scheepvaartverkeer in het gebied. De ontmanteling wordt eveneens als matig negatief (-) ingeschat voor zeezoogdieren.

## Platformen

**Constructiefase**

*Algemene verstoring*

Het is onvermijdelijk dat er tijdens de constructiefase een verstoring van zeezoogdieren zal optreden. Dit als gevolg van toenemende onderwaterbewegingen, de aanwezigheid van schepen en machines, geluid en andere activiteiten op de zeebodem. Bij de aanleg van de platformen zijn er naar verwachting geen baggerwerken vereist, afgezien van mogelijke plaatselijke nivelleringen. De effecten van heigeluid worden besproken in de volgende paragraaf.

Het aantal transportbewegingen tijdens de aanleg van de platformen wordt ingeschat als 2.800 over een periode van 6 jaar voor beide scenario's (jacket of monopile substructuur). Dit is een matige verhoging van het gemiddeld aantal scheepsbewegingen tussen de havens en de platformlocaties. De meeste scheepsbewegingen zijn nodig tijdens de installatie van de transmissie-infrastructuur (inclusief transport van materiaal en personen).

De werkzaamheden kunnen enerzijds zeezoogdieren zelf verstoren en anderzijds hun voedselbronnen beïnvloeden, waardoor de gebieden minder aantrekkelijk kunnen worden. Zeezoogdieren kunnen door de lage voedselbeschikbaarheid het gebied verlaten, waardoor ze gedwongen worden om verplaatsingen te doen naar gebieden die qua voedselvoorziening minder geschikt zijn. Aangezien bruinvissen niet lang zonder voedsel kunnen, kan dit schadelijk zijn (Ransijn *et al.*, 2019).

Volgens de KRMS – Descriptor 11 mogen voor continu laagfrequent onderwatergeluid de ruimtelijke verspreiding, de temporele omvang en het niveau van antropogeen continu laagfrequent geluid niet hoger zijn dan de niveaus waarbij de populaties van mariene organismen schade ondervinden. Er wordt verondersteld dat zeezoogdieren

de site waar de constructieactiviteiten plaatsvinden en de onmiddellijke omgeving ervan zullen verlaten, de site tijdelijk zullen mijden en na het beëindigen van de constructiefase terug zullen keren. Gezien het tijdelijke karakter van de verstoring in vergelijking met de constructie van een eiland, wordt het effect als gering negatief beoordeeld (0/-).

*Geluidsverstoring en trillingen door heien*

De effecten van geluid en trillingen op zeezoogdieren variëren van gedragsverandering op grote afstand tot de bron, tot maskering van het eigen geluid, tijdelijke gehoorshift, permanente gehoorshift, fysische schade en zelfs de dood dicht bij de bron (Verboom and Kastelein, 2005). Een ander aspect van de impact van het geluid op organismen is de duur van het geluid: blootstelling van een kortere duur veroorzaakt minder schade dan een langere blootstelling aan hetzelfde geluidsniveau (Tasker *et al.*, 2010).

Het geluid van heien is hoorbaar voor zeehonden en kleine walvisachtigen tot op tientallen kilometers afstand (Tougaard *et al.*, 2009; Kastelein *et al.*, 2017; Rumes and Degraer, 2022a). Verstoring kan worden gedetecteerd wanneer dieren hun gedrag gaan veranderen als gevolg van de activiteit. Bij bruinvissen is dit al waargenomen tot op enkele tientallen kilometers van de bron. Bruinvissen verlaten bij verstoring gebieden met een verhoogde geluidsdruk, waardoor ze tijdelijk niet kunnen foerageren en voor langere tijd een foerageergebied verliezen (tot 1.250 km²) (Rumes and Degraer, 2022a). De relatief kleine lichaamsgrootte van de bruinvis komt tot uiting in een kleine energieopslagcapaciteit die, in combinatie met een hoge stofwisselingssnelheid, ertoe heeft geleid dat ze vatbaarder zijn voor verhongering dan andere zeezoogdiersoorten (bijv. zeehonden en tuimelaars) (Ransijn *et al.*, 2019; Rumes and Degraer, 2022a).

Rumes *et al.* (2019) onderzochten over een periode van veertien jaar of langdurige periodes van impulsgeluid met hoge intensiteit van invloed waren op het temporele patroon van bruinvisstrandingen op Belgische stranden. Er werd aangetoond dat deze constructieperiodes vaak samenvallen met aanzienlijk verhoogde bruinvisstrandingen, wat wijst op een verhoogde sterfte. Er werd echter geen verhoogde mortaliteit vastgesteld wanneer de analyse werd beperkt tot de jaren waarin tijdens het heien geluiddempingssystemen in werking waren (Rumes and Zupan, 2021).

Op basis van deze literatuurgegevens kan worden verondersteld dat het heien van monopiles een matig negatief effect (-) zal hebben op zeezoogdieren in de nabijheid van de heilocaties. Het heien van jacket funderingen wordt eveneens als matig negatief (-) beoordeeld door het hoger aantal palen ten opzichte van monopiles, ondanks dat het geluidsdrukniveau onder water lager zal zijn (dunnere palen). Bij het gebruik van de suction bucket techniek worden geen impulsgeluiden gebruikt (0). Om de impact van de effecten te verkleinen, dienen enkele milderende maatregelen te worden genomen.

**Operationele fase**

*Voedselbeschikbaarheid*

De toename in voedselbeschikbaarheid voor zeezoogdieren wordt gelijkaardig ingeschat als voor het eiland als gering positief (0/+) voor zowel de monopiles als de jacket funderingen.

*Verstoring door operationele - en onderhoudswerken*

Het aantal scheepvaartbewegingen naar de platformen tijdens de operationele fase is net als voor het eiland erg beperkt, ca. 55 per jaar. Het effect van verstoring door operationele of onderhoudswerken wordt als vrijwel onbestaand (0) beoordeeld.

**Ontmantelingsfase**

Indien de platformen in situ gelaten worden, worden dezelfde effecten verwacht als tijdens de operationele fase (0).

Indien de platformen worden verwijderd, zullen de effecten tijdens de ontmantelingsfase kleiner zijn dan diegene tijdens de constructiefase gezien er dan geen heiactiviteiten nodig zijn. Er zal een geringe, tijdelijke en lokale verstoring van de zeezoogdieren optreden door algemene verstoring en een verhoging van het scheepvaartverkeer in het gebied. De ontmanteling wordt als gering negatief (0/-) ingeschat voor zeezoogdieren.

## Kabels

**Constructiefase**

*Algemene verstoring*

Het effect op zeezoogdieren door de verhoogde turbiditeit en geluidsniveaus die optreedt tijdens het baggeren wordt besproken voor het eiland. De baggerwerken nodig voor de aanleg van de kabels zijn echter groter in volume, tijd en ruimte (grootteorde meerdere jaren (niet-continu) vs drie maanden).

Tijdens de baggerwerken nabij de kust in de kans op verstoring van zeehonden groter dan voor het eiland. Bruinvissen en andere dolfijnen foerageren met behulp van echolocatie en zijn gevoeliger voor veranderingen in onderwatergeluid dan voor troebelheid. Voor zeehonden is zicht echter de belangrijkste informatiebron voor foeragerende zeehonden (Levenson and Schusterman, 1999). Uit onderzoek blijkt dat bij zeehonden zelfs een kleine toename van de troebelheid leidt tot een dramatisch verlies van gezichtsscherpte (Weiffen *et al.*, 2006). Voor dieren die van nature in tamelijk troebel water leven, zoals de kustnabije zone van het BDNZ, vertaalt dit zich echter niet noodzakelijk in een verminderde foerageerefficiëntie, aangezien ook andere zintuigen worden gebruikt (Dehnhardt *et al.*, 2001). Daarnaast kan het geluid van de baggeractiviteiten zelf leiden tot gedragsveranderingen en het maskeren van laagfrequente communicatie van zeehonden (Todd *et al.*, 2015).

Hoewel het aantal bijkomende transporten (ca. 5.100 tot 5.600 afhankelijk van het tracé over een periode van zes jaar) in vergelijking met het huidige aantal scheepsbewegingen in het BDNZ relatief hoog is en de installatiewerkzaamheden een lange tijd in beslag nemen, worden er geen langdurige negatieve effecten op de populaties bruinvissen en zeehonden verwacht ten gevolge van de installatie van de kabels. Zeezoogdieren zullen dankzij hun grote mobiliteit de zone waar de constructieactiviteiten plaatsvinden en de onmiddellijke omgeving ervan vermoedelijk tijdelijk mijden. Verhoogde turbiditeit kan over een relatief grote oppervlakte voorkomen (>50 mg/l op honderden meters tot enkele kilometers) ter hoogte van de tijdelijke stockageplaatsen, maar blijft beperkt in tijd. Er kan worden verondersteld dat zeezoogdieren in het BDNZ voldoende zijn aangepast aan periodes met verhoogde sedimentconcentraties. Gezien het voortschrijdende en plaatselijke karakter van de kabelinstallatie-activiteiten, wordt er geen invloed op de migratiebewegingen van zeezoogdieren verwacht. Verstoring ten gevolge van de constructiewerkzaamheden wordt bijgevolg als matig negatief beoordeeld (-) voor alle alternatieven.

**Operationele fase**

*Elektromagnetische velden*

Tijdens de operationele fase zullen de kabels een artificieel EMV genereren, dat zou kunnen interfereren met de oriëntatiemechanismen van de zeezoogdieren. De kennis over de impact van EMV op zeezoogdieren is beperkt. De weinige studies die voor handen zijn, suggereren dat dolfijn- en walvissoorten geen effecten ondervinden van

magnetische velden (Gill *et al.*, 2014). Ook de migratie van bruinvissen in de Baltische Zee werd niet gehinderd door de aanwezigheid van operationele HVDC kabels (Gill *et al.*, 2014).

De sterkte van de gegenereerde EMV neemt snel af met toenemende afstand tot de kabels. Gezien de kabels bovendien op een diepte van minstens 1 m worden ingegraven en gezien zeezoogdieren niet de gewoonte hebben om dicht bij het bodemoppervlak te zwemmen, is de kans gering dat zeezoogdieren blootgesteld zullen worden aan de EMV gegenereerd door de kabels (0).

*Verstoring door inspecties, onderhoudswerken of herstellingen*

Op regelmatige basis (ca. 15 dagen per jaar) zal er langsheen het kabeltracé een geofysisch onderzoek gebeuren om de diepte en bedekking van de kabels te controleren. Het effect van verstoring wordt als vrijwel onbestaand (0) beoordeeld.

**Ontmantelingsfase**

Indien de kabels in situ gelaten worden, treedt er geen effect op (0).

Indien de kabels na buiten gebruik stelling opnieuw opgegraven worden, zullen de effecten tijdens de ontmantelingsfase kleiner zijn dan diegene tijdens de constructiefase door de beperktere verstoring en omvang van de werken: er zal een geringe, tijdelijke en lokale verstoring van de zeezoogdieren optreden. De ontmanteling wordt als gering negatief (0/-) ingeschat voor zeezoogdieren.

### 0.3.5.4.3 Milderende maatregelen en monitoring

- Mogelijke maatregelen om het geluidsniveau te reduceren bij heiwerkzaamheden:
  - Gebruik van een geluidsabsorberende mantel
  - Gebruik van een alternatieve heihamer
  - Aanhouden van een langer contact tussen hamer en paal
  - Toepassen alternatieve techniek die minder onderwatergeluid veroorzaakt

- Mogelijke maatregelen om de verspreiding van het onderwatergeluid te reduceren bij heiwerkzaamheden:
  - Bellengordijn: single bubble curtain, double bubble curtain, Grout Annulus Bubble Curtain (GABC)…

- Maatregelen om fysiologische schade en verstoring van fauna te voorkomen/reduceren bij heiwerkzaamheden:
  - Akoestische afschrikmiddelen (ADD)
  - Marine fauna observer
  - Vermijden periodes met hoge densiteiten aan bruinvissen (januari tot april).
  - Soft start procedures

- Mogelijke maatregelen om de impact van scheepvaartgeluid te reduceren:
  - De vaarsnelheid reduceren.

- Waar technisch mogelijk dienen technieken te worden gebruikt die zo weinig mogelijk turbiditeit veroorzaken.

De nulsituatie van de verspreiding van zeezoogdieren ter hoogte van het projectgebied dient te worden vastgesteld. Gezien gelijkaardige effecten mogelijk zijn, dient de monitoring te worden afgestemd op de monitoring van de constructie en exploitatie

van offshore windparken. Door de hoge mobiliteit van zeezoogdieren, en een impact die mogelijk ver reikt (bv. tijdens heien), dekt de monitoring noodzakelijkerwijs een groter gebied dan het projectgebied.

#### 0.3.5.5 Harde substraten

##### 0.3.5.5.1 Referentiesituatie

Door de aanwezigheid van de windparken, strandhoofden en wrakken zijn er al een grote hoeveelheid harde substraten aanwezig in het BDNZ. De onder water liggende delen van deze constructies fungeren als kunstmatige riffen, waardoor nieuwe habitats ontstaan en de visbestanden waarschijnlijk worden beïnvloed (Degraer *et al.*, 2020). Hoewel de voetafdrukken van deze constructies kunnen leiden tot het verlies van habitat, meestal zachte sedimenten, zal anderzijds de ecologische respons leiden tot een grote diversiteit en biomassa in de flora en fauna die geleidelijk de complexe habitat van hard substraat koloniseren. Het kan daarbij gaan om niet-inheemse soorten die hun ruimtelijke verspreiding uitbreiden en/of hun populaties versterken, plaatselijk zeldzame soorten (bijv. aan hard substraat gekoppelde vissen) en habitatvormende soorten die de complexiteit van de habitat verder doen toenemen. De samenstelling van de geassocieerde fauna hangt af van verschillende factoren, zoals de afstand tot de kust, het substraattype, de diepte en de fase van het kolonisatieproces.

Functioneel gezien begint de respons met dominante zwevende voedseleters die organisch materiaal uit de waterkolom filteren. Hun fecale deposito's veranderen de omringende zeebodemgemeenschappen door plaatselijk de beschikbaarheid van voedsel te verhogen, en hogere trofische niveaus (vissen, vogels, zeezoogdieren) profiteren ook van plaatselijk verhoogde beschikbaarheid van voedsel en/of beschutting. De structurele en functionele effecten strekken zich uit in ruimte en tijd, en beïnvloeden soorten verschillend gedurende hun levenscycli. De effecten moeten op deze grotere ruimtelijk-temporele schalen worden beoordeeld (Degraer *et al.*, 2020).

Naast de artificiële harde substraten komen in het BDNZ ook geogene en biogene riffen voor. Geogene riffen herbergen een typische fauna die bovenop de grindbedden leeft met bv. sponzen, zachte koralen, mosdiertjes en zeeanemonen (Houziaux *et al.*, 2008). Biogene riffen worden voornamelijk gevormd door de zandkokerworm (*Lanice conchilega*) (Rabaut *et al.*, 2008).

De aantrekking van nieuwe soorten heeft echter ook een keerzijde. Vaak worden niet inheemse soorten voor het eerst in de Noordzee opgemerkt op drijvende of vaste structuren in zee, vóór ze de harde substraten aan de kust koloniseren. Uit een analyse van het VLIZ blijkt dat zich in de Belgische kustwateren anno 2020 niet minder dan 79 niet-inheemse dieren of planten hebben gevestigd (Verleye *et al.*, 2020a). Voor een minderheid is het invasief karakter echter van een dergelijke aard dat ze een probleem stellen voor de lokale biodiversiteit, de economie of de volksgezondheid, of de ecosysteemdiensten in het gedrang brengen. Sinds 1990 is het tempo waaraan nieuwe soorten zich vestigen verdrievoudigd t.o.v. de periode 1970-1990, vooral door de gestage groei in wereldscheepvaart (ballastwater, aangroei) en aquacultuur, in combinatie met klimatologische veranderingen.

### 0.3.5.5.2 Effecten

#### Eiland

**Constructiefase**

*Nieuw habitat*

Verschillende lagen met grind en steengraderingen tussen de 15 kg en 6 ton worden voorzien ter bescherming van de teen van de caissons en van de zeebodem in de directe nabijheid van het eiland. De procentuele toename van het oppervlak hard substraat is vele malen groter dan de procentuele afname van het oppervlak zandig substraat. Het storten van de steenblokken zorgt voor een drie-dimensioneel karakter van de erosiebescherming. Niet enkel de bovenzijde van de blokken maar ook de onderzijde of ontstane nissen kunnen gekoloniseerd worden. Daarnaast zullen ook de verticale wanden van de caissons beschikbaar zijn voor kolonisatie.

De oppervlakte hard substraat voorzien voor elk locatiealternatief wordt ingeschat als ca. 12 ha voor West 1, 19,6 ha voor West 2 en 16,3 ha voor Noord.

**Operationele fase**

*Verandering gemeenschapsstructuur*

Het ontstane artificiële biotoop zal gekoloniseerd worden door epifauna waardoor er een verandering in gemeenschapsstructuur zal plaatsvinden. Algemeen kan gesteld worden dat hoe complexer de onderwaterstructuren, hoe meer organismen er zich rond die structuren bevinden. Waarschijnlijk werd om deze reden op de erosiebescherming rond de funderingen van C-Power en Belwind een hogere biodiversiteit en biomassa vastgesteld dan op de funderingen (De Mesel *et al.*, 2013). Sommige soorten bleken ook een voorkeur te hebben voor de erosiebescherming, terwijl andere de funderingen verkiezen. Binnen de harde substraten bestaan er bijgevolg verschillende habitats.

Een hoge biodiversiteit en biomassa wordt algemeen gezien als een positief aspect voor een bepaald biotoop. Het zorgt voor een hogere voedselbeschikbaarheid en bijgevolg aantrekking voor vissen en vogelsoorten. Studies in de Belgische windparken suggereren dat windparken de eigenschappen van het lokale voedselweb beïnvloeden vanaf hun basis, door de toename in filterfeeders die lokaal zorgen voor een lichte vermindering van de primaire producenten, tot hogere trofische niveaus, waarbij verschillende vissoorten deze structuren gedurende langere tijd als foerageergebied exploiteren (Mavraki *et al.*, 2020).

De introductie van artificiële harde substraten in de nabijheid van natuurlijke harde substraten kan een versterkend effect hebben op de ontwikkeling van de fauna geassocieerd met grindbedden en het herstel van de aanwezige habitats. In de Natura2000 beheerplannen 2022-2027 en het maatregelenprogramma voor de KRMS wordt het gebruik erosiebescherming/breuksteenstortingen dan ook aangehaald als opties voor NID (nature inclusive design) ter ondersteuning en versterking van de biodiversiteit binnen Vlaamse Banken, net als het herstel van de grindbedden door het aanleggen van een artificieel grindbed (Belgische Staat, 2022b, 2022a). Hierbij dient te worden opgemerkt dat hoewel erosiebescherming fysiek meer lijkt op natuurlijke rotsachtige rifhabitats, de fauna duidelijk verschillend blijft van die welke wordt aangetroffen onder natuurlijke harde substraten (Coolen *et al.*, 2020).

Gezien er wordt verwacht dat de introductie van harde substraten zal bijdragen aan een stijging van de biodiversiteit en een ondersteuning van de bestaande grindbedden, wordt er een licht positief effect verwacht op KRMS D11 (biodiversiteit) en D4 (ecosysteem en voedselketen). Daarnaast heeft het verbod op scheepvaart, waaronder

de bodemberoerende visserij, in een straal van 500 m rond het eiland eveneens een positief neveneffect op de bescherming van het bodemoppervlak.

Er kan besloten worden dat de aanwezigheid van het eiland naar verwachting een gering positief (0/+) effect zal hebben op de fauna van harde substraten en een beperkte bijdrage zal leveren voor de uitvoering van het KRMS maatregelenprogramma.

*Aantrekking visgemeenschappen*

De complexe structuren en de verhoging in benthische biomassa zullen ook vissen aantrekken die er niet alleen voedsel, maar ook beschutting en bescherming zoeken (De Mesel *et al.*, 2013; Kerckhof *et al.*, 2018; Mavraki *et al.*, 2020; Degraer *et al.*, 2020). In de monitoringsresultaten van de Belgische windparken werd ook gewezen op de sleutelrol van erosiebeschermingslagen, aangezien hier een hoge voedselwebcomplexiteit en een breed scala aan hulpbronnen en vissoorten werd vastgesteld (Mavraki *et al.*, 2020).

Gepubliceerde gegevens over de visfauna van natuurlijke harde substraten, zoals grindbedden zijn zeldzaam voor het BDNZ (Kerckhof *et al.*, 2018). Studies over de natuurlijke harde substraten elders laten echter een soortgelijke soortenpool zien die kan profiteren van inspanningen om de natuurlijke harde substraten te herstellen (Støttrup *et al.*, 2014). Bovendien worden de meeste van de obligate vissoorten van harde substraten die zijn waargenomen, vaak geregistreerd in de oesterbanken en grindbedden in het nabijgelegen Oosterschelde-estuarium waar veel andere vissoorten worden waargenomen door duikers (Kerckhof *et al.*, 2018).

Ook voor visfauna geassocieerd met harde substraten kan dus besloten worden dat de aanwezigheid van het eiland met erosiebescherming naar verwachting een gering positief (0/+) effect zal hebben, en eveneens een beperkte bijdrage zal leveren voor de uitvoering van het KRMS maatregelenprogramma (D1 en D4, zie vorige sectie).

*Toename niet-inheemse soorten*

De grootte van de impact is op het huidig ogenblik moeilijk in te schatten voor het BDNZ. Hoe meer hard substraat er wordt geïntroduceerd in de Noordzee, hoe meer opportuniteit niet-inheemse soorten krijgen om zich te verspreiden. Niet elke soort heeft dezelfde invasieve capaciteiten. Descriptor D2 van de KRMS stelt dat de introductie van nieuwe door de mens geïnduceerde niet-inheemse soorten die een ecosysteem veranderen dient te worden vermeden. Het effect van niet-inheemse soorten wordt daarom beschouwd als gering negatief (0/-), gezien het probleem zich voornamelijk stelt voor de spatzone en de intertidale zone van de caissons, en minder in de subtidale zone. Doordat er in deze zone van nature slechts weinig inheemse soorten voorkomen, heeft de introductie van niet-inheemse soorten hier slechts een beperkt effect.

**Ontmantelingsfase**

De volledige ontmanteling van het eiland zal zorgen voor een afname in de biodiversiteit, grindbedhabitat en andere mogelijke functies die het artificieel rif tijdens de exploitatie heeft uitgevoerd (bvb. kraamkamer, stepping-stone, aantrekking voor bepaalde organismen). Ondanks het herstel van de 'natuurlijke' toestand, kan de verwijdering gezien worden als een verlies van habitat voor fauna geassocieerd met harde substraten. Hoe groot de ecologische waarde van het ontstane rif zal zijn, is momenteel een leemte in de kennis. Voorlopig wordt het effect van het verlies aan het ontstane habitat als gering negatief (0/-) beschouwd.

Bij het niet verwijderen van het eiland wordt verwacht dat de effecten uit de operationele fase zich verder zetten.

## Platformen

**Constructiefase**

*Nieuw habitat*

Ook bij de installatie van de vier platformen wordt een toename in harde substraten verwacht. Er wordt vanuit gegaan dat een erosiebescherming wordt voorzien voor alle type funderingen. Op basis van de inschattingen van de funderingen voor de windparken, wordt de oppervlakte aan nieuw hard substraat (fundering + erosiebescherming) ingeschat als ca. 0,2 ha voor een monopile en ca. 0,4 ha voor een jacket fundering (IMDC, 2013b). Indien alle substations op jacket funderingen worden geïnstalleerd, betekent dit een totale toename van 1,6 ha aan hard substraat.

**Operationele fase**

*Verandering in gemeenschapsstructuur en aantrekking van visgemeenschappen*

De verwachte verandering in gemeenschapsstructuur en de aantrekking van visfauna geassocieerd met harde substraten is besproken voor het eiland (sectie 0.3.5.5).

Hoewel de vier platformen zorgen voor een veel kleinere toename in hard substraat dan het eiland, kan er eveneens besloten worden dat de aanwezigheid van zowel monopiles als jackets naar verwachting een gering positief (0/+) effect zal hebben op de fauna van harde substraten, en een beperkte positieve bijdrage zal leveren voor de uitvoering van het KRMS maatregelenprogramma (D1 en D4).

*Aantrekking niet-inheemse soorten*

De effecten van de aantrekking door niet-inheemse soorten op harde substraten werd reeds besproken voor het eiland (sectie 0.3.5.5). Voor de platformen is het oppervlakte aan harde substraten echter vele malen kleiner. Gezien het probleem zich bijna uitsluitend in de intertidale en spatzone stelt, wordt het effect van de aantrekking van niet-inheemse soorten als gering negatief beschouwd (0/-), zowel voor monopiles als jackets. Op dit vlak wordt bijgevolg geen meetbare impact verwacht op de realisatie van de GMT (D2).

**Ontmantelingsfase**

Net als voor de ontmanteling van het eiland, kan de verwijdering van de vier platformen gezien worden als een verlies van habitat voor fauna geassocieerd met harde substraten. Gezien het beperkt aantal platformen, wordt het effect als gering negatief (0/-) beschouwd.

Wanneer de funderingen en de erosiebescherming ter plaatse blijven, zetten de effecten die zich voordoen tijdens de operationele fase zich verder.

## Kabels

**Constructiefase**

Ook het leggen van de kabels zal zorgen voor een toename in de oppervlakte hard substraat. Ter hoogte van kruisingen met andere kabels en pijpleidingen wordt er immers een kabelbescherming aangebracht bestaande uit breuksteenbestorting. Ook waar de kabels onvoldoende beschermd zijn in aanloop naar de transmissie-infrastructuur (gedeelte waar de kabel niet ingegraven is), wordt de kabel afgedekt met steenbestorting.

Er wordt verwacht dat er per kruising een oppervlakte van ca. 1.000 m² nodig is (sectie van 10 m x 100 m). De kabelroute van eilandlocatie Noord met aanlanding in de zone Oostende-Bredene zal tot de grootste toename aan harde substraten leiden (44 kruisingen of ca. 4,4 ha).

**Operationele fase**

*Aantrekking fauna geassocieerd met harde substraten*

De effecten van de introductie van harde substraten zijn reeds besproken voor het eiland. Het effect van kabelbeschermingen ter hoogte van kabelkruisingen kan in analogie met de erosiebescherming van de platformen en het eiland beschouwd worden als gering positief (0/+).

*Aantrekking visgemeenschappen*

Ook de aantrekking van vissen geassocieerd met harde substraten kan verwacht worden naar analogie met het eiland en de platformen (0/+).

*Aantrekking niet-inheemse soorten*

Gezien de introductie van niet-inheemse soorten voornamelijk een probleem vormt in de intertidale of spatzone, wordt het effect hiervan op de kabelbescherming als onbestaande (0) beschouwd.

**Ontmantelingsfase**

Wanneer de kabels niet worden verwijderd, worden de gemeenschappen van harde substraten niet gestoord en kunnen ze zich blijvend ontwikkelen. De effecten zullen dus vergelijkbaar zijn met de operationele fase.

Bij het volledig verwijderen van de kabels zal ook de erosiebescherming verwijderd worden, zodat de zeebodem wordt hersteld in zijn oorspronkelijke toestand. Ondanks het herstel van de natuurlijke toestand, kan de verwijdering gezien worden als een verlies van habitat voor fauna geassocieerd met harde substraten. Net als voor de volledige verwijdering van de eiland of platforminfrastructuur, wordt dit verlies als gering negatief (0/-) beschouwd.

### 0.3.5.5.3 Milderende maatregelen en monitoring

- De bouwmaterialen dienen zoveel mogelijk uit natuurlijke materialen vervaardigd te zijn en mogen geen afvalstoffen of secundaire grondstoffen bevatten.

Harde substraten kunnen analoog met de harde substraten in de windparken gemonitord worden. Hierbij is vooral het opvolgen van de aanwezigheid van niet-inheemse soorten van belang.

Het onderzoek naar fauna geassocieerd met harde substraten dient te worden uitgevoerd op verschillende plaatsen rond het eiland, gelinkt aan specifieke (micro)habitats die er kunnen ontstaan. Dit zal duidelijkheid brengen of de harde substraten enerzijds als habitat worden gebruikt voor (potentieel economisch waardevolle) soorten, zoals kabeljauw, kreeften en krabben en anderzijds of ze als zones met een netto productie kunnen optreden voor deze soorten.

## 0.3.6 Zeezicht en cultureel erfgoed

### 0.3.6.1 Referentiesituatie

#### 0.3.6.1.1 Zeezicht

Het zeezicht is zonder twijfel een belangrijk aantrekkingselement voor het toerisme aan de Belgische kust. Bij goede zichtbaarheid kan tot ver in zee de scheepvaart gevolgd worden. Het meest zuidelijke windpark Norther is goed zichtbaar vanaf de kust. In de nabijheid van havens is er meestal een verhoogde activiteit door o.a. in- en uitvarende vissersschepen, recreatievaart en onderhoudsbaggerschepen, waardoor het natuurlijke zeezicht mede wordt ingevuld door deze mariene activiteit.

Op basis van AIS data kan afgeleid worden dat gemiddelde maandelijkse scheepsdensiteit erg laag is ter hoogte van de PEZ. Nabij de kust en ter hoogte van de scheepvaartroutes richting de havens neemt de scheepsdensiteit sterk toe.

#### 0.3.6.1.2 Cultureel erfgoed

Het begrip 'maritiem archeologisch erfgoed' dekt een zeer grote lading. De belangrijkste elementen in kader van dit project zijn (Pieters *et al.*, 2022):

- Scheepswrakken en andere wrakken (o.a. vliegtuigen) en onderdelen ervan, ongeacht waar ze aangetroffen worden (in zee, in rivieren of voormalige rivieren of als hergebruik om het even waar aan land);
- In zee, rivieren of andere waterpartijen verdronken nederzettingen of andere sporen of resten van menselijke activiteiten onder water en hun paleolandschappelijke context. Een belangrijke categorie hiervan is te linken met het thema van de zeespiegelstijging na de koude fasen van de ijstijden;
- Paleontologische resten van terrestrische fauna aangetroffen in zee.

Sinds het verschijnen van de Wet betreffende bescherming van het cultureel erfgoed onder water (KB 04/04/2014) kunnen alle andere sporen van menselijke aanwezigheid met een cultureel, historisch of archeologisch karakter en hun natuurlijke context als cultureel erfgoed beschouwd worden en als dusdanig ook beschermd worden.

Door het uitvoeren van een bathymetrische survey en objectdetectie survey vóór de installatie van het project, zullen ook de mogelijke aanwezige ongekende wrakken geïdentificeerd kunnen worden.

Op basis van de gekende locaties van de wrakken liggen alle eilandlocaties en platformlocaties op minstens 2 km afstand.

Langsheen de kabeltracés zijn een aantal gekende scheepswrakken gelegen. Binnen het kabeltracé naar de alternatieve aanlandingszones Blankenberge-Zeebrugge, Wenduine en De Haan bevindt zich een Duitse U-boot (U11) en tevens een oorlogsgraf. Verder bevindt ook de ZZ 124/224 b zich binnen het tracé, alsook de S-87 Schnellboot, De H17 Marguerite Marie, en De O74 Yvonne. Er bevinden zich bij de aanlanding in de zone Oostende-Bredene wel een aantal wrakken binnen het tracé: De HMS Sirius of HMS Briljant/ HMS Orion, en de Caroline. Tussen de bundel van zes AC kabels en de bundel van het HVDC kabelsysteem bevinden zich bovendien de wrakken Cap Horn en Richard Danton.

Binnen de vier potentiële tijdelijk stockageplaatsen voor het gebaggerd materiaal van het kabeltracé zijn geen gekende scheepswrakken aanwezig. Vlak naast de grens van stockagezone 3 bevinden zich drie wrakken die beschermd zijn als cultureel erfgoed

(SS Auretta , HMS Grafton en SS Sampa. Vlak buiten zone 4 zijn de wrakken SS Nashaba en MTB 690 te vinden.

Binnen het onderzoeksgebied van de PEZ zijn resten van prehistorische landschappen en in situ resten van paleolithische en vroeg-mesolithische nederzettingen en inhumaties bewaard gebleven (van den Brenk et al., 2021).. Tot dusver zijn geen vondsten terrestrisch landschapsmateriaal in het gebied gerapporteerd, maar de fragmentarische aard van de Weichseliaanse afzettingen suggereert dat goed bewaard gebleven in situ vondsten zeldzaam kan zijn. Ter hoogte van de PEZ kunnen volgens de paleontologische potentieelkaart van De Clercq (2018) mogelijk mammoetresten worden teruggevonden.

Het kabeltracé doorkruist daarnaast ook een Mesolithische en Neolithische zone nabij de kust in de richting van de mogelijke aanlandingszones Blankenberge-Zeebrugge, Wenduine en De Haan, en een laat midden en vroeg tot laat midden paleolitische, mosolitische en neolitische zones. Richting de alternatieve aanlandingszones Blankenberge-Zeebrugge en Wenduine bevat de zeebodem potentieel voor verschillende paleontologische faunaresten. Ter hoogte van de kust naar de alternatieve aanlandingszones De Haan en Oostende-Bredene bevat de zeebodem potentieel voor diverse fauna zoals walrus, marine fauna, verschillende paleontologische faunaresten, en ook mammoet- en olifantenresten.

Tenslotte valt het ook niet uit te sluiten dat losse artefacten zoals kanonnen, ankers, motor- of scheepsonderdelen, etc. worden aangetroffen bij het uitvoeren van de werken.

### 0.3.6.2 Effecten

#### 0.3.6.2.1 Zeezicht

##### Eiland

**Constructiefase**

De aanleg van het eiland zelf zal ca. twee jaar in beslag nemen (periode 2024-2026, met enkele voorbereidingswerken reeds in 2023) en de constructie van de infrastructuur ca. vier jaar (gefaseerd in de periode 2026-2029).

De werkzaamheden zullen aanleiding geven tot een tijdelijke en lokale verstoring van het zeezicht door het aan- en afvaren van constructieschepen. Ook tijdens het toeristische hoogseizoen zal er een verhoging zijn van het aantal scheepsbewegingen tussen de havens en de projectlocatie.

De schepen die gebruikt zullen worden tijdens de bouw zijn beperkt in aantal vergeleken bij de grote aantallen van gewone vaarbewegingen in het BDNZ. Voor het MER wordt uitgegaan van een worst-case scenario van gemiddeld 500 scheepsbewegingen naar de haven per jaar gedurende zes werkjaren (bijna 3.000 in totaal). Er zijn ongeveer 200 volcontinue werkdagen per jaar gedurende zes werkjaren, maar meerdere schepen en verschillende activiteiten kunnen gelijktijdig plaatsvinden. De scheepsbewegingen zullen grotendeels via de bestaande scheepvaartroutes van en naar de PEZ verlopen.

Het effect van deze schepen en scheepsbewegingen op het zeezicht is tijdelijk en lokaal, en wordt als gering negatief (0/-) beschouwd voor alle eilandlocaties. Gezien MOG2 op een grote afstand in zee wordt gebouwd, zullen de constructieactiviteiten van het eiland zelf niet zichtbaar zijn vanuit de kust (0) voor alle alternatieven.

**Operationele fase**

Tijdens de operationele fase worden er jaarlijks gemiddeld ca. 20 schepen ingezet voor de werking en onderhoud van MOG2 (gemiddeld minder dan twee per maand). Deze schepen zijn 30 dagen per jaar aan het varen (naar de locatie, en rond de eiland locatie). Hoewel de operationele fase voor een veel langere periode blijft voortduren (20 jaar vergunningstermijn), ligt het aantal benodigde schepen ten opzichte van de constructiefase veel lager en wordt er geen effect op het zeezicht beschouwd (0).

Gezien de ligging van het eiland binnen de PEZ, wordt een algemeen Signalisatie en Bebakeningsplan voor de gehele zone uitgewerkt (windparken en eiland) in nauw overleg met de bevoegde instanties. Gezien de bebakening enkel in de omgeving van het eiland zichtbaar zal zijn, en niet vanuit de kust, wordt er geen effect van verlichting op het zeezicht beschouwd (0).

**Ontmantelingsfase**

In een worst-case scenario waarbij het eiland volledig wordt ontmanteld, worden een gelijkaardig aantal scheepsbewegingen verwacht als tijdens de constructiefase en is het effect op het zeezicht gering negatief (0/-).

Zonder ontmanteling zal het effect op het zeezicht gelijkaardig zijn als aan de operationele fase (0).

## Platformen

**Constructiefase**

Voor het MER wordt uitgegaan van dezelfde constructietermijn als voor het eiland (zes werkjaren). De schepen die gebruikt zullen worden tijdens de bouw zijn beperkt in aantal vergeleken bij de grote aantallen van gewone vaarbewegingen in het BDNZ (ca. 150.000/jaar), meer bepaald 500 scheepsbewegingen naar de haven per jaar gedurende zes werkjaren (bijna 3.000 in totaal voor de hele constructie). Er zijn ongeveer 100 volcontinue werkdagen per jaar voor zes werkjaren, maar meerdere schepen en verschillende activiteiten kunnen gelijktijdig plaatsvinden. De scheepsbewegingen zullen grotendeels via de bestaande scheepvaartroutes van en naar de PEZ verlopen.

Het effect van deze schepen en scheepsbewegingen op het zeezicht is tijdelijk en lokaal, en wordt als gering negatief (0/-) beschouwd. Bovendien zal grotendeels gebruik worden gemaakt van de bestaande scheepvaartroutes van en naar de PEZ. Gezien MOG2 op een grote afstand in zee wordt gebouwd, zullen de constructieactiviteiten van de platformen zelf niet zichtbaar zijn vanuit de kust (0).

**Operationele fase**

Tijdens de operationele fase worden er gemiddeld ca. 15 schepen ingezet per jaar voor de werking en onderhoud van de platformen. Deze schepen zijn ca. 40 dagen actief per jaar. Dit is langer dan voor het eiland omdat er naar vier verschillende platform locaties moet gevaren worden. Hoewel de operationele fase voor een veel langere periode blijft voortduren (20 jaar vergunningstermijn), ligt het aantal benodigde schepen ten opzichte van de constructiefase veel lager en wordt het effect op het zeezicht als onbestaand beschouwd (0). Net als voor het eiland zullen de platformen verlicht worden volgens de afspraken van het Signalisatie en Bebakeningsplan. Dit effect op het zeezicht wordt eveneens als onbestaand beschouwd (0).

**Ontmantelingsfase**

In een worst-case scenario waarbij de platformen volledig worden ontmanteld, wordt een gelijkaardig aantal scheepsbewegingen verwacht als tijdens de constructiefase, wat beschouwd wordt als een gering negatief effect (0/-).

### Kabels

**Constructiefase**

De aanleg van de kabels betekent een minimale verhoging van de scheepsbewegingen op zee. Vooral de werken ter hoogte van de kustzone en de installatie in de intertidale zone zullen goed zichtbaar zijn vanaf de kust tot zover de zichtbaarheid op zee reikt. Verschillende types schepen worden gebruikt voor het leggen van kabels en voor de kustgebruikers kan dit een attractieve beleving zijn. Het publiek goed informeren en dit voornamelijk tijdens de aanlandingswerken in de intertidale zone en op het strand bv. door middel van informatieborden op de dijk heeft bij de windparkprojecten zijn nut bewezen (Rumes *et al.*, 2013).

De schepen die gebruikt zullen worden tijdens de bouw zijn zeer beperkt in aantal vergeleken bij de grote aantallen van gewone vaarbewegingen in het BDNZ (ca. 150.000/jaar), meer bepaald gemiddeld 30 scheepsbewegingen naar de haven per jaar (totaal van 150 bewegingen gedurende vijf werkjaren).

Het effect van de stijging van scheepvaartverkeer wordt als onbestaand beschouwd (0). Het effect van de installatiewerken nabij de kustzone op de beleving van het zeezicht is zeer tijdelijk en gezien het beperkt aantal scheepsbewegingen wordt het effect op het zeezicht als verwaarloosbaar (0/-) beschouwd voor alle alternatieven (worst case met voorbaggeren). Voor de kabelinstallaties buiten het zicht vanaf de kust, wordt het effect als onbestaand beschouwd (0).

**Operationele fase**

De schepen zijn 15 dagen per jaar actief voor monitoring en herstellingen.

Tijdens de operationele fase zal slechts occasioneel een schip worden ingezet voor inspectie of onderhoud van de exportkabels. Het effect hiervan op het zeezicht is onbestaand (0) voor alle alternatieven.

**Ontmantelingsfase**

De effecten op het zeezicht zullen tijdens de ontmantelingsfase gelijkaardig zijn aan diegene tijdens de constructiefase indien de kabels worden verwijderd. Indien de kabels ter plaatse blijven liggen, is het effect op het zeezicht onbestaand bij alle alternatieven.

## 0.3.6.2.2 Cultureel erfgoed

### Eiland

**Constructiefase**

Op basis van de archeologische desktopstudie (van den Brenk *et al.*, 2021) die uitgevoerd werd in het kader van de ontwikkeling van de PEZ kan er afgeleid worden dat er ter hoogte van de mogelijke eilandlocaties geen wrakken binnen een straal van minstens 2 km aanwezig zijn. Ook in tijdelijke stockagezone 1 bedraagt de minimale afstand tot een wrak minstens 2,5 km. Moesten er tijdens de voorbereidende surveys eventuele objecten of wrakken ontdekt worden, zal hiermee bij de finale inplanting van het eiland optimaal rekening worden gehouden.

Er zal in opdracht van FOD Economie in de volledige PEZ op basis van geofysische en geotechnische surveys een uitgebreid archeologisch evaluatieonderzoek worden uitgevoerd voor de aanvang van de werken om de archeologische verwachting nader te specificeren en te toetsen.

Door de maatregelen betreffende de vondst van wrakken en paleolandschappen worden er geen effecten (0) verwacht op het aanwezig cultureel erfgoed onder water voor alle locatiealternatieven.

**Operationele fase**

Tijdens de operationele fase treden er veranderingen op in erosie- en sedimentatiepatronen door veranderende bodemtransporten. Toenemende erosie kan wrakken en paleolandschappen potentieel blootleggen en meer kwetsbaar maken. Er is een voorkeur voor in situ bewaring. Sedimentatie is in die zin gunstig. Bij Wrak S 87 wordt ten gevolge van de eilandlocatie West 2 erosie verwacht van ca. 0,3 meter na 10 jaar, dit is ongeveer 3 cm per jaar. Ten gevolge van het eiland op locatie alternatief West 1 wordt er na 10 jaar zeer lichte sedimentatie (<10 cm) verwacht ter hoogte van wrakken Suzanna en ZZ B 130/225. Ook bij eilandlocatie Noord wordt geen noemenswaardige erosie of sedimentatie verwacht.

Het effect op cultureel erfgoed wordt als gering negatief (0/-) beoordeeld voor eiland optie West 2 en geen effect (0) voor de andere eiland locatie opties.

**Ontmantelingsfase**

Tijdens de ontmantelingsfase wordt geen impact (0) verwacht op het aanwezige marien cultureel erfgoed (voor alle locatiealternatieven).

## Platformen

**Constructiefase**

Ter hoogte van de platformlocaties bevinden zich geen gekende scheepswrakken binnen een straal van minstens 4 km. Indien er tijdens de voorbereidende surveys eventuele objecten of wrakken ontdekt worden, zal hiermee bij de finale inplanting van de platformen optimaal rekening worden gehouden. Door deze maatregelen worden er geen effecten (0) verwacht op het aanwezig cultureel erfgoed onder water.

Net als voor het eiland zal het lopend archeologisch onderzoek in de PEZ ervoor zorgen dat rekening wordt gehouden met de aanwezigheid van paleolandschappen en archeologische vondsten bij de aanleg van de platformen. Mogelijke ontdekkingen zullen afgehandeld worden volgens een protocol voor melding van archeologische toevalsvondsten op zee volgens wet betreffende onder water cultureel erfgoed van 4 april 2014. Door de maatregelen betreffende de vondst van wrakken en paleolandschappen worden er geen effecten (0) verwacht op het aanwezig cultureel erfgoed onder water.

**Operationele fase**

Gezien er geen sedimentatie in de omgeving van de platformen ten gevolge van de aanwezigheid van de platformen wordt verwacht, zullen zich geen effecten (0) op het cultureel erfgoed voordoen.

**Ontmantelingsfase**

Tijdens de ontmantelingsfase van de platformen wordt geen impact (0) verwacht op het aanwezige marien cultureel erfgoed.

## Kabels

**Constructiefase**

Bij de inplanting van de kabeltracés en de potentiële stockageplaatsen werd reeds maximaal rekening gehouden met de locatie van alle gekende wrakken, waaronder het beschermd wrak U11 dat zich midden in de corridor bevindt. Er wordt steeds minstens 100 m afstand gehouden van elk scheepswrak. Enkel in de aanlandingszone Oostende-Bredene is het niet mogelijk om de minimale afstand van 100 m ten opzichte van alle

aanwezige wrakken te bewaren, en dienen verdere routeoptimalisaties uitgevoerd te worden (op basis van seabed survey data) om beschadiging van de aanwezige wrakken te vermijden (in het bijzonder de beschermde wrakken).

Bij de definitieve inplanting van de kabeltracés na de geplande geofysische en geotechnische surveys en de verdere technische detaillering van deze kabels worden deze wrakken maximaal vermeden en wordt het effect op het maritiem cultureel erfgoed tot een minimum beperkt.

Door de maatregelen betreffende de vondst van wrakken en paleolandschappen worden er voor geen van de alternatieven effecten (0) verwacht op het aanwezig cultureel erfgoed onder water voor alle routealternatieven, behalve voor het tracéalternatief naar Oostende-Bredene. Gezien diverse kabels bij dit tracéalternatief dicht in de buurt geïnstalleerd zullen worden van de aanwezige wrakken, is het effect gering negatief (0/-).

**Operationele fase**

Tijdens de operationele fase wordt geen impact (0) verwacht op het aanwezige marien cultureel erfgoed voor alle alternatieven.

**Ontmantelingsfase**

Tijdens de ontmantelingsfase wordt geen impact (0) verwacht op het aanwezige marien cultureel erfgoed, zowel bij het verwijderen als het ter plaatse laten van de kabels, en voor alle alternatieven.

### 0.3.6.3 Milderende maatregelen en monitoring

Tijdens de aanlandingswerken van de kabels ter hoogte van de intertidale zone wordt het aanbevolen om het publiek goed te informeren, bvb. door middel van informatieborden op de dijk.

Om objecten met archeologisch potentieel te kunnen vermijden zal het projectgebied grondig gescreend worden voor de werken. De technische richtlijnen naar uitvoering van geofysische metingen zoals uitgewerkt in het IWT project SEARCH zullen gevolgd worden. De BMM en het OE (maritieme archeologie) zullen de survey resultaten ontvangen.

Gekende aanwezige wrakken dienen maximaal vermeden te worden.

Indien ter hoogte van de projectzone een wrak of andere archeologische vondst wordt ‘ontdekt’, zullen de bevoegde autoriteiten (Agentschap Onroerend Erfgoed) worden ingelicht alvorens over te gaan tot eventuele verwijdering (indien vermijding niet mogelijk blijkt). Een protocol voor melding van archeologische toevalsvondsten werd uitgewerkt in het IWT project SEARCH en is vastgelegd in de wet betreffende bescherming van het cultureel erfgoed onder water (Wet van 04/04/2014).

Monitoring is niet van toepassing voor de discipline Zeezicht, gezien er geen significante effecten worden verwacht.

In het kader van de windpark ontwikkelingen in PEZ wordt een archeologisch inventariserend veldonderzoek uitgevoerd om de archeologische verwachting nader te specificeren en te toetsen. Dit onderzoek wordt opgevolgd in het kader van MOG2.

## 0.3.7 Interactie met andere menselijke activiteiten

### 0.3.7.1 Referentiesituatie

#### 0.3.7.1.1 Visserij

De afbakeningen van de territoriale zee en de Exclusief Economische Zone (waarvan de grenzen samenvallen met het Belgisch Continentaal Plat) zijn met de buurlanden vastgelegd bij onderling verdrag en bevestigd door Belgische wetten. In het BDNZ vissen Belgische vaartuigen, maar ook vaartuigen uit Nederland en Frankrijk.

De intensiteit van de visserij richt zich vooral op de geulen tussen de zandbanken en minder op de zandbanken zelf. Garnaalvisserij aan de ander kant zal zich dan weer eerder op de zandbanken oriënteren. Deze vindt voornamelijk plaats dicht bij de kust.

Uit de OSPAR-intensiteitsrapporten blijkt het volledig BDNZ onderhevig te zijn aan bodemberoerende visserijtechnieken (Kint *et al.*, 2018). Vooral in de kustzone is de intensiteit het hoogst. Binnen de PEZ bedroeg het aantal visuren in 2020 slechts ca. 24u waardoor het van beperkt belang is in vergelijking met de kustzone (Geofish, 2022).

Eind 2020 bestond de Belgische zeevisserijvloot uit 64 vissersvaartuigen die in het totaal 12.796 ton aanvoerden (Vlaamse Overheid, 2022). Tussen 1950 (457 vaartuigen) en 2000 (127 vaartuigen) was er een sterke daling van het aantal actieve vissersschepen, en ten opzichte van 2000 is het aantal (anno 2020) nogmaals gehalveerd. Deze daling is toe te schrijven aan de afnemende visbestanden en de beperkingen van de quota (Belgische Staat, 2018a). De laatste jaren blijft de aanvoer door Belgische vaartuigen dalen tot een historisch dieptepunt in 2020, waarbij o.a. de COVID-19 crisis een belangrijke rol speelde.

De bruto toegevoegde waarde van de visserijsector is zeer laag in vergelijking met het bruto binnenlands product, maar is wel van groot belang op regionale schaal.

Het VLIZ en het ILVO brachten de cijfers voor de recreatieve zeevisserij van 2019 in kaart (Verleye *et al.*, 2020b). De recreatieve zeevisserij is goed voor 0,8% van de totale aanvoer (commercieel + recreatief) uit het BDNZ.

#### 0.3.7.1.2 Aquacultuur

In het BDNZ is momenteel één commercieel aquacultuurproject actief in Zone C, dat deel uitmaakt van de zones voor commerciële en industriële activiteiten. Gezien de grote afstand tussen de projectlocatie en de Zeeboerderij wordt het effect niet verder beschouwd.

#### 0.3.7.1.3 Militaire activiteiten

In het BDNZ worden op regelmatige tijdstippen militaire activiteiten en oefeningen gehouden. In het MRP zijn hiervoor specifieke zones gereserveerd.

De potentiële eiland- en platformlocaties bevinden zich op voldoende afstand buiten de militaire zones. De verschillende kabeltracés doorkruisen echter de BNOM zone, NB-01, NBH-10 en in het geval van het oostelijk tracé ook de oefenzone voor ondiep water. Potentiële tijdelijke stockagezones 1 en 2 bevinden zich in de BNOM zone en deels in de NB-01 zone.

#### 0.3.7.1.4 Kabels en pijpleidingen

De belangrijke randvoorwaarde voor uittekening van de kabelroutes is dat de aanleg van nieuwe pijpleidingen en kabels bij voorkeur binnen de afgebakende corridor voor kabels en pijpleidingen in het MRP 2020-2026 dient te gebeuren. De diverse tracéopties lopen dan ook maximaal binnen deze corridor. Enkel daar waar de kabels connectie maken met de PEZ en in aanloop naar diverse aanlandingszones treden de tracés buiten de corridor.

Kabelkruisingen zijn dezelfde voor alle kabelroute opties naar de alternatieve aanlandingszones Blankenberge-Zeebrugge, Wenduine en De Haan. In geval van de route naar aanlandingszone Oostende-Bredene maken de kabels een extra kruising met de telecom kabel 'Pan European Crossing (PEC)'. In geval van de route optie naar Oostende-Bredene zijn er twee kabels (meest westelijke) die geen kruising maken met de actieve exportkabels 'C-Power windpark'.

Niet al deze bestaande kabels en pijpleidingen zijn nog actief. Enkel in geval van kruising met operationele kabels of in reserve gehouden kabels (TAT-14) moet kruisingsinfrastructuur aangelegd worden. Dit zal gebeuren bij kruising met: C-Power (2 kabels A&B); Nemo Link; Franpipe; TAT-14; PEC (enkel in geval van tracé naar aanlandingszone Oostende-Bredene).

Met telkens acht kabels per oplossing resulteert dit dus in 40 of 44 kruisingen, afhankelijk van de aanlandingszone, waarvoor kruisingsinfrastructuur moet voorzien worden voor de eilandinfrastructuur. In geval van het platformen alternatief is er telkens een kruising minder, dus 36 of 40 kruisingen in totaal, afhankelijk van de aanlandingszone.

De vier potentiële tijdelijke stockageplaatsen overlappen niet met actieve kabels of pijpleidingen. Zone 1 grenst aan de Franpipe pijpleiding en Zone 4 aan de C-Power exportkabels.

De locatie van kabels en pijpleidingen is eveneens weergegeven op de kaart in bijlage B.

#### 0.3.7.1.5 Zandontginning

Zand wordt vandaag ontgonnen voor de bouwsector en voor zeeweringsprojecten. De extractie van zand voor onze kust is sterk toegenomen sinds het eerste rapporteringsjaar 1976. De laatste jaren werd er 3 à 4 miljoen m³ Belgisch zeezand per jaar ontgonnen waarvan bijna 75% werd aangewend in de bouwsector. Daarnaast is de uitvoering van zandsuppleties een belangrijke maatregel voor zeewering langs de kust. Binnen de Langetermijnvisie Noordzee 2050 wordt geschat dat in 2050 jaarlijks 8,75 miljoen m³ zand nodig zal zijn, berekend op een gestage jaarlijkse stijging van 6% (Van Lancker *et al.*, 2022).

Zandontginning is enkel mogelijk in een aantal vastgelegde gebieden volgens het MRP 2020-2026. De eilandlocatie Noord bevindt zich in Sector 4a Noordhinder. De andere potentiële locaties voor het eiland, de platformlocaties, de potentiële tijdelijke stockageplaatsen en de kabeltracés liggen op voldoende afstand van de winningszones.

#### 0.3.7.1.6 Baggeren en storten van baggerspecie

In het MRP 2020-2026 werden vijf zones voor het storten van baggerspecie afgebakend. Daarnaast werden ook een aantal zoekzones vastgelegd voor het storten van baggerspecie, die kunnen aangesproken worden voor het verplaatsen of optimaliseren van de bestaande stortzones.

Een deel van het kabeltracé (eiland locaties en platformen) met aanlandingszone Blankenberge-Zeebrugge doorkruist het zuidelijke punt van de vervangingszone baggerstorten. De meest zuidelijke potentiële tijdelijke stockageplaats 4 overlapt volledig met Zone 1, de vervangingszone voor stortplaats S1.

#### 0.3.7.1.7 Zone voor hernieuwbare energie

Met de PEZ is een nieuwe zone voor hernieuwbare energie vastgelegd. De PEZ is bestemd voor de bouw en exploitatie van installaties voor de productie en opslag van energie uit hernieuwbare bronnen en voor de transmissie van elektriciteit zoals vastgelegd in het MRP 2020-2026. Het MOG2 situeert zich in deze PEZ.

Bij het schrijven van het MER staat de ruimtelijke invulling van de rest van de PEZ nog niet volledig vast. In september 2022 werd gekozen voor een opdeling van de beschikbare ruimte in 3 kavels (met een capaciteit van 1 x 700 MW en 2 x 1125-1400 MW) maar de precieze afbakening van de kavels en de mogelijke configuraties van de windturbines binnen de kavels is momenteel nog onbekend. De federale regering zal een concurrerende inschrijvingsprocedure organiseren voor de toewijzing van verschillende domeinconcessies binnen de PEZ. De winnaar van de inschrijvingsprocedure, aan wie de domeinconcessie wordt verleend, verkrijgt toelating om gebruik te maken van de betrokken kavels met het oog op de bouw en de private exploitatie van offshore-elektriciteitsproductie-installaties. De concessiehouders zullen de opgewekte energie aansluiten op MOG2.

#### 0.3.7.1.8 Zones voor commerciële en industriële activiteiten

In het MRP 2020-2026 worden er vijf zones afgebakend voor het uitvoeren van commerciële en industriële activiteiten. In Zone C wordt een maricultuur project uitgevoerd waarbij mosselen, oesters en zeewier op commerciële schaal wordt gekweekt. Voor de overige zones is het momenteel nog onduidelijk welke activiteiten onder deze noemer zullen/kunnen plaatsvinden. De kabelroute opties naar de alternatieve aanlandingszones De Haan en Oostende-Bredene kruisen Zone D voor commerciële en industriële activiteiten. Het doorkruisen van deze zone met exportkabels is niet in strijd met het MRP maar moet toegestaan worden door de relevante autoriteiten.

#### 0.3.7.1.9 Wetenschappelijk onderzoek

Het MRP bepaalt eveneens dat marien onderzoek overal is toegelaten, behoudens andersluidende bepalingen die een verbod of voorwaarde opleggen.

Naast onderzoek kent het BDNZ ook een goed uitgebouwde monitoringscomponent. Zo zijn er verscheidene boeien, meetpalen, radars en masten die permanent data verzamelen inzake golfhoogte, windkracht, getij, etc.: Meetnet Vlaamse Banken. In kader van de ontwikkeling van de PEZ worden daarnaast drie meetboeien geplaatst om meteorologische en oceanografische gegevens te verzamelen. Deze meetcampagne zal echter reeds afgerond zijn voor de constructiefase van MOG2 van start gaat.

#### 0.3.7.1.10 Scheepvaart

Het BDNZ wordt door meer dan 150.000 schepen per jaar doorkruist en is daardoor een van de drukste zeeën ter wereld (Belgische Staat, 2018d). In het MRP worden de belangrijkste scheepvaartroutes en verkeersstromen die voor de scheepvaart noodzakelijk zijn om de Belgische havens en de Scheldehavens te kunnen aanlopen wettelijk afgebakend. De scheepvaartsector en bijhorende vaargeulen zullen in de

nabije toekomst (2020-2030) grotendeels gelijk blijven, met enkele verbeteringen op het gebied van veiligheid. Binnen deze gebieden geniet de scheepvaart voorrang op andere activiteiten, maar schepen zijn niet verplicht om deze routes te volgen.

De installaties van MOG2 zullen zich binnen de PEZ bevinden. Hierbij wordt een veiligheidszone van 500 m ingesteld rondom individuele vaste constructies die naarmate de nieuwe offshore windparken en MOG2 operationeel worden, wordt gerekend vanaf de contouren van het energiepark of de energiezone cf. het KB van 4 februari 2020.

Voor de effecten op scheepvaart wordt verwezen naar het hoofdstuk 5.8 Risico's en veiligheid.

De kabels hebben ook invloed op de scheepvaart, daar deze enkele vaarroutes kruisen. Voor twee kabels naar aanlandingszone Oostende-Bredene zijn er meer kruisingen met vaarroutes dan voor de andere kabeltracés naar de andere aanlandingszones. De kabeltracés naar Blankenberge-Zeebrugge en naar Oostende-Bredene gaan in de richting van de twee belangrijke zeehavens Oostende en Zeebrugge.

#### 0.3.7.1.11 Luchtvaart

Navraag door de BMM in het kader van het MEB Belwind (2007) bij de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer, Directoraat Generaal Luchtvaart, Dienst Luchtruim en Luchthavens heeft uitgewezen dat ondanks de positie van de infrastructuur in Nederlandse FIR zone, het luchtruim boven Belgisch grondgebied gelegen is waar de Belgische Staat autoriteit heeft. De Belgische richtlijnen betreffende bebakening van hindernissen zoals beschreven in de circulaire CIR-GDF03 (12/06/06 – FOD Mobiliteit en Vervoer) zijn dan ook van toepassing voor het luchtverkeer.

#### 0.3.7.1.12 Toerisme en recreatie

De Belgische kust is de populairste vakantiebestemming van het land. In 2019, het jaar voor het uitbreken van de coronacrisis, noteerde de regio meer dan vijf miljoen aankomsten en bijna 28 miljoen overnachtingen in het verblijfstoerisme. Ook ontving de kust bijna 18 miljoen dagtoeristen (Vandaele *et al.*, 2022).

In het BDNZ zijn toeristische en recreatieve activiteiten niet zone-gebonden, mits de veiligheid en duurzaamheid van de activiteit verzekerd kan worden. Zo kunnen er voor toeristische activiteiten zowel temporele (bv. in geval van militaire oefeningen, werken, etc.) als permanente (bv. nabij windpark concessiezones) beperkingen gelden. Hierbij dient vermeld te worden dat er tegenwoordig steeds meer binnen een toeristisch kader geleide bezoeken aan windparken worden georganiseerd.

Er worden in de periode 2020-2030 geen significante veranderingen verwacht in de toeristische en recreatieve mogelijkheden in het Belgische kust- en zeegebied (Belgische Staat, 2018d).

### 0.3.7.2 Effecten

#### 0.3.7.2.1 Visserij-effectenrapport

Het visserij-effectenrapport (ILVO, 2022) heeft enkel betrekking op de effecten van de toegankelijkheid tot de visgronden binnen de 6 nautische mijl zone (6NM zone), met name voor de kabelaanlanding. Het volledige rapport opgemaakt door ILVO werd toegevoegd in externe bijlage 6.

Voor de verschillende onderzochte kabeltracés wordt de activiteit per type vistuig van de visserij bepaald specifiek in de respectievelijke kabeltracézone alsook de activiteit

van datzelfde type vistuig in heel de 6NM zone. De meeste vangsten gebeuren in het scenario kabelcorridor Oostende-Bredene. De andere drie kabelcorridors hebben gelijkaardige vangsten.

Voor de 6NM zone wordt verwacht dat bij de installatie van de kabels het effect op de visserij in het kabeltraject zelf gering negatief (0/-) zal zijn voor alle alternatieve routes, gezien enerzijds het beperkt aantal uren dat gevist wordt in elk tracé en anderzijds dat niet het gehele traject continu geblokkeerd zal zijn voor de visserij en dat de werken alleen plaatselijk voor verstoring van de vispopulatie zorgen. Tijdens de operationele fase wordt geen effect (0) voor de visserij verwacht. Tijdens de ontmantelingsfase worden dezelfde effecten als bij de constructiefase verwacht (0/-) indien de gehele infrastructuur wordt verwijderd. Indien de infrastructuur behouden blijft dan blijven de effecten van de operationele fase gewoon doorlopen (0).

#### 0.3.7.2.2 Visserij

##### Eiland

**Constructiefase**

Tijdens de constructiefase wordt sedimentverstoring en geluid als belangrijkste oorzaken gezien voor veranderingen in het visgedrag. Voor een bespreking van deze effecten wordt verder verwezen naar hoofdstuk 5.5 Fauna, flora & biodiversiteit. Hier werd besloten dat de effecten aanvaardbaar zijn door hun tijdelijke aard.

Voor de visserij betekent de verstoring van de vispopulaties een verlies aan visgronden in de nabijheid van de werken. Deze verstoring zal zich voornamelijk voordoen tijdens de initiële structurele opbouw van de eiland-infrastructuur (ca. de eerste twee à drie jaar van de constructietijd). De PEZ is van minder groot belang voor de visserij in vergelijking met de kustzone, waardoor de verstoring van visgronden relatief kleiner is. Het effect wordt daarom als gering negatief (0/-) ingeschat voor alle locatiealternatieven.

**Operationele fase**

Gezien alle mogelijke locaties van het eiland gelegen zijn binnen een zone waar na verloop van tijd de toegang voor scheepvaart (binnen de PEZ, zoals bepaald in het MRP 2020-2026), en dus ook commerciële en recreatieve visserij, verboden zal worden, treedt er geen bijkomend ruimtelijk verlies op van visgronden. Effecten op vispopulaties en de visserij dienen dan ook in het groter geheel beschouwd te worden (zie hoofdstuk 6 Cumulatieve effecten).

Er bestaat een aanzienlijke consensus over het ‘spill-over effect’ van mariene beschermingsgebieden (Vilas *et al.*, 2020), al is dit effect nog niet aangetoond in het BDNZ (De Backer *et al.*, 2019). Buxton *et al.* (2014) concludeerden echter dat een netto spill-over van commerciële soorten echter weinig waarschijnlijk is in gebieden met een goed beheerde visserij, maar eerder van toepassing is in gebieden waar visstocks reeds zwaar onder druk staan.

Uit onderzoek in de bestaande Belgische offshore windparken tussen 2006 en 2017 blijkt dat het uitsluiten van de visserij voorlopig niet heeft geleid tot een verandering in visserij-inspanning in de nabijheid van de parken of in de aanlandingen van de top 10 soorten (De Backer *et al.*, 2019). De studie benadrukt dat deze conclusie kan veranderen wanneer meer windparken operationeel zullen zijn in de Noordzee en grotere "verbonden" gebieden zullen worden uitgesloten voor de visserij (De Backer *et al.*, 2019).

Tot slot kan het herstel van de grindbedden binnen de PEZ, die een belangrijke paai-, kraam- en foerageerfunctie hebben voor o.a. haring, roggen en haaien, leiden tot een toename van de stocks.

Gezien de beperkte oppervlakte van het eiland binnen de PEZ, en het beperkte belang van de visserijgronden ter hoogte van de eilandlocaties worden de effecten van het eiland op zich op visserij als onbestaande (0) beschouwd. Mogelijk treden er in combinatie met de windparken positieve effecten op door het spill-over effect. Daarnaast hebben veel andere factoren een grote impact op de visserij, zoals het inkomstenverlies ten gevolge van schommelende brandstofprijzen en de beperkingen opgelegd door het Europese en Vlaamse visserijbeleid.

**Ontmantelingsfase**

Bij een volledige ontmanteling wordt verwacht dat de effecten op visserij gelijkaardig zullen zijn als tijdens de constructiefase (0/-). Na volledige afbraak kan anderzijds het gebied mogelijk terug opengesteld worden voor de visserij.

Indien het eiland niet wordt afgebroken en de veiligheidsafstand van 500 m wordt behouden, blijft de situatie gelijk aan de operationele fase (0).

## Platformen

**Constructiefase**

Tijdens de constructiefase wordt geluidverstoring tijdens het heien als belangrijkste oorzaak gezien van verstoring van vispopulaties en verlies van visgronden. De Backer *et al.* (2019) stelden vast dat tijdens de bouw van een offshore windpark ook de directe omgeving door vissers wordt gemeden. De constructie van vier platformen zal echter veel minder tijd in beslag nemen dan de constructie van een volledig windpark. Gezien deze verstoring dus van relatief korte duur is, het beperkte belang van de Hinderbanken als visgrond, en verwacht wordt dat vispopulatie zich snel herstellen, wordt het effect op de visserij als gering negatief (0/-) ingeschat.

**Operationele fase**

De effecten van de platformen zullen tijdens de operationele fase gelijkaardig zijn als die beschreven voor het eilandalternatief (0).

**Ontmantelingsfase**

Bij een volledige ontmanteling wordt verwacht dat de effecten op visserij gelijkaardig zullen zijn als tijdens de constructiefase (0/-), al zal er minder geluidsverstoring voorkomen gezien er niet geheid moet worden. Na volledige afbraak kan anderzijds het gebied mogelijk terug opgesteld worden voor de visserij.

Indien de platformen niet worden afgebroken en de veiligheidsafstand van 500 m wordt behouden, blijft de situatie gelijk aan de operationele fase (0).

## Kabels

**Constructiefase**

Voor de effecten binnen de 6 nautische mijl zone wordt verwezen naar het visserijrapport (externe bijlage 6).

Uitgaand van het worst case scenario waarbij het volledige tracé wordt gebaggerd en het materiaal tijdelijk gestockeerd, zal de installatie van de kabels zorgen voor een tijdelijke en lokale verstoring van vissen door de aanwezigheid van de werkschepen, de omwoeling van het sediment tijdens het baggeren, storten en hergebruiken van het tijdelijk gestockeerd materiaal. Tijdens de aanleg zal de zone waar de werkzaamheden plaatsvinden tijdelijk niet toegankelijk zijn voor visserijschepen. Er wordt een veiligheidszone ingesteld van gewoonlijk 500 m rond de installatieschepen en

werkschepen, die door alle scheepvaart (inclusief visserij) te mijden is tijdens de werkzaamheden. Zolang de kabels bloot liggen op de zeebodem of in een sleuf, is visserij met bodemberoerende technieken verboden langsheen de desbetreffende kabelsecties. De duur van de installatiewerken is echter beperkt (ongeveer vier maand per kabel in geval van pre-trenching; andere kabelingraaftechnieken verlopen sneller), waarbij voortschrijdend gewerkt wordt en niet overal tegelijk. Ook zullen de werkzaamheden op voorhand worden aangegeven en gecommuniceerd (o.a. Berichten aan Zeevarenden), zodat visserijschepen op de hoogte zijn van de geplande werkzaamheden.

Het effect van dit tijdelijk verlies aan visgronden en de verstoring van vispopulaties tijdens de constructiefase wordt als gering negatief (0/-) ingeschat voor zowel de eiland- als platformkabeltracés.

**Operationele fase**

De belangrijkste potentiële effecten in de operationele fase zijn de veranderingen in het visgedrag ten gevolge van elektromagnetische stralingen uitgezonden door de exportkabels. Voor een bespreking van deze effecten wordt verder verwezen naar het hoofdstuk 5.5 Fauna, flora en biodiversiteit. Er wordt echter niet verwacht dat EMV een invloed uitoefenen op het vangstsucces in de visserij.

Indien een kabel in de loop van de operationele fase bloot zou komen te liggen, bestaat de kans dat een vistuig verstrikt zou geraken met de kabels. Door periodieke inspectie langsheen het kabeltracé zal een onvoldoende ingraving tijdig worden opgemerkt en opgelost. Daarom is de kans dat een kabel verstrikt zal raken in vistuig minimaal.

Het effecten tijdens de operationele fase worden als onbestaand (0) beoordeeld.

**Ontmantelingsfase**

Mogelijke effecten die tijdens een eventuele verwijdering van de kabels kunnen optreden, zullen kleiner zijn als diegene van de constructiefase, aangezien de tijdelijke stockage van sediment niet van toepassing zal zijn en de kabels kunnen worden verwijderd zonder te baggeren.

Indien ervoor gekozen wordt om de kabels na buiten gebruik name niet te verwijderen maar in situ te laten liggen, bestaat de kans dat de kabels na verloop van tijd bloot zullen komen te liggen en verstrikt geraken met vistuig, wat als een gering negatief effect (0/-) wordt beschouwd. In dat opzicht bestaat er een voorkeur voor verwijdering van de kabels. In geval van verwijderen is er ook een gering negatief effect (0/-) op de veiligheid van de vissersschepen zoals tijdens de constructiefase, maar dit stopt nadien.

#### 0.3.7.2.3 Militaire activiteiten

##### Eiland en platformen

Aangezien er geen overlap is met militaire gebieden voor de platformen en eilandlocaties worden er geen effecten (0) verwacht tijdens de constructie-, exploitatie- en ontmantelingsfase.

##### Kabels

De militaire activiteiten op het BDNZ zijn in die mate georganiseerd dat conflicten met andere gebruikers maximaal vermeden worden. Voor de oefenzone van ontmijning werd na overleg met Defensie aan Elia aangegeven dat dit geen probleem vormt gezien de installatie van de kabels slechts een tijdelijke ingreep vormt en nadien geen operationele implicaties heeft. Gezien de duidelijke operationele afspraken omtrent de militaire zones zal de installatie, exploitatie en ontmanteling van de kabels geen impact (0) hebben op de militaire activiteiten.

#### 0.3.7.2.4 Kabels en pijpleidingen

##### Eiland en platformen

**Constructie- en ontmantelingsfase**

Aangezien er zich geen kabels of pijpleidingen bevinden in de directe omgeving van de eilandlocaties en platformen, worden er geen effecten (0) verwacht tijdens de constructie- en ontmantelingsfase.

**Operationele fase**

Uit de sedimenttransport modellering (Svašek Hydraulics, 2022b) blijkt dat er geen erosie of sedimentatie optreedt ter hoogte van actieve kabels of pijpleidingen voor geen van de potentiële eilandlocaties. Er wordt echter wel erosie verwacht ter hoogte van inactieve telecomkabels, wat kan leiden tot het blootleggen ervan. Sedimentatie op inactieve telecomkabels wordt niet als een risico beschouwd.

Gezien het blootleggen van kabels niet kan uitgesloten worden, dienen de nodige maatregelen getroffen te worden om de bedekking te garanderen. Het effect wordt voor alle eilandopties als gering negatief (0/-) beschouwd. Voor locatie West 1 is het risico echter kleiner dan voor West 2 of Noord.

Ten gevolge van de platformen worden er geen effecten (0) van sedimentatie of erosie verwacht op kabels en pijpleidingen.

##### Kabels

De exportkabels zullen voor alle verschillende alternatieven kruisen met verschillende actieve en niet-actieve telecomkabels, elektriciteitskabels en een pijpleiding.

Indien alle overeengekomen afspraken worden nageleefd en alle voorzorgsmaatregelen worden getroffen om beschadiging van de aanwezige kabels en pijpleidingen te voorkomen, kan aangenomen worden dat er zich geen effecten (0) zullen voordoen op de bestaande kabels en pijpleiding ten gevolge van de aanleg, exploitatie en eventuele ontmanteling van de MOG2 kabels.

De tijdelijke stockage van het gebaggerd materiaal van het kabeltracé zal niet plaatsvinden boven op actieve kabels, waardoor er voor deze activiteit evenmin effecten worden verwacht (0).

#### 0.3.7.2.5 Zandontginning

##### Eiland

De eilandlocatie Noord bevindt zich in Sector 4a Noordhinder. Deze sector overlapt met een zone die bestemd is voor de productie en transmissie van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen (PEZ). In het MRP 2020-2026 is bepaald dat deze sector open blijft zolang zandwinning hiermee verzoenbaar is. Gezien de constructie van MOG2 zal aanvangen voor die van de windparken, heeft eilandlocatie Noord een gering negatief effect (0/-) op de winningszone in vergelijking met de andere eilandlocaties.

Voor de aanleg van het eiland dient lokaal zand verwijderd te worden, maar wordt dit verwijderd zand opnieuw gebruikt om de infrastructuur op te bouwen zijnde voor het opvullen van de caissons en de opvulling van het eiland zelf. Er is dus geen externe aanvoer van zand nodig voor de aanleg van deze infrastructuur.

Hoewel de gebieden niet overlappen kan er door hydrologische veranderingen veroorzaakt door het eiland mogelijk erosie of sedimentatie optreden ter hoogte van de nabije extractiezones. Op basis van de modellering kan verwacht worden dat er bij alle locatiealternatieven zowel beperkte erosie als sedimentatie zal optreden na

ca. 10 jaar ter hoogte van Sector 4d (Svašek Hydraulics, 2022b). De erosie in de zandextractiezone wordt echter steeds min of meer gecompenseerd door sedimentatie aan de andere zijde van Sector 4d. Gezien deze relatief lichte morfologische veranderingen die zich bovendien over een lange periode voordoen, wordt het effect als gering negatief (0/-) beschouwd voor alle eilandlocaties.

#### Platformen

Alle platformen bevinden zich op voldoende afstand van de winningszones. Er worden geen effecten (0) verwacht.

#### Kabels

Alle kabeltracés en de potentiële tijdelijke stockageplaatsen bevinden zich op voldoende afstand van de winningszones. Voor de backfill van de voorgebaggerde sleuven kan mogelijk aanvoer van kwaliteitsvol materiaal uit ontginningszones nodig zijn. Dit zal tot een minimum beperkt worden. De mogelijke aanvoer van kwalitatief sediment voor backfill op de zandontginning sector wordt als gering negatief effect (0/-) beschouwd.

### 0.3.7.2.6 Baggeren en storten van baggerspecie

#### Eiland en platformen

Alle eilandlocaties en platformen bevinden zich op voldoende afstand van de stortzones. Er worden geen effecten (0) verwacht.

#### Kabels

De kabeltracés naar Blankenberge-Zeebrugge en Wenduine, voor alle alternatieven (eilandlocaties en platformen), doorkruisen het zuidelijke punt van de vervangingszone baggerstorten van Zeebrugge Oost. Bij het storten van baggerspecie dient een veiligheidsafstand van min. 250 m tot de kabels worden gerespecteerd, waardoor een mogelijk conflict tussen de gebruikers kan ontstaan.

Tijdens de verkennende fase in de zoektocht naar een optimalisatie van de bestaande stortlocatie Zeebrugge Oost zijn er een vijftal opties voor een stortlocatie geselecteerd binnen de vervangingszone (Lauwaert et al., 2019). Geen enkel van de bestudeerde opties of scenario's vertonen een overlap met de kabeltracés die lopen naar Blankenberge-Zeebrugge of Wenduine. De kans wordt erg klein geacht dat er andere stortlocaties die overlappen met de kabeltracés, in beschouwing zullen worden genomen.

De meest zuidelijke potentiële tijdelijke stockage plaats komt overeen met de vervangingszone Zone 1 voor stortzone S1. Het gebruik van deze zone kan een reductie betekenen van de toekomstige, nog beschikbare stortcapaciteit, tenzij alle tijdelijk gestockeerde sediment opnieuw verwijderd wordt. Het mogelijke gebruik van deze zone dient met de betrokken instanties overlegd en overeengekomen worden.

Omwille van de overlap met de vervangingszone S1 wordt het effect als gering negatief (0/-) beschouwd.

### 0.3.7.2.7 Zone voor hernieuwbare energie

De exacte verdeling van de kavels en de configuratie van de toekomstige windparken binnen de PEZ is momenteel nog niet gekend. De inter-array kabels van de windparken zullen ofwel aansluiten op één eiland, ofwel verspreid over vier platformen. De totale inter-arraykabellengte voor aansluiting op het eiland is een factor 1,5 tot 2 groter dan bij het platformen alternatief.

Het ruimtebeslag van het eiland met 500 m veiligheidszone binnen de PEZ (ruimte die niet meer beschikbaar wordt voor de plaatsing van turbines) is kleiner dan het ruimtebeslag van vier platformen met elk hun eigen veiligheidszone. Anderzijds bestaan er (vooral beperkte) verschillen in ruimtebeslag van de exportkabels (incl. veiligheidszones) geassocieerd met de verschillende alternatieven in basisinfrastructuur en in eilandlocatie. De eilandlocatie Noord met kabeltracés buiten de PEZ (route 2) scoort hierbij het beste, tegenover de eiland locatie Noord met kabeltracés die de PEZ volledig doorkruisen (route 1).

Gezien de bouw van transmissie-infrastructuur binnen de PEZ onlosmakelijk verbonden is met de productie van hernieuwbare energie, maakt het ruimtebeslag van de transmissie-infrastructuur intrinsiek onderdeel uit van de gewenste ontwikkelingen binnen deze zone, en wordt het effect als onbestaande (0) beschouwd.

#### 0.3.7.2.8 Zones voor commerciële en industriële activiteiten

Het ingraven van exportkabels voor de alternatieve tracés naar De Haan en Oostende-Bredene die door Zone D lopen kunnen mogelijk een gevolg hebben op toekomstig gebruik van deze zone voor commerciële en industriële activiteiten. Hoewel volgens het MRP 2020-2026 Zone D maximaal 50% van de oppervlakte in gebruik mag worden genomen, en dus de mate van gebruik van de zone niet geïmpacteerd wordt, kan de aanwezigheid van de kabels de flexibiliteit naar ruimtelijke inplanting van toekomstige projecten inperken. Het doorkruisen van deze zone met exportkabels is conform het MRP niet uitgesloten maar moet toegestaan worden door de relevante autoriteiten[2]. Er is dus een gering negatief effect (0/-) voor de kabelroutes met aanlandingszone De Haan of Oostende-Bredene. Er is geen effect (0) voor de andere tracés.

#### 0.3.7.2.9 Wetenschappelijk onderzoek

Er bevinden zich geen meetboeien in de onmiddellijke omgeving van de alternatieven binnen het MOG2 project. Interferentie met lopende meetcampagnes of wetenschappelijk onderzoek wordt er niet verwacht.

De ontwikkeling van het eerste eiland in het BDNZ zal op verschillende manieren bijdragen tot het wetenschappelijke onderzoek en de oceanologische waarnemingen. Het effect wordt als matig positief (+) beoordeeld voor de eilandoptie tijdens alle fases. Gezien het plaatsen en exploiteren van platformen en exportkabels een reeds goed gekende activiteit is in het BDNZ, wordt er geen bijkomende bijdrage (0) aan het wetenschappelijk onderzoek verwacht.

#### 0.3.7.2.10 Luchtvaart

De Belgische richtlijnen betreffende bebakening van hindernissen zijn van toepassing voor het luchtverkeer. Bijgevolg dienen zowel de platformen of het eiland te voldoen aan deze circulaire en de signalisatie die deze regelgeving voorziet te implementeren in nauw overleg met de betrokken overheden.

Daarnaast wordt voor beide opties, bij zowel de platformen als het eiland, voorzien in helikopter platformen voor de vlotte en/of snelle toegang tot de installaties. De impact op de luchtvaart in z'n geheel wordt als onbestaand beschouwd (0).

[2] Voor de kabels met aanlanding in Bredene werd op 5 augustus 2020 instemming gegeven door Minister van de Noordzee voor reservering van een strook van 1 km aan de westelijke zijde binnen CIA-zone D voor de mogelijke installatie en exploitatie van exportkabels ten behoeve van het MOG2 project.

#### 0.3.7.2.11 Toerisme en recreatie

##### Eiland en platformen

Gezien de grote afstand van de PEZ tot de kust, wordt er geen effect (0) verwacht op toerisme en recreatie. De constructies zijn niet zichtbaar vanaf de kust. Om veiligheidsredenen zullen toeristische excursies naar het projectgebied niet worden toegelaten.

Voor de toename in scheepsbewegingen bij de bouw, exploitatie en ontmanteling van het project, wordt verwezen naar hoofdstuk 5.6 Zeezicht en cultureel erfgoed.

##### Kabels

De installatie nabij de kust kan tijdelijk waterrecreatie verstoren, zeker indien deze periode samenvalt met het toeristisch hoogseizoen. Een (beperkt) deel van de kustzone nabij de aanlandingszone zal tijdelijk niet beschikbaar zijn voor recreatieve activiteiten. Anderzijds kunnen de werken ook een aantrekking hebben voor toeristen. Een goede communicatie met onder meer Scheepvaartbegeleiding, de lokale surfclubs, Afdeling Kust en afhankelijk van het gekozen kabeltracé, de kustgemeenten en steden in voorbereiding van en tijdens uitvoering van de werken is hier noodzakelijk.

Buiten de kustzone worden er op toerisme en recreatie als gevolg van de aanleg van de kabels geen belangrijke effecten verwacht.

Gezien het verbod op uitvoering van constructiewerkzaamheden op het strand in de zomervakantieperiode (juli en augustus), blijft de belangrijkste toeristische periode gespaard van verstoring.

Het effect van de kabellegactiviteiten op toerisme en recreatie is zeer tijdelijk (max. enkele weken in de kustzone per kabelpaar) en seizoensafhankelijk, en wordt als gering negatief (0/-) beschouwd voor de constructiefase. Tijdens de operationele fase is er geen effect (0) op toerisme en recreatie. Mogelijke effecten die tijdens een eventuele verwijdering van de kabels kunnen optreden, zullen gelijkaardig zijn als diegene van de constructiefase (0/-). Indien ervoor gekozen wordt om de kabels na buiten gebruik name niet te verwijderen maar in-situ te laten liggen, worden er geen effecten (0) verwacht.

### 0.3.7.3 Milderende maatregelen en monitoring

- Er wordt aangeraden om tijdig duidelijke informatie omtrent de geplande werken te verspreiden binnen de visserssector (via Rederscentrale, bericht aan zeevarenden, vakbladen…) en de toeristische sector (via Scheepvaartbegeleiding, scheepvaartpolitie, de lokale surfclubs, Afdeling Kust, betrokken kustgemeenten, lokale politie, redders, recreatieve vissers, etc.).
- Een goede communicatie met het Ministerie van Defensie tijdens het aanleggen van de kabels in de nabijheid van de militaire zones is aangewezen.
- Tijdens de aanleg van de diverse kabelkruisingen dienen alle noodzakelijke voorzorgsmaatregelen genomen te worden om schade aan de reeds aanwezige kabels en pijpleidingen te vermijden.

**Monitoring**

- Periodieke inspectie langsheen het kabeltracé (monitoring ingraafdiepte)

### 0.3.8 Risico's en veiligheid

In volgende paragrafen zal specifiek worden ingegaan op de veiligheidsaspecten gerelateerd aan de scheepvaart, de veiligheidseffecten gerelateerd aan de aanwezigheid van de MOG2 infrastructuur en het risico op vervuiling. De veiligheidsaspecten en risico's verbonden aan de assemblage van de verschillende onderdelen van de MOG2 infrastructuur en de veiligheidsaspecten aan boord van de ingezette schepen valt buiten de scope van dit MER.

#### 0.3.8.1 Referentiesituatie

##### 0.3.8.1.1 De Scheepvaart op het BDNZ

Jaarlijks varen er ongeveer 150.000 schepen door het BDNZ (Belgische Staat, 2018b). Er kunnen verschillende types van scheepvaart in het BDNZ worden onderscheiden met hun eigen karakteristieken.

De schaalgrootte in de scheepvaart blijft toenemen. Dit betekent dat meer en meer grote schepen de West-Europese havens zullen aandoen en de vaargeulen op de Noordzee nodig hebben om deze havens te bereiken. De frequentie van de vaarbewegingen van alle zeeschepen samen op de vaarroutes in de Noordzee zullen eerder gaan stagneren, gezien de groei van de havens en de goederenoverslag wordt opgevangen door de toename van de scheepsgrootte.

##### 0.3.8.1.2 Scheepvaartongevallen

De risicoanalyse van scheepsongevallen in de Belgische territoriale wateren is een zeer moeilijke berekening. Uit onderzoek van DNV (2008) blijken vooral RoRo schepen, vrachtschepen en in minder mate ook containers, betrokken te zijn bij een aanvaring tussen twee schepen.

Analoog hiermee, blijkt een grote variatie te bestaan voor de inschatting van het aantal accidenten die effectief aanleiding geven tot milieuverontreiniging. Sinds 2016 heeft België een volledig autonome, permanente en onafhankelijke Federale instantie om scheepvaartongevallen en incidenten op zee te onderzoeken (FOSO), die voldoet aan de Europese verplichting. In het werkjaar 2020 – 2021 ontving de FOSO 180 meldingen van scheepvaartongevallen in het BDNZ (FOSO, 2022).

##### 0.3.8.1.3 Olieverontreiniging

Het lozen van oliehoudende vloeistoffen is verboden in de Noordzee en valt onder de regelingen die van toepassing zijn op de MARPOL 'speciale zones'. De interne regelingen en controle worden verondersteld afdoende te zijn opdat geen lozingen zouden plaatsvinden.

In 2018 werden door BMM 16 operationele lozingen door schepen geobserveerd, en geen accidentele lozingen (BMM, 2019). In de loop der jaren vertoond het aantal waargenomen olieverontreinigingen in het BDNZ een dalende trend (KBIN - Operationele Directie Natuurlijk Milieu, 2022). Er wordt verwacht dat deze trend door steeds strenger wordende wetgeving en monitoring zich zal verder zetten.

##### 0.3.8.1.4 Zwerfvuil

De aanwezigheid van marien zwerfvuil is een mondiaal probleem dat blijft toenemen in alle zeeën en oceanen. In België wordt al sinds 2002 onderzoek gedaan naar de aanwezigheid en mogelijke effecten van zwerfvuil in de Noordzee en op het strand.

Observaties tonen aan dat er gemiddeld 3.875 drijvende stukken zwerfvuil te vinden zijn per km2 (FOD Leefmilieu, 2022). Op de zeebodem van het BDNZ worden gemiddeld 126 items per km² aangetroffen, en op de Vlaamse stranden gemiddeld 137 items per 100 m vloedlijn (Devriese and Janssen, 2019).

Met het oog op het bestrijden van marien zwerfvuil ontwikkelde de Federale overheid een Federaal actieplan. Het eerste actieplan werd geschreven in 2017 en werd in 2022 gevolgd door een tweede (FOD Leefmilieu, 2022). Naast het federaal actieplan werd ook op Vlaams niveau een actieplan ontwikkeld door OVAM. Dit actieplan werd in 2016 aangenomen door het Vlaams Parlement, de finale versie werd gepubliceerd in 2018 (OVAM, 2018).

### 0.3.8.2 Effecten

#### 0.3.8.2.1 Eiland

##### Bijkomende scheepvaart en veranderende verkeerstromen

De constructie, exploitatie en ontmantelingsfase van het eiland kan effect hebben op de scheepvaart. Door het project zal er bijkomend scheepvaartverkeer zijn voor installatie & ontmanteling, maar ook voor onderhoud tijdens de exploitatiefase. Voor de toegang tot het projectgebied dienen de toegangsroutes van en naar de kustgemeentes, maar ook de Westerschelde gebruikt te worden en/of gekruist.

In vergelijking met het grote aantal bestaande vaarbewegingen vanaf de kust of ten opzichte van het totale aantal scheepsbewegingen op het BDNZ (ca. 150.000/jaar) zal het project een zeer beperkte toename betekenen in aantal scheepsbewegingen tijdens de exploitatiefase wat resulteert in een gering negatief effect (0/-). Tijdens de constructie- en ontmantelingsfase wordt echter wel een significante verhoging van het scheepvaartverkeer verwacht. Bijgevolg wordt het effect tijdens de bouw en ontmanteling als matig negatief (-) beoordeeld.

Naar verkeerstromen toe en de potentiële impact op de kans op bijkomende scheepsongevallen heeft de aanwezigheid van het eiland op zich een verwaarloosbare impact gezien de bouwlocaties buiten de geldende vaarroutes gelegen zijn. De verschillende eilandlocaties vormen een cumulatief geheel met de te ontwikkelen windparken die ook buiten deze vaarwegen gelegen zijn.

##### Risico op aanvaring met het eiland

Rondom het eiland zal een veiligheidszone van 500 m gelden. Het eiland, de veiligheidszone en/of de werkzone tijdens de constructiefase zullen gemarkeerd en bebakend worden met geschikte verlichting, boeien, misthoorns… Ondanks deze preventieve maatregelen bestaat de kans dat niet-projectgebonden schepen toch tegen het eiland varen wegens bijvoorbeeld stuurfouten of falen van het schip.

Cathie heeft een aanvaringsstudie uitgevoerd (Cathie Associates, 2021) die kijkt naar de kans op aanvaring met het energie-eiland. Door het nemen van de nodige preventiemaatregelen wordt het risico op aanvaring van het eiland als nagenoeg onbestaand (0) beschouwd en dit zowel tijdens constructie-, ontmantelings- en exploitatiefase. Offshore werken zijn daarnaast onderhevig aan zeer strikte veiligheidsregels inclusief de nodige noodplannen bij calamiteiten.

##### Risico op faling MOG2 infrastructuur

In 2014 werd door de Universität Stuttgart een studie uitgevoerd naar de statistische faal data van substation transformatoren in Europa. Op basis van deze studie werd een faalkans bepaald van ca. 0,5% per jaar.

Een falen van de infrastructuur kan leiden tot het lekken van schadelijke stoffen in het marine milieu. Door de bouw van de infrastructuur op een eiland kunnen er evenwel meer en grondiger maatregelen voorzien worden om te voorkomen dat schadelijke stoffen in het mariene milieu terecht komen bij infrastructuur falen (principes van onshore substations kunnen toegepast worden, zoals het olieopvangsysteem bij transformatoren), in vergelijking met een typisch offshore platform.

Aanleiding tot faling kunnen o.a. een blikseminslag en/of brand zijn. Op basis van alle vereiste wettelijke maatregelen, voorziene method statements en voorzorgsmaatregelen wordt het effect eerder beperkt geacht en bijgevolg beoordeeld als gering negatief (0/-).

## Risico op losslaan van eilandonderdelen

Gedurende de levensduur van het eiland bestaat het risico dat onderdelen van het eiland losslaan en in de waterkolom terechtkomen, met mogelijke schade aan het milieu rondom het eiland tot gevolg. Aanleiding hiertoe kan enerzijds een faling van de erosiebescherming zijn en anderzijds de fysieke impact van de natuurelementen zoals bijv. golven.

Op basis van de reeds uitgevoerde en geplande studies naar de nodige erosiebescherming rondom het eiland wordt het risico op het losslaan van eilandonderdelen door falen van de erosiebescherming beduidend beperkt waardoor het effect eerder als gering negatief (0/-) wordt beschouwd.

Het eiland zal worden opgebouwd uit een caisson constructie waarop een zeewering wordt geïnstalleerd. Bij een falen van de zeewering door een golfimpact kunnen brokstukken in het water terechtkomen. Echter, om een falen te voorkomen werd een analyse uitgevoerd op de krachten die zullen werken op de zeewering. Gebruikmakend van de resultaten zal er rekening gehouden worden met de te verwachten krachten bij het ontwerp van de zeewering en kan het potentieel effect als onbestaand (0) worden geacht.

Gezien de kans op een ongeval met menselijk letsel tot gevolg echter niet 100% kan worden gemitigeerd wordt het effect op de menselijke gezondheid als gering negatief (0/-) beschouwd.

## Risico op (olie-) verontreiniging

Met betrekking tot verontreiniging tijdens de constructiefase bestaat er een mogelijk risico op het vrijkomen van verontreinigd water en materialen in het mariene milieu ten gevolge van de aanwezigheid van een mobiele betoncentrale in het projectgebied. Gezien de complexiteit en operatie van het proces kan het risico op een (accidentele) lozing niet 100% worden uitgesloten waardoor dit effect als gering negatief (0/-) wordt beoordeeld.

Met betrekking tot verontreiniging bestaat er een mogelijk risico op het vrijkomen van olie in het mariene milieu ten gevolge van een aanvaring van een schip met de eilandinfrastructuur of bij een schip-schip collisie. Enkel schepen met een ervaren, professioneel getrainde bemanning worden toegelaten binnen de veiligheidszone of werkzone van het eiland. Desondanks zal de aanwezigheid van het eiland leiden tot een toename van de scheepvaart in de projectzone (onderhoud, bevoorrading) waardoor ook de kans op verontreiniging door het lekken van olie of andere vloeistoffen verhoogt waardoor het effect als gering negatief (0/-) wordt beoordeeld.

Daarnaast is er ook het potentieel risico op vervuiling afkomstig van de infrastructuur op het eiland. Als algemene regel geldt dat alle nodige procedures en work method statements zullen ontwikkeld en geïmplementeerd worden om het correcte gebruik, manipulatie en onderhoud van gevaarlijke stoffen en hun overeenkomstige apparatuur te garanderen en om het optreden van lekken te voorkomen. De belangrijkste

potentiële vervuilingsbron voor de bodem (zandkern) van het eiland en het oppervlaktewater rondom het eiland is het grote volume minerale olie in de transformatoren en reactanties.

Olie en andere stoffen opgevangen in de coalescentiefilter en/of de inkuipingen worden afgevoerd naar land voor verwerking volgens de vigerende regelgeving.

Een andere bron van vervuiling betreft het hemelwater die op het eiland terechtkomt en afspoelt richting zee, maar ook de grijze stromen aan afvalwater die op het eiland gegenereerd zullen worden. Voor deze stromen worden verschillende getrapte voorzorgsmaatregelen voorzien om het vrijkomen van stoffen in het milieu maximaal te beperken. Gezien de vele maatregelen die worden genomen om het vrijkomen van verontreinigende stoffen in het zeewater te voorkomen, maar gezien het risico op een accidentele, kortstondige, lozing nooit volledig kan worden voorkomen wordt dit effect als gering negatief (0/-) beoordeeld.

## Zwerfvuil

Gedurende de verschillende fases die het energie-eiland doorloopt kan zwerfvuil ontstaan door o.a. klein materiaal (vb verpakkingsmateriaal) dat wegvliegt; losgeslagen boeien; zwaar materiaal losgeslagen van het eiland dat afdrijft of afzinkt naar de bodem.

Om het risico op deze vormen van vervuiling te beperken zijn een reeks aan voorzorgsmaatregelen van kracht die voortvloeien uit verschillende wet- en regelgeving. De aard van en behandeling van de diverse afvalstromen op van het eiland zullen beschreven worden in een afvalbeheerplan. Naast het voorzien van een doorgedreven en weloverwogen design zal er regelmatig onderhoud en inspectie van de structuren op het eiland plaatsvinden om zo nodig preventief in te kunnen grijpen. Hoewel ook vanuit economisch standpunt de nodige maatregelen zullen genomen worden om het losslagen van materiaal te vermijden en onmiddellijk te verwijderen uit het milieu, en de heersende wetgeving rond afvalbeheer strikt gevolgd zal worden, is het risico op de creatie van zwerfvuil niet volledig uit te sluiten. Bijgevolg wordt dit effect als gering negatief (0/-) beoordeeld.

## Luchtvaart

Gezien de locatie van de verscheidene locaties van de energie-eilanden en de beschikbare gegevens aangaande de luchtvaart boven het BDNZ wordt het effect van de verschillende locatie van het energie-eiland op de luchtvaart als onbestaande (0) beschouwd.

## Radar en Scheepscommunicatie

Algemeen kan gesteld worden dat de realisatie en inplanting van het eiland geen noemenswaardige invloed zal hebben op de bewaking en opvolging van het scheepvaartverkeer op de grote routes, zoals het zich momenteel voordoet. Dit geldt ook voor de VHF radiocommunicatie.

Zowel voor het kuststation van Oostende, als voor alle waarnemingen en communicatie tussen schip en schip, stelt zich het potentiële probleem dat er telkens een radarblinde of radioblinde zone zal ontstaan, in lijn achter het eiland. Specifiek hierbij is de radarblindheid ten opzichte van het grootste deel van de omgeving voor schepen die in de nabijheid van het eiland opereren.

Het scheepvaartverkeer in deze directe omgeving van het eiland zal dus met de nodige omzichtigheid dienen te gebeuren. Tijdens de constructiefase, ontmantelingsfase en operationele fase zullen deze effecten gering zichtbaar zijn en worden deze bijgevolg als gering negatief beoordeeld (0/-).

#### 0.3.8.2.2 Platformen

##### Bijkomende scheepvaart en veranderende verkeerstromen

De constructie, exploitatie en ontmantelingsfase van vier platformen kan effect hebben op de scheepvaart. Door het project zal er bijkomend scheepvaartverkeer zijn voor installatie & ontmanteling, maar ook voor onderhoud tijdens de exploitatiefase. Voor de toegang tot het projectgebied dienen de toegangsroutes van en naar de kustgemeentes, maar ook de Westerschelde gebruikt te worden en/of gekruist.

In vergelijking met het grote aantal bestaande vaarbewegingen vanaf de kust of ten opzichte van het totale aantal scheepsbewegingen op het BDNZ (ca. 150.000/jaar) zal het project een zeer beperkte toename betekenen in aantal scheepsbewegingen tijdens de exploitatiefase wat als gering negatief (0/-) wordt beoordeeld. Tijdens de constructie- en ontmantelingsfase wordt echter wel een significante verhoging van het scheepvaartverkeer verwacht. Bijgevolg wordt het effect tijdens de bouw en ontmanteling als matig negatief (-) beoordeeld.

Naar verkeerstromen toe en de potentiële impact op de kans op bijkomende scheepsongevallen heeft de aanwezigheid van de platformen op zich een verwaarloosbare impact gezien de bouwlocaties buiten de geldende vaarroutes gelegen zijn. De verschillende platformen vormen een cumulatief geheel met de te ontwikkelen windparken die ook buiten deze vaarwegen gelegen zijn.

##### Risico op aanvaring met platformen

Rondom de platformen zal een veiligheidszone van 500 m gelden. De platformen, de veiligheidszone en/of de werkzone tijdens de constructiefase zullen gemarkeerd en bebakend worden met geschikte verlichting, boeien, misthoorns… Ondanks deze preventieve maatregelen bestaat de kans dat niet-projectgebonden schepen toch tegen een platform varen wegens bijvoorbeeld stuurfouten of falen van het schip.

Cathie heeft een aanvaringsstudie uitgevoerd (Cathie Associates, 2021) die kijkt naar de kans op aanvaring met de platformen. Door het nemen van de nodige preventiemaatregelen wordt het risico op aanvaring van de platformen als nagenoeg onbestaand (0) beschouwd en dit zowel tijdens constructie-, ontmantelings- en exploitatiefase. Offshore werken zijn daarnaast onderhevig aan zeer strikte veiligheidsregels inclusief de nodige noodplannen bij calamiteiten.

##### Risico op faling van de (elektrische) infrastructuur

In 2014 werd door de Universität Stuttgart een studie uitgevoerd naar de statistische faal data van substation transformatoren in Europa. Op basis van deze studie werd een faalkans bepaald van ca. 0,5% per jaar. Gezien de lage kans op falen worden effecten gerelateerd aan het falen van de infrastructuur dan ook als gering negatief (0/-) ingeschat.

Aanleiding tot faling kunnen o.a. een blikseminslag en/of brand zijn. Op basis van alle vereiste wettelijke maatregelen, voorziene method statements en voorzorgsmaatregelen wordt het effect eerder beperkt geacht, maar kan dit nooit 100% uitgesloten worden en bijgevolg wordt dit als gering negatief (0/-) beoordeeld.

##### Risico op het losslaan van platformonderdelen

Gedurende de levensduur van de platformen bestaat het risico dat onderdelen van een platform losslaan en in de waterkolom terechtkomen, met mogelijke schade aan het milieu rondom het platform tot gevolg. Aanleiding hiertoe kan enerzijds een faling van de erosiebescherming zijn en anderzijds de fysieke impact van de natuurelementen zoals bijv. golven.

Op basis van de reeds uitgevoerde en geplande studies naar de nodige erosiebescherming rondom de platformen en resistentie tegen de natuurelementen wordt het risico op het losslaan van platformonderdelen door falen van de erosiebescherming beduidend beperkt waardoor het effect eerder als gering negatief (0/-) wordt beschouwd.

### Risico op (olie-)verontreiniging

Met betrekking tot verontreiniging bestaat er een mogelijk risico op het vrijkomen van olie in het mariene milieu ten gevolge van een aanvaring van een schip met de platformen of bij een schip-schip collisie. Enkel schepen met een ervaren, professioneel getrainde bemanning worden toegelaten binnen de veiligheidszone of werkzone van de platformen. Desondanks zal de aanwezigheid van de platformen leiden tot een toename van de scheepvaart in de projectzone (onderhoud, bevoorrading) waardoor ook de kans op verontreiniging door het lekken van olie of andere vloeistoffen verhoogt waardoor het effect als gering negatief (0/-) wordt beoordeeld.

Daarnaast is er ook het potentieel risico op vervuiling afkomstig van de infrastructuur op de platformen. Als algemene regel geldt dat alle nodige procedures en work method statements zullen ontwikkeld en geïmplementeerd worden om het correcte gebruik, manipulatie en onderhoud van gevaarlijke stoffen en hun overeenkomstige apparatuur te garanderen en om het optreden van lekken te voorkomen. De belangrijkste potentiële vervuilingsbron voor de bodem en het oppervlaktewater rondom de platformen is het grote volume minerale olie in de transformatoren en reactanties.

Olie en andere stoffen, opgevangen in de coalescentiefilter en/of de inkuipingen, worden afgevoerd naar land voor verwerking volgens de vigerende regelgeving. Echter, gezien het risico op een accidentele, kortstondige, lozing nooit volledig kan worden voorkomen, wordt het effect van olieverontreiniging als gering negatief (0/-) beschouwd.

### Zwerfvuil

Gedurende de verschillende fases die de platformen doorlopen kan zwerfvuil ontstaan door o.a. klein materiaal (vb. verpakkingsmateriaal) dat wegvliegt; losgeslagen boeien; zwaar materiaal losgeslagen van de platformen dat afdrijft of afzinkt naar de bodem.

Om het risico op deze vormen van vervuiling te beperken zijn een reeks aan voorzorgsmaatregelen van kracht die voortvloeien uit verschillende wet- en regelgeving. Naast het voorzien van een doorgedreven en weloverwogen design zal er regelmatig onderhoud en inspectie van de structuren op de platformen plaatsvinden om zo nodig preventief in te kunnen grijpen. Hoewel ook vanuit economisch standpunt de nodige maatregelen zullen genomen worden om het losslagen van materiaal te vermijden en onmiddellijk te verwijderen uit het milieu, en de heersende wetgeving rond afvalbeheer strikt gevolgd zal worden, is het risico op de creatie van zwerfvuil niet volledig uit te sluiten. Bijgevolg wordt dit effect als gering negatief (0/-) beoordeeld.

### Luchtvaart

Gezien de verscheidene locaties van de platformen en de beschikbare gegevens aangaande de luchtvaart boven het BDNZ wordt het effect van de verschillende locatie van de platformen op de luchtvaart als onbestaande (0) beschouwd.

### Radar en scheepscommunicatie

Algemeen kan gesteld worden dat de realisatie en inplanting van de platformen geen noemenswaardige invloed zal hebben op de bewaking en opvolging van het scheepvaartverkeer op de grote routes, zoals het zich momenteel voordoet. Dit geldt ook voor de VHF radiocommunicatie.

Zowel voor het kuststation van Oostende, als voor alle waarnemingen en communicatie tussen schip en schip, stelt zich het potentiële probleem dat er telkens een radarblinde of radioblinde zone zal ontstaan, in lijn achter de platformen. Specifiek hierbij is de radarblindheid ten opzichte van het grootste deel van de omgeving voor schepen die in de nabijheid van een platform opereren.

Het scheepvaartverkeer in deze directe omgeving van de platformen zal dus met de nodige omzichtigheid dienen te gebeuren. Tijdens de constructiefase, ontmantelingsfase en operationele fase zullen deze effecten gering zichtbaar zijn en worden deze bijgevolg als gering negatief (0/-) beoordeeld.

#### 0.3.8.2.3 Kabels

##### Bijkomende scheepvaart

De constructie, exploitatie en ontmantelingsfase van de kabelinfrastructuur kan effect hebben op de scheepvaart. Door het project zal er bijkomend scheepvaartverkeer zijn voor installatie & ontmanteling, maar ook voor onderhoud tijdens de exploitatiefase. Voor de toegang tot het projectgebied dienen de toegangsroutes van en naar de kustgemeentes, maar ook de Westerschelde gebruikt te worden en/of gekruist.

In vergelijking met het grote aantal bestaande vaarbewegingen vanaf de kust of ten opzichte van het totale aantal scheepsbewegingen op het BDNZ (ca. 150.000/jaar) zal het project een zeer beperkte toename betekenen in aantal scheepsbewegingen tijdens de exploitatiefase wat als gering negatief (0/-) wordt beoordeeld. Tijdens de constructie- en ontmantelingsfase wordt echter wel een significante verhoging van het scheepvaartverkeer verwacht. Bijgevolg wordt het effect tijdens de bouw en ontmanteling als matig negatief (-) beoordeeld.

##### Risico op beschadiging

Onderzoek dat werd gepubliceerd in Energies behandelde het falen van AC export kabels voor de verschillende Europese offshore windmolenparken. Op basis van hun onderzoek stelden ze vast dat er zich gemiddeld 0,003 onderbrekingen per kilometer kabel per jaar voordoen. Van alle onderzochte windmolenparken met een HVAC connectie werd er één of meerdere falen vastgesteld bij 38%. Van alle onderzochte parken met een medium voltage AC connectie werd er één of meerdere falen vastgesteld bij 14%. Deze discrepantie is waarschijnlijk te verklaren door de grotere technologische maturiteit van medium voltage AC technologie (Warnock *et al.*, 2019).

Op basis van de geraadpleegde onderzoeken is het falen van één van de kabels niet uit te sluiten wat resulteert in een gering negatieve (0/-) beoordeling.

##### Risico op (olie-)verontreiniging

Met betrekking tot verontreiniging bestaat er een mogelijk risico op het vrijkomen van olie in het mariene milieu ten gevolge van een schip-schip aanvaring. Desondanks voorzorgsmaatregelen zal de installatie en onderhoud van de kabels leiden tot een toename van de scheepvaart in de projectzone (onderhoud, bevoorrading) waardoor ook de kans op verontreiniging door het lekken van olie of andere vloeistoffen verhoogt waardoor het effect als gering negatief (0/-) wordt beoordeeld voor alle fasen.

De kabelmaterialen zelf zijn zo geconcipieerd dat deze zelfs in geval van een breuk geen olieverontreiniging kunnen veroorzaken. Bijgevolg wordt het effect hiervan als onbestaande (0) beoordeeld.

### Zwerfvuil

Gedurende de pre-installatie, installatiewerken, operationele fase en ontmanteling is er een risico op creatie van klein zwerfvuil gedurende de activiteiten. Er is echter een resem aan wet- en regelgeving van kracht om het risico op zwerfvuil in te perken.

Klein zwerfvuil, ontstaan gedurende alle fasen, vormt ook een bron voor microplastics die via de voedselketen de menselijke gezondheid kunnen beïnvloeden.

Hoewel ook vanuit economisch standpunt de nodige maatregelen zullen genomen worden tijdens alle fasen om het verlies van materiaal te vermijden en onmiddellijk te verwijderen uit het milieu, en de heersende wetgeving rond afvalbeheer strikt gevolgd zal worden, is het risico op de creatie van zwerfvuil niet volledig uit te sluiten. Er wordt bijgevolg een gering negatief (0/-) effect verwacht op het behalen van de GMT voor descriptor D10.

## 0.3.8.3 Milderende maatregelen

Tijdens installatie, onderhoud en ontmanteling zullen de gebruikelijke veiligheidsmaatregelen genomen worden.

Om de hinder voor de scheepvaart en de risico's op aanvaring tot een minimum te beperken, dienen volgende veiligheidsmaatregelen minimaal geïmplementeerd worden:

- Er wordt steeds een veiligheids- en verbodszone rond de installatieschepen aangehouden (gewoonlijk 500 m);
- Via een 'Notice to Mariners' ('Bericht aan Zeevarenden') over de scheepsradio wordt de scheepvaart geïnformeerd over de locatie en de aard van de werken, en de vaarrichting en snelheid van de installatieschepen, via de afdeling Scheepvaartbegeleiding;
- Alle schepen die betrokken zijn bij de installatie worden steeds voorzien van de geschikte en reglementaire (licht)bebakening;
- Het kabellegschip zal begeleid worden door een ondersteuningsvaartuig dat in de nabijheid blijft en mogelijke risico's identificeert. Indien noodzakelijk en zinvol, kan ook bij andere werkzaamheden een begeleidingsschip ingezet worden;
- Alle betrokken diensten (Scheepvaartbegeleiding (VTS, MRCC), Scheepvaartpolitie, Loodswezen…) worden tijdig op de hoogte gebracht van de geplande werken. In een overlegmoment voorafgaand aan de werken kunnen afspraken gemaakt worden voor implementatie van extra veiligheidsmaatregelen;
- Kort voor de eigenlijke start van de werken en tijdens uitvoering van de werken worden de betrokken diensten geïnformeerd over de detailplanning en voortgang van de werken.

Indien specifiek eilandlocatie "Noord" zou weerhouden worden, waar er potentieel kans is op het ontstaan van een verondieping, is het belangrijk om op de bestaande vaarroute tussen de windparken de diepte te blijven garanderen zodat schepen met diepgang van 11 m gebruik kunnen blijven maken van deze vaarroute. Op basis van de modelering voor MOG2 wordt geen verondieping verwacht.

Indien het eiland of de platformstructuren in-situ worden bewaard na hun operationele leven, kan worden overwogen om toch (een deel) van de supra structuur te verwijderen. Dit met het oog op het verkleinen van de kans op olieverontreiniging in het geval van een aanvaring.

Daar waar bij lekkages significante hoeveelheden olie of vet in zee terecht kunnen komen, kunnen adequate sensoren op geschikte locaties of regelmatige inspecties worden voorzien waarmee lekkages worden gedetecteerd. De operator kan het ontstaan van een lek op die manier snel signaleren en navenant interveniëren, waarmee de vloeistoffen zo snel mogelijk uit de opvangbakken verwijderd kunnen worden.

Wanneer als gevolg van een defect of ongeval stoffen of materialen in zee terecht komen die een bedreiging zijn voor het milieu, moet getracht worden deze stoffen of materialen zo spoedig mogelijk uit het milieu te verwijderen en te verwerken of storten volgens de geldende reglementering.

Preventie:

- Er wordt in de kaarten van zeevaarders een (permanente) nota opgenomen over de aanwezigheid van de MOG2 infrastructuur.
- Opmaak Emergency Response Plan (ERP) en Emergency Response Communication Plan (ERCoP) in samenspraak met de bevoegde instanties (in het bijzonder DMM, MRCC en BMM);
- Rond het eiland zelf, zal in samenspraak met DG Scheepvaart een veiligheidszone van 500 m ingesteld worden rond het eiland. Dit vindt z'n juridische basis in het KB van 4 februari 2020 tot instelling van veiligheidszones in de zeegebieden onder Belgische rechtsbevoegdheid.
- Ten behoeve van de veiligheid van de scheep- en luchtvaart zal de nodige bebakening en signalisatie voorzien worden op en nabij het eiland, op advies van de Afdeling Scheepvaartbegeleiding en DG Scheepvaart. Er zal een signalisatie en bebakeningsplan opgemaakt worden dat niet enkel de operationele fase dekt maar ook de constructiefase.
- Tijdens de diverse installatiefases zal een guard vessel aanwezig zijn.
- Indien na de operationele fase beslist wordt om het eiland of de platformen in situ te laten liggen, dient de aanwezigheid en goede werking van de markering en bebakening van het eiland of de platformen (verlichting, misthoorns, boeien) gegarandeerd te worden.

Berging:

- De berging van gezonken en vastgelopen schepen zal gebeuren volgens de wet d.d. 20/01/1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België.

Om te voorkomen dat infrastructuur kan losslaan en zwerfvuil ontstaat worden volgende maatregelen genomen:

- Voor de aanleg van MOG2 zal de best beschikbare technologie gebruikt worden zodat het mariene leven zo minimaal mogelijk verstoord wordt.
- De bouwmaterialen zullen zoveel mogelijk uit natuurlijke materialen vervaardigd zijn en zullen geen afvalstoffen of secundaire grondstoffen bevatten.
- Verder zal het gebruik van 'consumables' op het eiland zo veel mogelijk beperkt worden om wegwaaien te voorkomen.

## 0.4 Cumulatieve effecten

De potentiële effecten ten gevolge van het MOG2 project kunnen in combinatie met andere activiteiten op zee leiden tot een cumulatie van effecten. Er werd een scoping oefening gedaan van mogelijke cumulatieve effecten per effect discipline van MOG2 met alle mogelijke activiteiten in het BDNZ inclusief de nieuwe windparken in PEZ. Vervolgens zijn mogelijke cumulatieve effecten verder besproken, enerzijds binnen het afgebakende PEZ gebied (samen met de geplande windparken in PEZ) en anderzijds op BDNZ schaal (aangezien de exportkabels grotendeels buiten PEZ lopen). Er is getracht deze cumulatieve effecten te kwantificeren voor zover mogelijk met de beschikbare informatie. Het kunnen behalen van de goede milieutoestand doelstellingen (descriptoren KRMS) wordt ook getoetst aan mogelijke beïnvloeding door de besproken cumulatieve effecten.

Cumulatieve effecten kunnen berekend worden als een relatief simpele optelsom van alle effecten van de afzonderlijke activiteiten. Bepaalde effecten zouden elkaar ook kunnen versterken, of juist geheel of gedeeltelijk opheffen. In de volgende paragrafen zal daarom aangegeven worden of het potentieel cumulatief effect dan wel of niet van toepassing, kleiner (<S), gelijk (S) of groter (>S) is dan de som van de individuele effecten.

### 0.4.1 Bodem

#### 0.4.1.1 Eiland

##### 0.4.1.1.1 Constructiefase

Het effect van het MOG2 project op fysiek verlies van de zeebodem cumuleert met andere projecten zoals windturbines en platformfunderingen. Zolang deze infrastructuren ter plaatse blijven, cumuleren deze effecten in BDNZ. Daarnaast zullen structuren zoals erosiebescherming en kabelbescherming de zeebodem sterk veranderen. Het effect voor elk project is lokaal ter hoogte van het project. De cumulatie is gelijk aan de som van de individuele effecten (S). Het MOG2 eiland project samen met de nieuwe windparken in PEZ voegen maximaal 0,019% fysiek bodemverlies toe in het BDNZ. Een aanzienlijk deel hiervan is enkel een wijziging van de zeebodem en blijft functionele zeebodem (erosiebescherming). De cumulatieve effecten brengen het behalen van de goede milieutoestand descriptor 6 (zeebodemintegriteit) in BDNZ niet in het gedrang.

Het effect van het MOG2 project op fysieke verstoring zeebodem en veranderingen sedimenttransporten cumuleert met alle bagger- en stortwerken voor nieuwe infrastructuur, zandwinning, storten van baggerspecie, en overige bodemberoerende activiteiten zoals bodemberoerende visserij. Cumulatie is mogelijk bij gelijktijdige uitvoering van naburige projecten. In geval van veranderende sedimenttransporten door de aanwezigheid van infrastructuren, kunnen de effecten langer blijven voortduren en cumuleren in het BDNZ (tot ontmanteling). Het MOG2 eiland project samen met de nieuwe windparken in PEZ voegen circa 0,05% fysiek bodemverstoring toe in het BDNZ. Dit is tijdelijk tijdens de constructie en beperkt tot de PEZ zone die door het MRP bestemd werd voor menselijke activiteiten. Tussen de effecten van beide projecten zal er een tijdsverschil optreden. De nog te bouwen windparken zullen vermoedelijk nauwelijks overlappen qua constructieperiode van de basisinfrastructuur van het energie-eiland. Ruimtelijk is er geen overlap. Indien er overlap is in de uitvoering, is de cumulatie beperkt tot de som van de individuele effecten (S).

Rond het eiland wordt een veiligheidszone ingesteld van 500 m vanaf de buitengrenzen (ca. 100 ha) en voor de nieuwe windparken in PEZ wordt een exclusieve zone ingesteld in de hele PEZ waar niet meer gevist mag worden. Dit zorgt voor een reductie van de verstoringsdruk door bodemberoerende activiteiten in het gehele PEZ (28.500 ha). Dit is 8,28% van de zeebodem in het BDNZ dat niet meer door bodemberoerende visserij kan verstoord worden. Dit is gunstig voor het behalen van de goede milieutoestand descriptor 6 (zeebodemintegriteit). De cumulatie van de effecten van beide projecten is kleiner dan de som aangezien het eiland binnen PEZ is gelegen (<S). Dit effect blijft voortduren tot de ontmanteling van de projecten.

Naast het grondverzet wordt de zeebodem ook verstoord door veranderende sedimentatie en erosie. Het percentage fijn materiaal (fijn zand en slib) in gebaggerd materiaal ter hoogte van het eiland is beperkt. De sedimentatie en erosie effecten door het MOG2 project zijn gemodelleerd voor de relevantste baggeractiviteiten tijdens de constructiefase (IMDC, 2022a). De footprint van de depositie is 1 cm dik in de nabije omgeving van de eilandlocatie tot maximaal 2 km afstand. De constructie van het eiland zelf (basisinfrastructuur) is voorzien in 2024-2026. De constructie zal slechts gedeeltelijk overlappen in de tijd met de constructie van de windparken. Het cumulatieve effect van sedimentatie (vooral fijn materiaal) kan groter zijn dan de som van de individuele effecten (>S) met de meest nabijgelegen windmolens in een straal van 2 km van het eiland.

Wat betreft de sedimentatie van de turbiditeitspluim ten gevolge van de zandextractie bestaat er bezorgdheid aangaande far field effecten op de zeebodemfuncties. Uit monitoring blijkt immers dat er een risico bestaat dat fijn materiaal van de overvloei op grote afstand gevolgen heeft voor de zeebodemfuncties en aldus de zeebodemintegriteit (onder meer ter hoogte van waardevolle grindbedden) (Van Lancker *et al.*, 2015). Er is evenwel nog geen directe relatie vastgesteld tussen de aanrijking met fijn materiaal ter hoogte van grindbedden en intensieve extractieactiviteiten. Dit aspect wordt momenteel verder opgevolgd en onderzocht. Het cumulatieve effect van sedimentatie (vooral fijn materiaal) *kan* groter zijn dan de som van de individuele effecten (>S?).

#### 0.4.1.1.2 Operationele fase

Het effect van de constructiefase op fysiek verlies van de zeebodem, en wijziging van de zeebodem blijft voortduren tijdens de operationele fase.

Het effect van het MOG2 project op fysieke verstoring zeebodem en veranderingen sedimenttransporten cumuleert met alle bagger- en stortwerken voor nieuwe infrastructuur, zandwinning, storten van baggerspecie, en overige bodemberoerende activiteiten zoals bodemberoerende visserij. Tijdens de operationele fase zal erosie rond het eiland plaatsvinden waardoor er in de nabijheid afzettingen zullen optreden. Daarnaast veroorzaakt het eiland wijzigingen in stromingspatronen waardoor bodemtransporten op geruime afstand veranderen. Beide effecten zijn gemodelleerd voor MOG2 (IMDC, 2022a; Svašek Hydraulics, 2022b). Bij windmolens wordt nauwelijks erosie waargenomen doordat erosiebescherming voorzien is waar nodig. Door de smalle vorm wordt evenmin een verandering in bodemtransporten verwacht. Dit zal verwaarloosbaar zijn ten opzichte van het effect van het eiland. Er is geen cumulatie (0).

Bij windmolens werd wel reeds een kleine doch zichtbare pluimvorming van organisch materiaal geobserveerd met een pluim tot op 1 à 2 km weg van de turbine (Baeye and Fettweis, 2015). Dit is niet gemodelleerd voor MOG2 maar het is redelijk aan te nemen dat een gelijkaardig effect ook aan het eiland zal optreden. Rekening houdend met een maximale reikwijdte van 2 km van de pluim in de dominante stromingsrichting (ZW) van MOG2, en rekening houdend met een minimale veiligheidsafstand van MOG2 met de

dichtstbijzijnde windturbine (500-1000 meter), zal er een cumulatie optreden van de pluimen met organisch materiaal met de meest nabije windturbine in ZW richting (binnen een afstand van 2 km). Dit kan resulteren in een effect groter dan de som (>S). Dit is van beperkte omvang aangezien het slechts met één windturbine zou cumuleren. Voor de ecologische gevolgen van deze organische verrijking wordt verwezen naar sectie 0 (Macrobenthos, epibenthos en visgemeenschappen).

#### 0.4.1.1.3 Ontmantelingsfase

In elk geval moet later bestudeerd worden en op het einde van de exploitatieperiode beslist worden of volledige verwijdering van het caisson eiland en erosiebescherming wenselijk is voor het milieu. In geval van ontmanteling, zullen de cumulatieve effecten vergelijkbaar zijn aan deze van de constructiefase wanneer de ontmantelingsfase van het energie-eiland met de windmolens gelijktijdig uitgevoerd worden in PEZ. Vanwege de voorziene levensduur van het eiland van 100 jaar en voor windmolens slechts 35 jaar is, is het onduidelijk of en wanneer het eiland en windmolens tegelijk zouden ontmanteld worden. Afhankelijk van de wijze waarop het eiland verwijderd wordt en waar het infill zand achtergelaten wordt, kan er een put ontstaan. Indien ook de windparkfunderingen met erosiebescherming worden verwijderd, is er geen beïnvloeding van de diverse putten zodat het cumulatieve effect op verlies en verstoring van de zeebodem niet groter is dan de som van de individuele effecten (S).

### 0.4.1.2 Platformen

In dit deel over het platformen alternatief focussen we op effecten die onderscheidend zijn van het MOG2 energie-eiland project en de exportkabels.

#### 0.4.1.2.1 Constructiefase

In het platformenalternatief zullen de vier funderingen aanleiding geven tot ca. 1 hectare fysiek verlies van de zeebodem door de funderingen. Daarnaast wordt een oppervlakte van ca. 4 ha erosiebescherming aangenomen wat resulteert in een verandering van de zeebodem (introductie van een harde laag). Deze oppervlakte is een worst case aanname aangezien er niet noodzakelijk steenbestorting zal nodig zijn (gunstige locaties gekozen die vlak en redelijk hard zijn). Samen met de nieuwe windparken in PEZ bedraagt de toevoeging van fysiek bodemverlies 0,01% van het BDNZ. Een aanzienlijk deel hiervan blijft functionele zeebodem (erosiebescherming). Dit brengt het behalen van de goede milieutoestand descriptor 6 (zeebodemintegriteit) niet in het gedrang. Het effect voor elk project is lokaal ter hoogte van het project. De cumulatie is gelijk aan de som van de individuele effecten (S). Er zal gedeeltelijke overlap zijn in de tijd van de installatie van het MOG2 platformen alternatief en de nieuwe windparken, maar dit versterkt het cumulatieve effect niet. Er is geen ruimtelijke overlap van verschillende projecten.

De backfill voor de exportkabels buiten PEZ zijn identiek met MOG2 eiland exportkabels. Het traject binnen het PEZ naar de vier platformen is wel onderscheidend. Het kabeltraject naar de twee zuidelijke platformen doorkruist over potentiële grindzones in Natura2000 gebied. Dit traject moet afgewerkt worden met materiaal dat zo goed als mogelijk lijkt op de aanwezige grindzone. Ook voor de infieldkabels van de windparken zullen er regelmatig potentiële grindbedden doorkruist worden in Natura2000 gebied. Mits het toepassen van de gepaste milderende maatregelen hoeft dit echter geen permanente beschadiging van dit beschermde habitat te betekenen. Bovendien zijn de grindbedden vandaag in een zeer ongunstige staat van instandhouding.

Het MOG2 platformen alternatief resulteert in minimale fysieke verstoring van de zeebodem tijdens de constructiefase van de platformen. Door de gekozen locaties is er slechts beperkte nivellering nodig (lokaal verplaatsen van zand). Er is geen cumulatief effect voor bodemverstoring door grondverzet (0).

Het positief effect voor bodemverstoring door het instellen van een exclusieve zone voor de nieuwe windparken in PEZ is hetzelfde als voor het energie-eiland (<S).

Door de positie van de vier platformen in PEZ is er voor de exportkabels meer kans op ruimtelijke overlap met de installatie van windpark infieldkabels. Er zal (gedeeltelijke) overlap zijn van de constructiefase van de kabels van beide projecten in de tijd. De verstoring vindt plaats in de PEZ zone die door het MRP bestemd werd voor menselijke activiteiten. Het cumulatief effect is kleiner dan de som (<S).

#### 0.4.1.2.2 Operationele fase

Het effect van de constructiefase blijft voortduren tijdens de operationele fase voor fysiek bodemverlies en wijziging zeebodem door erosiebescherming.

Lokale erosie rond platformfunderingen en de funderingen van de windturbines is afhankelijk van het type fundering en aangebrachte erosiebescherming. Indien erosiebescherming voorzien is rond de funderingen is geen lokale erosie te verwachten. Tijdens de operationele fase zal er wel pluimvorming ontstaan van organisch materiaal in het zog van elk van de zes funderingspalen van de vier platformen. Er ontstaan dus vier impact zones (per platform apart) waar cumulatie mogelijk is met de meest nabije windturbine in ZW richting. Dit kan resulteren in een effect groter dan de som (>S), maar van beperkte omvang met slechts de meest nabije windturbine bij elk platform.

#### 0.4.1.2.3 Ontmantelingsfase

In elk geval moet later bestudeerd worden en op het einde van de exploitatieperiode beslist worden of volledige verwijdering van de platformen en erosiebescherming wenselijk is voor het milieu. In geval van volledige ontmanteling, zullen de effecten vergelijkbaar zijn aan deze van de constructiefase. Er zal enkel een cumulatief effect optreden wanneer de ontmantelingsfase van de platformen met de windmolens gelijktijdig uitgevoerd worden in PEZ. De voorziene levensduur voor de platformen en voor windmolens zijn beide ca. 35 jaar is. Bij verwijdering van de funderingen en de bescherming, zal er in essentie een put ontstaan ter hoogte van elke fundering. Het is wel zo dat er geen beïnvloeding zal zijn van de diverse funderingsputten (verschillende platformen, en windmolens) zodat het cumulatieve effect gelijk is aan de som van de individuele effecten (S).

### 0.4.1.3 Kabels

#### 0.4.1.3.1 Constructiefase

De exportkabels voor MOG2 hebben geen fysiek verlies van de zeebodem als effect, maar wel een wijziging van de zeebodem na het backfillen van de kabelsleuven (indien de kabelsleuven worden voorgebaggerd) en ter hoogte van kabelkruisingen. Ter hoogte van grindbedden zal de bodem na kabelinstallatie moeten afgewerkt worden met een hard substraat dat zo goed als mogelijk gelijkt op het aanwezige grindbed. Dit is echter bestaand hard oppervlak en dus geen structurele wijziging van de zeebodem. Ter hoogte van 40 tal kabelkruisingen moet versterking voorzien worden (ca. 0,1 ha per kruising, dus ca. 4 ha nieuw hard substraat). Deze effecten zijn lokaal rond ieder project, waardoor de cumulatie van effecten gelijk is aan de som van individuele effecten (S).

Het exportkabels zorgen voor een tijdelijke verstoring van de zeebodem in een langgerekt gebied in het BDNZ. De verstoring vindt grotendeels plaats in zones die door het MRP bestemd werden voor menselijke activiteiten (PEZ en kabelcorridor). Binnen het PEZ is er mogelijks een versterkt cumulatief effect voor bodemverstoring en depositie van baggerpluimen bij samenvallende constructiefase met de windparken (>S). De aanleg van de exportkabels voor MOG2 is voorzien in de periode 2025-2029 (inclusief voorbereidende offshore werken, uitvoering gebeurt gefaseerd met 2 of 3 kabels tegelijk of per kabelsysteem). Gelijktijdig kan er gewerkt worden aan de installatie van de exportkabels, de toekomstige windturbines in PEZ en de infieldkabels in PEZ. Het cumulatieve effect is beperkt aangezien de werken voor de windmolens binnen het PEZ plaatsvinden en de werken voor exportkabels van MOG2 grotendeels buiten het PEZ.

#### 0.4.1.3.2 Operationele fase

Het effect van de constructiefase op een wijziging van de zeebodem (kabelkruisingen) blijft voortduren tijdens de operationele fase.

#### 0.4.1.3.3 Ontmantelingsfase

De effecten tijdens de ontmanteling van de exportkabels zijn een stuk lager dan tijdens de constructiefase (geen baggerwerken nodig). Tijdens de ontmantelingsfase worden geen cumulatieve effecten (0) verwacht.

### 0.4.2 Water

### 0.4.2.1 Eiland

#### 0.4.2.1.1 Constructiefase

**Turbiditeit**

De constructie van het eiland zal een lokale en tijdelijke verhoging van de turbiditeit veroorzaken vooral tijdens de baggerwerkzaamheden. Tijdens baggeren en (tijdelijke) stortingen doormiddel van kleppen treden verliezen op die een sedimenttransport veroorzaken bovenop het natuurlijke. Bovendien wordt door de bagger- en (tijdelijke) stortwerken de lokale morfologie veranderd. Dit cumuleert met grondverzet werkzaamheden voor de nieuwe windmolens in PEZ, maar dit is minimaal. De invloedstraal van de werken op de turbiditeit in de meeste gevallen te beperkt opdat de turbiditeitspluimen elkaar zouden versterken. Er zal een tijdsverschil optreden tussen de effecten. De windparken zullen slechts gedeeltelijk overlappen qua constructieperiode. Dit resulteert echter wel in een veel langere periode met verstoring van turbiditeit, maar met beperkte intensiteit. De cumulatie is gelijk aan de som van individuele effecten (S).

Er zal zich daarnaast een lange periode van overlappende constructie- en exploitatiefases van diverse projecten in eenzelfde zone kunnen voordoen met visserij (indien gelijktijdige installatie en bodemberoerende visserij), zandextractie (indien gelijktijdig installatie MOG2 export kabels en zandextracties in erkende zones), storten van gebaggerd materiaal (indien gelijktijdig installatie MOG2 exportkabels, tijdelijke stockage en stortingen in erkende zones). Er valt niet te verwachten dat cumulatieve effecten zullen optreden omdat de meeste effecten lokaal en/of van zeer tijdelijke aard zullen zijn. Modellering van de stortacties gedurende het installeren van de kabels tonen aan dat de turbiditeitswolk snel na het beëindigen van de werken terugzakt tot

onder de natuurlijke waarden (IMDC, 2022a). De cumulatie is hooguit de som van de individuele effecten (S).

**Invloed op de fysio chemische karakteristieken**

Gedurende de constructiefase van zowel de windparken en het eiland zal er zich een verhoogde kans voordoen op accidentele lozingen. Echter, er zijn vele maatregelen van kracht onder invloed van de geldende regelgeving, om accidentele lozing te voorkomen en indien nodig snel te mitigeren. Eventuele cumulatieve effecten zullen bestaan uit maximaal de som van de individuele effecten (S).

#### 0.4.2.1.2 Operationele fase

**Turbiditeit**

Harde infrastructuur in een zandige omgeving resulteert in erosie en depositie van erosiepluimen in de omgeving (verhoogde turbiditeit). Naast deze erosiepluimen zullen er eveneens pluimen met organisch materiaal ontstaan, afkomstig van zowel de windturbines als het eiland. Cumulatie is enkel mogelijk indien de turbines zich voldoende nabij het eiland bevinden om een interactie aan te gaan met de turbiditeitspluim veroorzaakt door het eiland. De cumulatie zal dan ook de som vormen van de individuele effecten (S).

**Invloed op hydrodynamica**

Het energie-eiland heeft een effect op hydrodynamica. Onder invloed van de permanente structuur zal een permanente verandering optreden van de stromingen en de golven rondom het eiland. De stroomsnelheid zal onder invloed van het eiland toenemen (vooral de eerste jaren na constructie) langsheen de lange zijden van het eiland, en afnemen langsheen de korte zijden. Ook de fundamenten van de windturbines oefenen een beperkte invloed uit op stroming, echter, de stroming hersteld zich op korte afstand van de turbine waardoor er zich geen cumulatief effect voordoet (0).

Onder invloed van reflectiegolven op de eilandstructuur zullen er zich permanente wijzingen voordoen van de golfhoogtes. De veranderingen doen zich voor aan de zijde van het eiland die is blootgesteld aan de golven. De totale grote van de golven is hierbij afhankelijk van de hoogte van de inkomende golven. Gezien de geringe omvangen van de windturbines wordt echter aangenomen dat deze geen invloed zullen uitoefenen op omvang van de golven, bijgevolg doet er zich geen cumulatief effect voor (0).

**Invloed op de fysio chemische karakteristieken**

Het eiland zal gelijktijdig met de windmolenparken actief zijn. Er bestaat een risico op accidentele lozing van olie, chemicaliën, en/of vervuild water van de verschillende onderstations en windturbines aanwezig in de zone. Er worden echter verschillende maatregelen genomen om eventuele vervuiling tegen te gaan door het opvangen van vervuilende stoffen, brandbestrijdingssystemen, regelmatig onderhoud, etc. Eventuele cumulatieve effecten betreffen maximaal de som van de individuele effecten (S).

#### 0.4.2.1.3 Ontmantelingsfase

**Turbiditeit**

De effecten tijdens de ontmantelingsfase zullen gelijkaardig zijn als in de constructiefase. Indien verschillende infrastructuren tegelijk tot ontmanteling overgaan, worden dezelfde cumulatieve effecten op turbiditeit verwacht als tijdens de constructiefase (S).

#### 0.4.2.2 Platformen

**Turbiditeit**

Het MOG2 platformen alternatief leidt minimaal tot turbiditeit (afhankelijk van de fundering en bodem karakteristieken). Cumulatie is mogelijk met nabijgelegen activiteiten die turbiditeit veroorzaken. De reikwijdte zal beperkt zijn. Het cumulatief effect bedraagt dan niet meer dan de som van de effecten (S).

#### 0.4.2.3 Kabels

**Turbiditeit**

De impact op de turbiditeit wordt voor de aanleg van de exportkabels als tijdelijk en lokaal beoordeeld. Cumulatie tijdens de constructiefase (en ontmanteling) is mogelijk met projecten die turbiditeit veroorzaken in dezelfde omgeving en gelijktijdig plaatsvinden (>S). Tijdens de operationele fase worden er geen cumulatieve effecten verwacht (0).

### 0.4.3 Klimaat en atmosfeer

#### 0.4.3.1 Eiland en kabels

##### 0.4.3.1.1 Constructiefase

De te verwachten totale uitstoot aan NOx, $SO_2$, fijn stof en $CO_2$ gedurende het project is bepaald, rekening houdend met het type schip, vaarafstand, brandstofverbruik, vaarsnelheid en de totale tijd nodig voor de uitvoering van de verschillende onderdelen van het project. De extra scheepsbewegingen en de daarbij horende emissies voor het eiland en de exportkabels cumuleren met ander scheepvaart activiteiten op zee (scheepvaart, visserij, bouw windparken, zandwinning en stortactiviteiten). Het cumulatief effect met andere projecten is groter dan de som van de effecten (>S) aangezien emissies accumuleren in de atmosfeer.

De materialenproductie voor het MOG2 eiland (caissons en erosiebescherming) is verantwoordelijk voor veruit het grootste aandeel in $CO_2$ emissies door het project. Het cumulatief effect van alle materialen productie voor diverse projecten is groter dan de som van de effecten (>S) aangezien er sprake is van accumulatie van broeikasgassen in de atmosfeer.

##### 0.4.3.1.2 Operationele fase

Tijdens de operationele fase zijn beperkte scheepsbewegingen en herstellingen nodig. Echter accumuleren emissies in de atmosfeer waardoor het cumulatief effect met andere projecten groter is dan de som van de effecten (>S).

Een belangrijk effect tijdens de operationele fase zijn de vermeden emissies op het land als gevolg van het feit dat de netto elektriciteitsproductie van de windparken niet door middel van klassieke, al dan niet in combinatie met nucleaire, productie dient te worden opgewekt. Het MOG2 project en de nieuwe windparken in PEZ zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Het effect is voor beide projecten samen (S). De vermeden emissies van het MOG2 project met alle nieuwe windparken in PEZ zullen een belangrijke bijdrage leveren voor het behalen van de Belgische klimaatdoelstellingen.

#### 0.4.3.1.3 Ontmantelingsfase

De effecten tijdens de ontmanteling zullen vergelijkbaar zijn aan deze van de constructiefase, al zijn die voor de exportkabels een stuk lager (geen baggerwerken nodig). Het is onduidelijk of de ontmanteling van de verschillende projecten in dezelfde periode zal plaatsvinden (indien geopteerd wordt om te ontmantelen), maar vanwege de accumulatie van broeikasgassen in de atmosfeer geeft de ontmanteling van meerdere projecten aanleiding tot een versterking (>S) van broeikasgassen in de atmosfeer ongeacht de fasering.

### 0.4.3.2 Platformen en kabels

#### 0.4.3.2.1 Constructiefase

Omdat emissies accumuleren in de atmosfeer, is het cumulatieve effect met andere projecten groter dan de som van de individuele effecten (>S).

#### 0.4.3.2.2 Operationele fase

Tijdens de operationele fase zijn beperkte scheepsbewegingen en herstellingen nodig. Het cumulatief effect met andere projecten is groter dan de som van de individuele effecten (>S) vanwege de accumulatie in de atmosfeer.

In geval van het platformen alternatief inclusief exportkabels wordt de totale $CO_2$ emissie uitstoot ruimschoots gecompenseerd door de vermeden emissies als gevolg van de nieuwe windparken in PEZ. Het effect is gezamenlijk voor beide projecten samen (S).

#### 0.4.3.2.3 Ontmantelingsfase

In geval van ontmanteling, zullen de effecten vergelijkbaar zijn aan deze van de constructiefase. Vanwege de accumulatie van broeikasgassen in de atmosfeer geeft de ontmanteling van meerdere projecten aanleiding tot een versterking (>S) van broeikasgassen in de atmosfeer ongeacht de fasering.

## 0.4.4 Geluid en trillingen

### 0.4.4.1 Eiland en kabels

#### 0.4.4.1.1 Constructie fase

Het geluid van het heien (impulsgeluid) kan onderwater tot op een relatief grote afstand worden waargenomen, met slechts een geringe geluidsdemping tot de projectgrenzen. Dit effect is beperkt in de tijd tijdens de heiwerkzaamheden. Er wordt geen overlap verwacht in de tijd tussen heiwerken voor het energie-eiland en voor de nieuwe windmolens in het PEZ. Er is geen cumulatief effect (0).

Het effect op geluid door scheepvaart en baggerwerken van het MOG2 project met exportkabels en de nieuwe windparken in PEZ kan groter zijn dan de som van de individuele effecten door de mogelijke temporele overlap, de lange tijdsduur van verhoogde geluidsniveau en de grote ruimtelijke spreiding van de werken (>S). Bovendien zal de toename van scheepsbewegingen in en naar de PEZ een negatieve bijdrage leveren aan het behalen van de GMT D11 – continu onderwatergeluid.

#### 0.4.4.1.2 Operationele fase

Scheepvaartgeluiden tijdens de operationele fase van MOG2 zijn minimaal en verwaarloosbaar ten opzichte van alle scheepvaart in BDNZ. Er worden geen cumulatieve effecten verwacht.

#### 0.4.4.1.3 Ontmantelingsfase

De effecten tijdens de ontmanteling zullen vergelijkbaar zijn aan deze van de constructiefase (exclusief heien). In geval van samenvallende ontmanteling van het MOG2 project en de windparken in PEZ is de som van effecten groter (>S).

### 0.4.4.2 Platformen en kabels

#### 0.4.4.2.1 Constructiefase

De platformen zouden gefaseerd gebouwd worden in periode 2024/25 tot 2029. Dit overlapt met de bouw van de windparken in PEZ. Gezien de heiactiviteiten slechts tijdelijk voorkomen en bij het heien een impulsgeluid (niet continu) wordt opgewekt, is de kans klein dat twee impulsgeluiden uit 2 projecten met elkaar interfereren. Indien het synchroon verloop sporadisch zou voorkomen veroorzaakt het cumulatief effect max. een toename van 3 dB in het piekniveau. Het cumulatieve effect wordt verwacht gelijk te zijn aan de som van de effecten (S).

De constructie van het MOG2 platformen alternatief en de nieuwe windparken in PEZ overlapt gedeeltelijk in de tijd. Vooral in de periode van de installatie van de transmissie-infrastructuur bovenop de platformen zal dit gepaard gaan met veel scheepvaart voor aanvoer van klein materiaal en personeel. Onderwatergeluid vanwege de scheepsbewegingen neemt toe bij gelijktijdige constructie van beide projecten. Analoog met het eiland, wordt het effect op geluid groter geschat dan de som van de individuele effecten (>S). De toename van scheepsbewegingen in en naar de PEZ zal een negatieve bijdrage leveren aan het behalen van de GMT D11 – continu onderwatergeluid.

#### 0.4.4.2.2 Operationele fase

Scheepvaartgeluiden tijdens de operationele fase van het platformen alternatief zijn minimaal en verwaarloosbaar ten opzichte van alle scheepvaart in BDNZ.

#### 0.4.4.2.3 Ontmantelingsfase

In geval van ontmanteling, zullen de effecten lager zijn aan deze van de constructiefase (exclusief heien). In geval van samenvallende ontmanteling van het MOG2 project en windparken in PEZ kan het effect op geluid groter zijn dan de som van de individuele effecten (>S).

## 0.4.5 Fauna, flora en biodiversiteit

### 0.4.5.1 Macrobenthos, epibenthos en visgemeenschappen

Tijdens de constructiefase van het MOG2 project kunnen cumulatieve effecten optreden met activiteiten die de bodemverstoring veroorzaken, geluidsverstoring en een verhoging van de turbiditeit. Het betreft visserij, scheepvaart, de bouw van nieuwe windparken, zandextractie en het storten van baggerspecie. Voor de operationele fase wordt gefocust op de interactie met de nieuwe windparken in de PEZ en de EMV van de aanwezige elektriciteitskabels.

#### 0.4.5.1.1 Eiland en kabels

##### Constructiefase

**Biotoopverstoring**

Voor descriptor D6 van de KRMS is de fysische verstoring en/of vernietiging van de zeebodem ten gevolge van bagger- en stortactiviteiten, ontwikkeling van offshore installaties (windparken, bekabeling, pijpleidingen), boomkorvisserij en zandextractie een belangrijke belastende factor. Gezien verstoorde habitats zich relatief snel herstellen, en daartoe ook de kans krijgen bij het afsluiten van de PEZ voor visserij, wordt het cumulatief effect beschouwd als de som van de effecten (S).

**Turbiditeit en sedimentatie**

Dit type van verstoring is voornamelijk gerelateerd met de baggeractiviteiten. Ter hoogte van de grindbedden kan er zich tijdens de constructie van MOG2 eveneens een verhoging van de turbiditeit door zandextractie voordoen. Tot slot kan ook bodemberoerende visserij in de omgeving van de werken zorgen voor een cumulatie in turbiditeit en sedimentatie. Dit cumulatief effect zal zich echter maar tijdelijk voordoen aangezien op termijn de volledige PEZ wordt afgesloten voor visserij. Het cumulatief effect van de toename in fijne sedimenten in de waterkolom en op de zeebodem wordt beschouwd als de som van de effecten (S).

**Geluidsverstoring**

Tijdens de constructiefase van MOG2 wordt een matig negatief effect verwacht op vissen en epibenthos ten gevolge van verstoring door de baggerwerken van het eiland en de kabels, de scheepsbewegingen en in beperkte mate, heiactiviteiten. De constructiefase van de windparken in de PEZ zal deels overlappen met de constructie van MOG2, zeker met de bouw van de transmissie-infrastructuur op het eiland. Het cumulatief effect wordt verwacht groter te zijn dan de som van de effecten (>S) door de langere duur van blootstelling aan hoge geluidsniveaus en verstoring, en het uitgebreide gebied waarbinnen deze effecten zich voordoen. Voor de effecten op de GMT D11 onderwatergeluid wordt verwezen naar de toelichting over invloed op zeezoogdieren.

##### Operationele fase

**Uitsluiten visserij**

De benthische habitats van het BDNZ staan onder grote druk, voornamelijk door de bodemberoerende visserij. Ook andere activiteiten als baggeren en baggerstorten, mariene aggregaatextractie, constructie van windparken, etc. leiden tot lokaal intensieve impacts op de benthische habitats. Hoewel er tijdens de constructie van MOG2 en de windparken in de PEZ een verstoring van de benthische gemeenschappen en visfauna kan verwacht worden, zal tijdens de operationele fase door de afwezigheid van visserij en andere bodemberoerende activiteiten de zeebodem de kans krijgen zich

te herstellen. Ook voor het herstel van de grindbedden in de PEZ, het herstel van paaiplaatsen en kraamkamers voor vissen en de ontwikkeling van langlevende, traag groeiende soorten is de afwezigheid van bodemberoering cruciaal (Belgische Staat, 2022a). Gezien MOG2 zich binnen de PEZ bevindt, is het cumulatief effect van het uitsluiten voor bodemberoerende visserij kleiner dan de som van de effecten (<S).

**Depositie organisch materiaal**

Rondom harde substraten in de waterkolom wordt een verrijking van de omliggende sedimenten verwacht met organisch materiaal. Ook in de bestaande en toekomstige windparken stijgt de biodiversiteit en biomassa om deze reden. Door de grote afstand tussen de structuren wordt er geen ruimtelijke cumulatie verwacht. Het cumulatief effect is gelijk aan de som van de effecten (S).

**Elektromagnetische velden (EMV) en warmtedissipatie**

Het effect van opwarming van de zeebodem wordt als zo goed als onbestaand beschouwd voor het benthos. Het cumulatieve effect is dan ook verwaarloosbaar. De sterke toename van elektriciteitskabels in het BDNZ (waaronder de toekomstige infield-kabels van de windparken in de PEZ) kan mogelijk wel cumulatieve effecten uitoefenen op gevoelige soorten, zoals kraakbeenvissen, door de veelvuldige en verspreide aanwezigheid van EMV, die bovendien afwijkend zijn van elkaar in oriëntatie, sterkte en fysisch voorkomen (statisch of pulserend). Gezien de effecten van EMV nog grotendeels een leemte in de kennis vormen, geldt dit ook voor de cumulatieve effecten. Daarnaast bestaan er grote verschillen tussen EMV opgewekt door een AC kabel of een DC kabel (DC kabels kunnen een sterker veld opwekken), en worden de EMV grotendeels opgeheven bij het bundelen van kabels en het dieper ingraven. Indien EMV inderdaad zou leiden tot de verstoring van het migratiegedrag en de verspreiding van enkele soorten, kan het cumulatief effect als groter dan de som van de effecten (>S) worden beschouwd. Verder onderzoek is echter aangewezen.

### Ontmantelingsfase

Er heerst grote onzekerheid over de manier waarop infrastructuur in het BDNZ zal worden ontmanteld om bijvoorbeeld waardevolle artificiële riffen die ontstaan zijn te beschermen. Door deze onzekerheid wordt het cumulatief effect, indien van toepassing, beschouwd als de som van de effecten (S). Hierbij dient te worden opgemerkt dat indien bodemberoerende activiteiten opnieuw worden toegelaten in de PEZ, er significant negatieve effecten kunnen optreden op bodemgemeenschappen, visfauna, grindbedden en paaiplaatsen, aangezien er verwacht wordt dat er na lange tijd van herstel een veel betere GMT zal zijn bereikt dan nu het geval is.

#### 0.4.5.1.2 Platformen en kabels

Voor het platform alternatief worden er geen cumulatieve effecten verwacht op sedimentatie, turbiditeit en biotoopverstoring, gezien de geringe impact tijdens de installatie werken. Voor de andere effecten, evenals de effecten gerelateerd aan de exportkabels zijn gelijkaardig als beschreven voor het scenario eiland en exportkabels.

### 0.4.5.2 Vogels en vleermuizen

Tijdens de constructiefase van het MOG2 project kunnen cumulatieve effecten optreden met activiteiten die de verstoring van zeevogels veroorzaken en een verhoging van de turbiditeit. Het betreft scheepvaart, recreatieve scheepvaart, visserij, de bouw van nieuwe windparken, zandextractie en het storten van baggerspecie. Voor vleermuizen werden in het hoofdstuk 5.5 Fauna, flora en biodiversiteit geen effecten verwacht tijdens de constructiefase van het eiland en de kabels. De cumulatieve effecten worden in deze fase dan ook als verwaarloosbaar beschouwd. Voor de

operationele fase wordt voor vogels en vleermuizen gefocust op de interactie met de nieuwe windparken in de PEZ.

#### 0.4.5.2.1 Eiland en kabels

### Constructiefase

**Verstoring**

De bijkomende scheepsbewegingen voor het MOG2 project en de nieuwe windparken in de PEZ zorgen voor een regelmatige verstoring van verstoringsgevoelige soorten, die voornamelijk in de kustzone voorkomen, boven op de reeds bestaande verstoring door de commerciële en recreatieve scheepvaart, inclusief die voor o.a. visserij en stortactiviteiten. Of het cumulatief effect al dan niet groter is dan de som van de effecten zal grotendeels afhangen van in welke mate scheepvaart van en naar de PEZ dezelfde route zal gebruiken. Het cumulatief effect zal gelijk zijn aan de som, of kleiner dan de som van de effecten (<S) indien de aanvoerroute naar de PEZ geoptimaliseerd wordt (dit werd als maatregel voorgesteld in fiche 9b van het KRMS maatregelenprogramma 2022).

**Turbiditeit**

Voor de cumulatieve effecten op turbiditeit in de waterkolom werd vastgesteld dat het effect gelijk is aan de som van de effecten (S). De verhoogde turbiditeit kan het foerageren van visueel jagende vogels bemoeilijken, al is dit effect lokaal en tijdelijk.

### Operationele fase

**Aanvaringsrisico**

Bij het cumulatief effect van het eiland en de windparken dienen de positieve effecten van eventuele aantrekking steeds te worden afgewogen tegenover een potentieel toegenomen mortaliteit door aanvaringen. De aantrekking tot het eiland zal voor sommige soorten afhankelijk zijn van de ruimte tussen de turbines (persoonlijke communicatie, Eric Stienen INBO, 2022). De nieuwe generatie windturbines zijn steeds groter met hogere wiekhoogte met een grotere vrije vliegruimte onder de wieken, en met een grotere minimale tussenafstand waardoor er een acceptabele corridor voor vogels kan ontstaan tussen de windturbines.

Doordat er nog veel onzekerheden zijn over de inplanting van de toekomstige windparken en de inplanting ten opzichte van het eiland, is het moeilijk om de positieve effecten betrouwbaar en objectief af te wegen tegenover de negatieve. Door de wisselwerking tussen de aantrekking van soorten en het mogelijk verhoogd aanvaringsrisico, wordt het cumulatief effect als groter dan de som van de effecten (>S) beschouwd. Voor vleermuizen stelt zich dezelfde problematiek als voor zeevogels. Analoog met de vogels wordt het cumulatief effect als groter dan de som van de effecten (>S) beschouwd.

### Ontmantelingsfase

Tijdens de ontmantelingsfase zal zich opnieuw een algemene verstoring van vogels voordoen, al wordt die kleiner ingeschat gezien er dan geen heiactiviteiten nodig zullen zijn. Indien de ontmanteling van MOG2 samenvalt met andere verstorende activiteiten voor zeezoogdieren (e.g. baggerwerken, zandextractie, scheepvaart), wordt verwacht dat het cumulatief effect gelijk is aan de som (S) van de effecten.

#### 0.4.5.2.2 Platformen en kabels

Gezien de platformen veel kleiner zijn in omvang dan het eiland is de kans klein dat vogels er zullen broeden. Toch zullen de vier platformen eveneens een sterke aantrekking uitvoeren op de meeste soorten. Het cumulatief effect met de windparken zal gelijkaardig zijn als besproken voor het eiland.

### 0.4.5.3 Zeezoogdieren

Tijdens de constructiefase zullen de effecten van MOG2 voornamelijk cumuleren met andere activiteiten die het onderwatergeluid doen toenemen, zoals de constructie van de nieuwe windparken (in het bijzonder heigeluiden), visserij en scheepvaart; en met activiteiten die zorgen voor een toename in turbiditeit zoals zandextractie en het storten van baggerspecie. Tijdens de operationele fase zal er cumulatie optreden met de effecten van de nieuwe windparken in de PEZ.

#### 0.4.5.3.1 Eiland en kabels

##### Constructiefase

**Algemene verstoring**

Tijdens de constructiefase van MOG2 wordt een matig negatief effect verwacht op zeezoogdieren ten gevolge van verstoring door de baggerwerken van het eiland en de kabels, scheepsbewegingen en in beperkte mate, heiactiviteiten. De constructiefase van de windparken in de PEZ zal deels overlappen met de constructie van MOG2, zeker met de bouw van de transmissie-infrastructuur op het eiland. Het cumulatief effect wordt verwacht groter te zijn dan de som van de effecten (>S) door de langere duur van blootstelling aan hoge geluidsniveaus en verstoring, en het uitgebreide gebied waarbinnen deze effecten zich voordoen. Het effect van verstoring dient goed opgevolgd te worden in het monitoringsprogramma.

##### Operationele fase

**Voedselbeschikbaarheid**

Voor de operationele fase van het eiland werd een gering positief effect verwacht op de voedselbeschikbaarheid van zeezoogdieren. Ook rondom andere harde substraten in de PEZ en de bestaande windparken wordt een verhoging van prooidieren van zeezoogdieren verwacht. Bovendien kan verwacht worden dat door het uitsluiten van de visserij de visbestanden in de PEZ zullen toenemen, wat eveneens leidt tot een verhoging van de voedselbeschikbaarheid van zeezoogdieren. Het cumulatief effect kan er toe leiden dat de PEZ een belangrijke foerageerplaats wordt voor zeezoogdieren. Het cumulatief effect is gelijk aan de som van de effecten (S).

##### Ontmantelingsfase

Tijdens de ontmantelingsfase zal zich opnieuw een algemene verstoring van zeezoogdieren voordoen, al wordt die kleiner ingeschat gezien er dan geen heiactiviteiten nodig zullen zijn. Indien de ontmanteling van MOG2 samenvalt met andere verstorende activiteiten voor zeezoogdieren (e.g. baggerwerken, zandextractie, scheepvaart), wordt verwacht dat het cumulatief effect gelijk is aan de som (S) van de effecten.

#### 0.4.5.3.2 Platformen en kabels

Voor het platform alternatief worden grotendeels dezelfde cumulatieve effecten verwacht als voor het eiland. De installatie van een platformen zal een gelijkaardige impact hebben op de geluidsniveau dan de installatie van een windturbine met

eenzelfde funderingsdiameter. Ook tijdens de operationele fase wordt de voedselbeschikbaarheid rond de fundering van de platformen gelijkaardig ingeschat als voor de funderingen van de windturbines.

#### 0.4.5.4 Harde substraten

Er zal cumulatie optreden met andere bronnen van harde substraten in de Noordzee, zijnde wrakken, bestaande en toekomstige windparken, boeien en meetstations, aquacultuur, strandhoofden en havens.

##### 0.4.5.4.1 Eiland en kabels

###### Operationele fase

**Rif-effect**

Er valt in de Noordzee een globale toename te constateren van allerlei kunstmatige harde substraten. Op deze plekken kan een significante toename in biodiversiteit en biomassa verwacht worden door de beschikbaarheid van schuilplaatsen en voedsel (rif-effect). Door de toename in connectiviteit verwachten we dat het cumulatief effect groter zal zijn dan de som van de effecten (>S). Een positieve bijdrage aan KRMS descriptoren D1 (biodiversiteit) en D4 (ecosysteem en voedselketen) kan worden verwacht.

**Toename niet-inheemse soorten**

De verbeterde connectiviteit tussen harde substraten heeft echter ook een keerzijde, door de verspreiding van niet-inheemse soorten (NIS), het zogenaamde stepping stone effect. Descriptor D2 van de KRMS stelt dat de introductie van nieuwe door de mens geïnduceerde niet-inheemse soorten die een ecosysteem veranderen dient te worden vermeden. Ook hier is het cumulatief effect groter dan de som van de effecten (>S). Hoewel het effect als aanvaardbaar wordt beschouwd, is enige voorzichtigheid aan te raden en verdere monitoring om deze resultaten te bevestigen wenselijk.

###### Ontmantelingsfase

In hoeverre de ontmanteling van het eiland zal leiden tot een cumulatief effect, zal afhangen of er op dat moment eveneens andere harde substraten worden verwijderd op het BDNZ, en of er andere complexe infrastructuur wordt bijgebouwd. In een worst case scenario, waarbij er zich een afname voordoet van de artificiële riffen, wordt het effect als groter dan de som van de effecten (>S) beoordeeld, gezien het verlies aan connectiviteit.

##### 0.4.5.4.2 Platformen en kabels

Hoewel de platformen voor een veel beperktere toename aan harde substraten zorgen, worden de cumulatieve effecten net als voor het eiland als groter dan de som van de effecten ingeschat, omwille van het stepping stone effect en de verhoging van de connectiviteit tussen artificiële riffen.

### 0.4.6 Zeezicht en cultureel erfgoed

#### 0.4.6.1 Eiland en kabels

MOG2 en de nieuwe windparken in PEZ zijn niet zichtbaar vanaf de kust. De constructie gaat wel gepaard met extra scheepsbewegingen in en uit de zeehaven voor meerdere jaren, en ook voor onderhoud en herstellingen voor MOG2 zullen er bijkomende scheepsbewegingen nodig zijn tijdens de hele levensduur van MOG2 (al is dit beperkt). Dit zal overlappen in de tijd met de scheepsbewegingen voor de nieuwe windparken in PEZ en andere scheepvaartactiviteiten. De cumulatie van effecten is gelijk aan de som van individuele effecten (S). De cumulatieve effecten die tijdens de ontmantelingsfase zullen optreden zijn analoog met de constructiefase.

#### 0.4.6.2 Platformen en kabels

Voor de installatie en onderhoud van de platformen zijn ook scheepsbewegingen nodig van en naar de havens. Dit is beperkter dan voor het eiland, maar cumuleert ook met alle andere scheepsactiviteiten (S).

### 0.4.7 Interactie met andere menselijke activiteiten

#### 0.4.7.1 Visserij

##### 0.4.7.1.1 Eiland

Vanaf de start van de werkzaamheden aan het eiland wordt een veiligheidszone van 500 m ingesteld, en vanaf de start van de werkzaamheden aan de nieuwe windparken in PEZ (voorzien vanaf 2026) wordt de hele PEZ afgesloten voor de visserij. Het cumulatieve effect van het eiland met de nieuwe windparken is kleiner dan de som (<S) aangezien het eiland in het PEZ ligt. De aanwezigheid van het eiland in combinatie met de windparken zou een spill-over effect (positief effect) op de visserij in Belgische waters kunnen versterken (>S). Daarnaast kan de afsluiting van een groot aaneengesloten gebied er wel toe leiden dat de vaartijd van vissersschepen toeneemt. Door de ligging van het eiland tussen de windparken leidt dit niet tot een bijkomend effect, waardoor het cumulatief effect kleiner is dan de som van de effecten (<S).

De cumulatie van sedimentverstoring en scheepsactiviteiten tijdens de constructie van het eiland met andere verstorende activiteiten in de omgeving resulteren in een versterkt effect voor visgedrag (>S).

##### 0.4.7.1.2 Platformen

Het cumulatieve effect van het platformen alternatief met de nieuwe windparken op het verlies van visgrond (exclusieve zone) is kleiner dan de som (<S) aangezien de platformen ook het PEZ liggen. De cumulatie van het platformen alternatief met de windmolens zal mogelijks ook het spill-over effect versterken (>S). Het is onduidelijk of het effect van de platformen groter of kleiner zou zijn dan bij het eiland (vier kleine locaties versus één grote locatie).

De installatie van de platformen gaat gepaard met heien. Gelijktijdige heiactiviteiten zorgen voor een versterkt effect (>S), maar het is niet waarschijnlijk dat er heiactiviteiten gelijktijdig zullen plaatsvinden. Deze activiteiten duren niet lang.

#### 0.4.7.1.3 Kabels

De installatiewerkzaamheden (en ontmanteling) van de exportkabels in de kustzone (6 nautische mijl zone) hinderen visserij in het kabeltraject, al is dit beperkt gezien enerzijds het beperkt aantal uren dat gevist wordt in het tracé en anderzijds dat niet het gehele traject continu geblokkeerd zal zijn voor de visserij en dat de werken alleen plaatselijk voor verstoring van de vispopulatie zorgen. Dit cumuleert wel met alle andere activiteiten in de kustzone in dezelfde periode als de MOG2 exportkabels (voorzien gedurende 2025-2029, maar slechts in fasen). Het cumulatief effect is gelijk aan de som van individuele effecten (S).

De cumulatie van sedimentverstoring en scheepsactiviteiten tijdens de constructie van de exportkabels met andere verstorende activiteiten in de omgeving resulteren in een versterkt effect voor visgedrag (>S). Er worden geen cumulatieve effecten verwacht tijdens de operationele fase van de kabeltracés op de visserij (0). Anderzijds kunnen mogelijke cumulatieve effecten worden veroorzaakt door het ontstaan van elektromagnetische stralingen (kabels) (zie 0).

### 0.4.7.2 Zandontginning

#### 0.4.7.2.1 Eiland

De cumulatie van zandbehoefte voor het MOG2 energie-eiland in combinatie met andere projecten die zand behoeven, en de cumulatie van morfologische veranderingen in de zandextractiezone 4d, is de som van individuele effecten (S).

#### 0.4.7.2.2 Platformen

Voor het platformen alternatief is geen zand nodig (cumulatie niet van toepassing).

#### 0.4.7.2.3 Kabels

Voor de backfill van de voorgebaggerde sleuven is goede kwaliteit thermisch geleidbaar materiaal nodig, i.e. zand. Het is daarom niet uitgesloten dat er een minimale hoeveelheid uit een erkende zandextractie zone moet gehaald worden tijdens de installatie van de kabels (ingeval van scenario met voorbaggeren en backfillen). De extractiehoeveelheden in deze zones zijn gereguleerd en er is een referentieniveau waaronder niet ontgonnen mag worden. Dit heeft een mogelijk effect voor overige zandextractie activiteiten. De cumulatie van zandbehoefte is de som van individuele effecten (S).

### 0.4.7.3 Baggeren en storten van baggerspecie

Alle eilandlocaties en platformen bevinden zich op voldoende afstand van de stortzones (cumulatie niet van toepassing). Voor sommige kabeltracés is er een overlap met stortlocaties/vervangingszones mogelijk. De toename van activiteiten en projecten, zeker in de kustzone, kunnen het moeilijker maken om geschikte stortzones te vinden. De cumulatie van effecten kan groter worden dan de som (>S).

### 0.4.7.4 Zone voor hernieuwbare energie

MOG2 met de nieuwe windparken maken samen de productie van hernieuwbare energie mogelijk, ongeacht de gekozen configuratie. Het cumulatieve effect is dus niet van toepassing (n.v.t.). In de toekomst zal wel het meervoudig gebruik van de zones voor hernieuwbare energie worden onderzocht en gestimuleerd, bijvoorbeeld door het

testen van alternatieve systemen voor andere hernieuwbare energie technologieën. Dit zou deze zones nog productiever maken.

#### 0.4.7.5 Zones voor commerciële en industriële activiteiten

Het ingraven van exportkabels voor de alternatieve tracés naar De Haan en Oostende-Bredene die door Zone D lopen, kunnen mogelijk een gevolg hebben op toekomstig gebruik van deze zone voor commerciële en industriële activiteiten. Hoewel volgens het MRP 2020-2026 Zone D maximaal 50% van de oppervlakte in gebruik mag worden genomen, en dus de mate van gebruik van de zone niet geïmpacteerd wordt, kan de aanwezigheid van de kabels de flexibiliteit naar ruimtelijke inplanting van toekomstige projecten inperken. Het doorkruisen van deze zone met exportkabels is conform het MRP niet uitgesloten maar moet overeengekomen worden met de relevante autoriteiten. Gezien er momenteel nog geen concrete invulling is van deze zone, is er nog geen cumulatie met andere projecten (0).

#### 0.4.7.6 Wetenschappelijk onderzoek en oceanologische waarnemingen

Het cumulatief effect van meerdere projecten samen is versterkend voor het wetenschappelijk onderzoek (>S), bijvoorbeeld met betrekking tot cumulatieve effecten onderzoek. Voor de exportkabels speelt dit effect minder, alhoewel het onderzoek naar elektromagnetische velden en de impact of biodiversiteit wel nog steeds loopt. De nabijheid van meerdere kabels kan in die zin wel bijdragen aan wetenschappelijke kennis ontwikkeling (>S).

#### 0.4.7.7 Scheepvaart

MOG2 cumuleert met alle andere scheepsactiviteiten op zee en zorgt voor een verhoging van risico's voor de scheepvaartsector in het algemeen (veiligheid) en zeker in combinatie met een toename van infrastructuren op zee waardoor het aanvaringsrisico tussen schepen ook toeneemt (>S).

#### 0.4.7.8 Toerisme en recreatie

Gezien de grote afstand van de PEZ tot de kust, wordt er geen effect verwacht op toerisme en recreatie. Er is geen cumulatie (0). De kabelinstallatie in de kustzone cumuleert wel met andere projecten in de kustzone. Het cumulatieve effect nemen we als de som van de individuele effecten (S). Het effect op toerisme en recreatie is immers deels ook subjectief voor elke recreant. Werken kunnen ook een aantrekking hebben voor sommige toeristen.

### 0.4.8 Risico's en veiligheid

#### 0.4.8.1 Eiland

Er wordt verwacht dat het belangrijkste cumulatieve effect voor de discipline Risico's en veiligheid zal optreden voor het deelaspect 'Scheepvaart'. Met het eiland worden geen belangrijke verkeersstromen afgesloten. Het MOG2 eiland ligt temidden van de toekomstige windparken in PEZ. Het cumulatieve effect resulteert daardoor in een reductie van aanvaringsrisico van schepen op het eiland (<S).

Aandachtspunt hierbij is wel de mogelijke verondieping in de vaarroute tussen de windparken in PEZ ten gevolge van de wijzing in erosie en sedimentatiepatronen. Op basis van de huidige diepte van de vaargeul en de sedimentatie en erosiemodellering (Svašek Hydraulics, 2022b) verwachten we niet dat de vaarroute te ondiep zou kunnen worden als gevolg van MOG2 voor schepen met een diepgang tot 11 m (zie hoofdstuk

5.8 Risico's en veiligheid). Dit geldt voor de drie locatie opties. Er worden voor dit aspect geen andere projecten verwacht die zouden cumuleren.

#### 0.4.8.2 Platformen

Het cumulatieve effecten bij het platformen alternatief zijn hetzelfde als voor het eiland (<S).

#### 0.4.8.3 Kabels

Mits een goede samenwerking met de betrokken offshore projecten worden er geen significante cumulatieve effecten (0) verwacht van de installatie, exploitatie en ontmanteling van de kabels op het vlak van risico en veiligheid.

## 0.5 Grensoverschrijdende effecten

Gezien de positie en de afstand van MOG2 inclusief exportkabels ten opzichte van de buurlanden en mede gelet op het beperkte milieu impact op zich (sedimentpluim en veranderingen in bodemtransport in tijd en ruimte is zeer klein, (IMDC, 2022a; Svašek Hydraulics, 2022b)) worden er geen grensoverschrijdende effecten verwacht in Frankrijk, Nederland en het VK (minimale afstand ca. 15 km van MOG2 tot de grens, en minimaal 6 km van platform A3). Effecten van het project in deze wateren kunnen dan ook worden uitgesloten.

### 0.5.1 Bodem en water

Uit de numerieke modelleringsstudies (IMDC, 2022a; Svašek Hydraulics, 2022b) blijkt dat de invloedsfeer van het eiland op de hydrodynamica en het sedimenttransport beperkt is tot de directe omgeving van het eiland en niet reikt tot aan de Belgisch-Franse grens en Belgisch-VK grens. Ook de turbiditeitspluimen die ontstaan bij de creatie van het zandplateau, de bovenbouw, en de aanleg van de exportkabels overschrijden de natuurlijke achtergrondconcentraties niet in Frans, Nederlands of VK grondgebied.

### 0.5.2 Klimaat en atmosfeer

Tijdens de constructie en ontmantelingsfase wordt een verhoging van emissies verwacht ten gevolge van de toename in scheepsactiviteiten. Door de reeds hoge concentratie aan schepen in Franse, Nederlandse, VK wateren en de rest van de Noordzee kan dit effect als verwaarloosbaar beschouwd worden.

### 0.5.3 Geluid en zeezicht

MOG2 zal niet zichtbaar zijn vanaf de Franse kust door de grote afstand. Ook de geluidshinder van baggerschepen is minimaal en zal aan de Franse, Nederlandse, VK grens zich onder het huidig achtergrond geluidsniveau bevinden.

### 0.5.4 Fauna, flora en biodiversiteit

Momenteel bevindt zich één Natura 2000 gebied over de grens met Frankrijk (Bancs des Flandres), maar dit is op ruime afstand van het MOG2 eiland (minstens 30 km).

Momenteel bevinden zich twee Natura 2000 gebieden over de grens met Nederland in de nabijheid van MOG2 kabels (worst case aanlandingszone Blankenberge-Zeebrugge): de Vlakte van de Raan (Habitatrichtlijngebied) en de Voordelta (Vogel- en Habitatrichtlijngebied en aangewezen wetland). De kabels naderen tot minstens 15 km van de Vlakte van de Raan (Nederlands gedeelte) voor de worst case aanlandingszone alternatief Blankenberge-Zeebrugge. Uit de numerieke modelleringen voor MOG2 blijkt dat de sedimentpluim en wijzigende bodemtransporten de grens met Nederland niet zal overschrijden (IMDC, 2022a; Svašek Hydraulics, 2022b).

Over de VK grens bevindt zich het natuurgebied Southern North Sea gebied op minstens 18 km van MOG2. Uit de numerieke modelleringen voor MOG2 blijkt dat de sedimentpluim en wijzigende bodemtransporten de grens met VK niet zal overschrijden (IMDC, 2022a; Svašek Hydraulics, 2022b).

### 0.5.5 Risico's en veiligheid

Geen grensoverschrijdende risico's of veiligheidseffecten door de grote afstand tot de Franse, Nederlandse en VK grens.

## 0.6 Conclusie

### 0.6.1 Eiland

De besproken effecten van het eiland tijdens de constructie, exploitatie en ontmanteling zijn veelal hetzelfde voor de drie alternatieve eilandlocaties (West 1, West 2, Noord). De relevantste verschillen zijn het gevolg van de verschillende waterdiepte op de drie mogelijke locaties (West 1 meest ondiep, West 2 diepste). Dit heeft gevolgen voor de hoeveelheid materiaal die nodig is (zandplateau, erosiebescherming), effecten van het storten van het zandplateau (enkel voor locatie optie West 2 en Noord), de emissies daarvoor, alsook de benodigde scheepsbewegingen en de verstoringseffecten daarvan (geluid, zeezicht, emissies, risico's). Verder heeft de locatie optie een onderscheidend effect tijdens de operationele fase op lokale stromingspatronen en sedimenttransport, en dus ook op morfologie en bathymetrie. De effecten zijn niet eenduidig hoger of lager voor één locatie optie: West 2 heeft de grootste invloedzone met veranderingen in erosie en sedimentatie, en locatie Noord heeft de grootste invloedzone voor turbiditeit. Deze verschillen zijn relatief beperkt waardoor de eindbeoordeling hetzelfde is. Enkel voor enkele specifieke effecten werd een onderscheidende beoordeling gegeven:

- Locatie optie West 1 resulteert in gering negatieve effecten ter hoogte van een tijdelijke stockageplaats (bodem, water, zie model output) voor de tijdelijke opslag van sediment afkomstig van nivelleringswerken. Deze effecten zijn afwezig ingeval van de alternatieve locaties West 2 en Noord (zandplateau wordt daar aangelegd, zonder voorafgaandelijke afgravingen of nivelleringen). Voor West 1 bestaat nog de mogelijkheid dat het materiaal op de eilandlocatie zelf kan gestockeerd worden, waardoor de effecten op een tijdelijke stockageplaats kunnen vermeden worden maar anderzijds wel verschuiven naar de eilandlocatie zelf.
- Locatie optie West 2 resulteert in toenemende erosie (model output) ter hoogte van het aanwezige wrak S 87 waardoor dit wrak potentieel kan bloot komt te liggen en meer kwetsbaar wordt. Rond West 1 en Noord worden geen noemenswaardige erosie/sedimentatie veranderingen in de nabijheid van dit wrak vastgesteld (model output).

- Locatie optie Noord resulteert in een gering negatief effect op de winningszone Sector 4a Noordhinder. De eilandlocatie Noord bevindt zich immers in Sector 4a Noordhinder waardoor deze zone reeds sneller niet meer/minder bruikbaar zal zijn voor zandwinning. Dit is sowieso tijdelijk aangezien deze zone zich ook binnen PEZ bevindt en met de afsluiting voor de nieuwe windparken sowieso buiten gebruik zal genomen worden.
- Locatie optie Noord is aan de rand van PEZ gelegen waardoor het aanvaringsrisico voor vogels, aangetrokken door het eiland, tijdens de operationele fase van de windparken kleiner is.

### 0.6.2 Platformen

Voor de besproken effecten voor de platform-optie zijn nagenoeg geen verschillen tussen beide alternatieven (AC platformen op monopiles of jackets) vastgesteld. Het gebruik van de suction bucket techniek zal de geluidsverstoring tijdens de constructiefase sterk verminderen.

### 0.6.3 Kabels

Vanwege het relatief beperkt verschil in lengte tussen de verschillende route opties zijn er weinig verschillen in veel effecten. De verschillen in effecten ten gevolge van de verschillende kabelroutes hebben betrekking op volgende aspecten:

- Fauna, flora en biodiversiteit:
    - De kabelroutes naar het platformalternatief doorkruisen enkele bijkomende potentiële grindbedden binnen habitatrichtlijngebied Vlaamse Banken.
    - Kabeltraject Noord 2 doorkruist eveneens bijkomend een potentieel grindbed.
    - Bij aanlanding in Oostende-Bredene of De Haan worden belangrijke habitats van respectievelijk duikers en zee-eenden doorkruist.
    - Bij aanlanding in Oostende-Bredene doorkruist het tracé een groter oppervlak van vogelrichtlijngebied SBZ-V2 in vergelijking met de andere tracés. Bij aanlanding in Blankenberge-Zeebrugge wordt eveneens een klein deel van vogelrichtlijngebied SBZ-V3 doorkruist (zie ontwerp PB – externe bijlage 1).
- Cultureel erfgoed: In de aanlandingszone Oostende-Bredene zal het niet mogelijk zijn om de minimale afstand van 100 m ten opzichte van alle aanwezige wrakken te bewaren, en dienen verdere routeoptimalisaties uitgevoerd te worden om beschadiging van de aanwezige wrakken te vermijden. Ook met betrekking tot aanwezig cultureel erfgoed onder water kan een gering negatief effect optreden in het geval van het tracéalternatief naar de zone Oostende-Bredene.
- Visserij: Volgens het visserijeffectenrapport gebeuren de meeste vangsten in het scenario kabelcorridor Oostende-Bredene. De installatie effecten voor deze optie kunnen daardoor groter zijn voor visserij (tijdelijk tijdens installatie).
- Baggeren en storten van baggerspecie: De kabeltracés naar de zones Blankenberge-Zeebrugge en Wenduine doorkruisen het zuidelijke punt van de vervangingszone baggerstorten van Zeebrugge Oost.
- Zones voor commerciële en industriële activiteiten: Het ingraven van exportkabels voor de alternatieve tracés naar zones De Haan en Oostende-Bredene die door Zone D lopen kunnen mogelijk een gevolg hebben op toekomstig gebruik van deze zone voor commerciële en industriële activiteiten. Het doorkruisen van deze zone met exportkabels is conform het MRP niet uitgesloten maar moet overeengekomen

worden met de relevante autoriteiten. Er is dus een gering negatief effect voor de kabelroutes met aanlanding in de zone De Haan of Oostende-Bredene. Er is geen effect voor de andere tracés.

Op vlak van kabelconfiguratie zal het bundelen van de HVDC kabels de elektromagnetisch velden sterk doen afnemen waardoor het mogelijk effect op (kraakbeen)vissen kleiner wordt.

Anderzijds zijn er grote verschillen in effecten afhankelijk van de kabelinstallatietechniek. De effecten bij de technieken voorbaggeren (pre-trenching) met backfill en ploegen zijn uitgebreid behandeld in dit MER. Dit heeft een grote impact op het aantal scheepsbewegingen en de effecten daarvan, alsook de nood voor tijdelijke stockage bij voorbaggeren om de sleuven nadien terug op te vullen (backfill). Het terug opvullen van de kabelsleuven kan gepaard gaan met de nood aan aanvoer van extern zand (uit erkende winningszones), vanwege verliezen die optreden tijdens het tijdelijk stockeren en storten en vanwege de vereiste kwaliteit van het materiaal dat nodig voor backfill (ivm thermische geleidbaarheid). De installatietechniek ploegen zal – net zoals bij het voorbaggeren met backfill – voorafgegaan worden door pre-sweepen (hoogste duintoppen verwijderen), waarvoor ook tijdelijke stockage van het materiaal nodig is, maar dit is beperkt in vergelijking met voorbaggeren.

### 0.6.4 Tijdelijke stockageplaatsen

Er zijn vier potentiële tijdelijke stockageplaatsen geïdentificeerd en onderzocht in dit MER. Hierbij werd zoveel mogelijk rekening gehouden met andere activiteiten in BDNZ. De behandelde effecten zijn veelal onafhankelijk van de stockageplaatsen. Twee onderscheidende effecten werden vastgesteld:

- De meest zuidelijke potentiële tijdelijke stockage plaats komt overeen met de vervangingszone Zone 1 voor stortzone S1. Het gebruik van deze zone kan een reductie betekenen van de toekomstige, nog beschikbare stortcapaciteit, tenzij alle tijdelijk gestockeerde sediment opnieuw verwijderd wordt. Het mogelijke gebruik van deze zone dient met de betrokken instanties overlegd en overeengekomen worden.
- Potentiële stockageplaatsen 2 en 3 overlappen met potentiële grindbedden volgens het KBIN Grind Model 2012. Er kan verwacht worden dat deze grindbedden na stockage van sediment permanent verstoord blijven. Het is echter onzeker of hier effectief grind voorkomt. Bovendien zijn de grindbedden in het BDNZ door de grote antropogene druk op heden in zeer slechte staat van instandhouding. De uiteindelijke stockageplaatsen zullen geselecteerd worden op voldoende afstand van grindbedden om begraving en sedimentatie zo veel mogelijk te voorkomen.

Als tijdelijke werkzone voor het eiland wordt stockageplaats 1 als meest geschikte locatie beschouwd omdat die zich het dichtst bij de eilandlocaties situeert. Voor de kabelinstallatie met voorbaggeren werd stockageplaats 3 aangenomen als geschikte locatie (centraal), maar er kan ook bekeken worden om meerdere locaties gespreid te overwegen (spreiding van kleinere effecten).

### 0.6.5 Cumulatieve effecten

Alle cumulatieve effecten gelden voor alle alternatieven. Er zijn geen noemenswaardige verschillen tussen locatie alternatieven.

### 0.6.6 Grensoverschrijdende effecten

Bepaalde alternatieven situeren zich dichter bij de grens met buurlanden, maar nog steeds op ruime afstand ten opzichte van de effect invloedsfeer.

- Eiland locatie West 1 ligt dichter bij grenzen Frankrijk en Verenigd Koninkrijk maar nog steeds op voldoende afstand (15 km)
- Platform-optie met platformen ligt dichter bij de Franse en Britse grens (6 km voor meest nabije platform)
- Aanlandingszone Blankenberge-Zeebrugge is het dichtst bij de Nederlandse grens, maar op een afstand van 15 km.

Er zijn geen effecten die grensoverschrijdend zijn.

### 0.6.7 Besluit

Er worden geen onaanvaardbare effecten verwacht tijdens de constructie, exploitatie en ontmanteling van het MOG2 project, voor alle besproken alternatieven van zowel het eiland, de exportkabels als het platformalternatief, mits de nodige milderende maatregelen worden gerespecteerd.

# 0 Non-technical summary

## 0.1 Introduction

The Modular Offshore Grid 2 (MOG2) project aims to extend the Belgian offshore transmission grid by developing and building additional offshore substations and export cables. MOG2 will connect new wind farms in the Belgian part of the North Sea (BPNS) with the onshore Belgian transmission grid. These wind farms will be located in the "Princess Elisabeth-zone" (abbreviated PEZ), as defined by the Belgian government in the Marine Spatial Plan (MSP) 2020-2026 of new zones for the production and transport of renewable energy. The envisaged capacity of these new wind farms is 3.15 to 3.5 GW. In addition, provisions will also be made for new interconnections in HVDC with for example the United Kingdom (the Nautilus project) and Denmark (the Triton Link project) (Figuur 0.1-1).

The initiator of the MOG2 project is Elia.

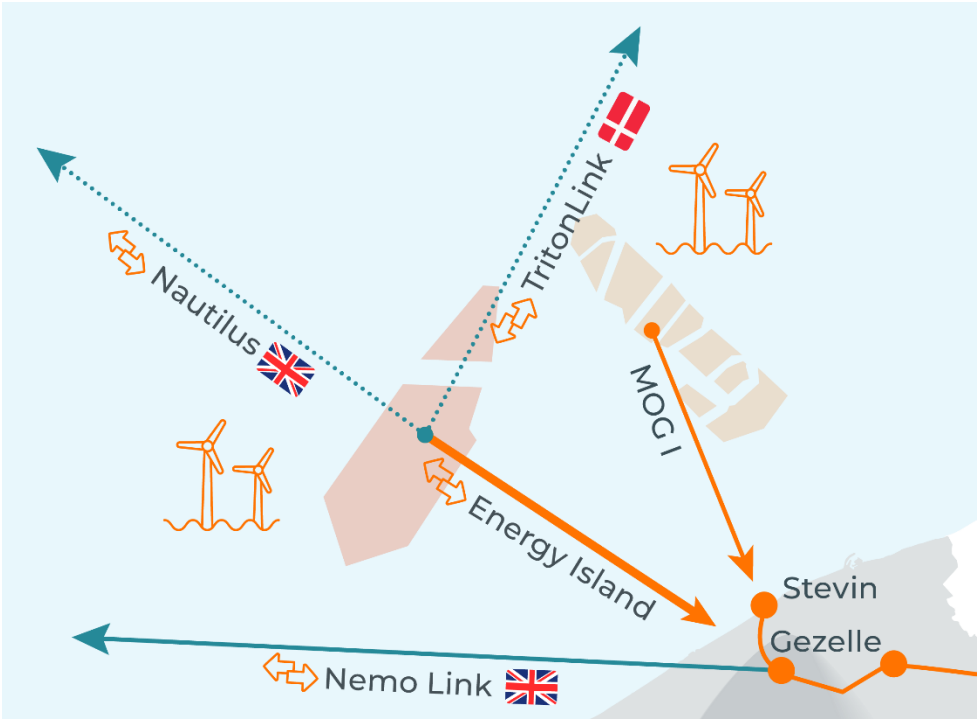



Figure 0.1-1 : Offshore transmission grid expansion. Projects completed: Nemo Link and MOG1. Projects under development: MOG2 (energy island), Nautilus and Triton Link.

## 0.2 Project description and alternatives

### 0.2.1 Project components

The concept of MOG2 is as follows:

- Construction of an artificial island for AC and HVDC substations within the PEZ, at the West 1 location (part 3 in Figuur 0.2-1);
- The substations are connected to the land by six 220 kV three-phase AC export cables and one HVDC cable system (part 4 in Figuur 0.2-1);
- Wind farms (and other renewable energy sources) are connected at 66kV level (= scope wind farm developers, parts 1 and 2 in Figuur 0.2-1 and therefore outside the scope of the MOG2 project).
- Future interconnections with for example United Kingdom (UK) and Denmark (DK) are provided via additional HVDC cable systems (also outside the scope of MOG2 project).

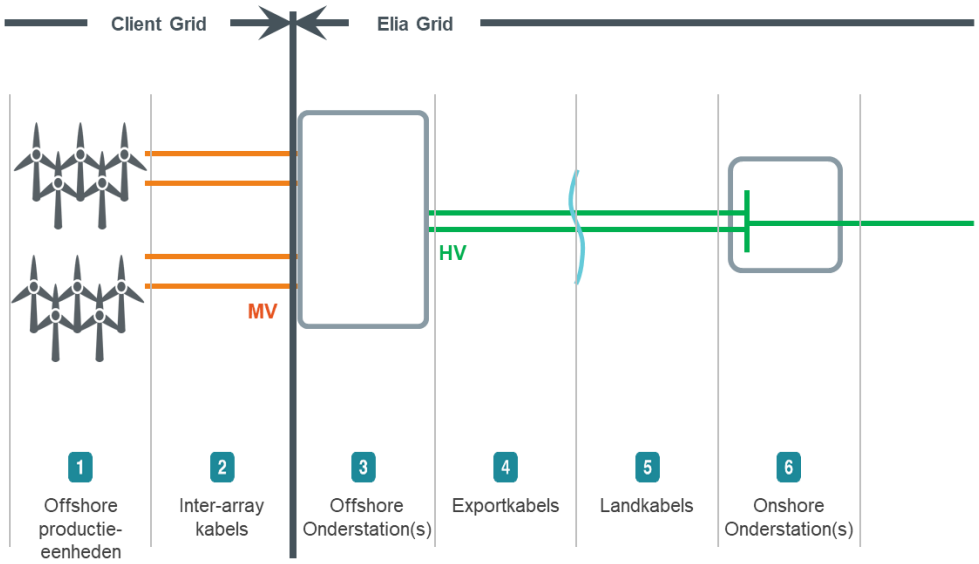



Figure 0.2-1 Schematic overview MOG2 (MV: medium voltage & HV: high voltage)

The offshore grid follows a modular concept, to enable realisation in several phases, synchronised with the timing of the different wind farms and interconnectors and with onshore grid reinforcement projects. The construction of the MOG2 is planned in the period 2023-2029.

This environmental impact report (EIR) deals with parts 3 and 4, located on federal territory (offshore part from the baseline, being 0 m LAT (2018)). The other parts are dealt with in separate procedures.

### 0.2.2 Artificial Island

For the MOG2 energy island a caisson concept was chosen (Figuur 0.2-1). The building blocks for the caisson island are concrete caisson elements, which are constructed on land or in a harbour and are transported to the offshore construction site. Underneath the base and at the foot of the caissons a supporting and protective layer will be installed with rocks and erosion protection. The caisson elements and core of the island will be filled with sand. This sand will be extracted in the immediate vicinity of the island, in places where erosion is expected to occur due to the presence of the island ('pre-trenching').

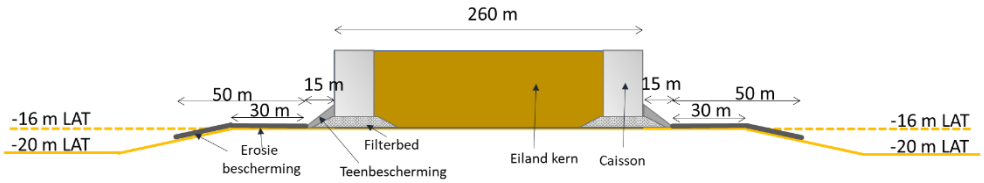



Figure 0.2-2 : Schematic representation caisson island MOG2

The energy island has a usable area of 5 to 6 ha (0.05 to 0.06 km²). This is the area available for placement of transmission infrastructure and facilities. The footprint of the island on the seabed (island + erosion protection) is maximum 25 ha (0.25 km²).

The primary function of the energy island is to house transmission infrastructure; AC and DC substations (Figuur 0.2-3). To support these activities, the island should provide the following functionalities: mooring facility for CTVs and supply vessels; refueling and bunkering; water and waste storage facilities; storage/storage/warehouse; accommodation/offices/control rooms; helipad; road infrastructure; etc.

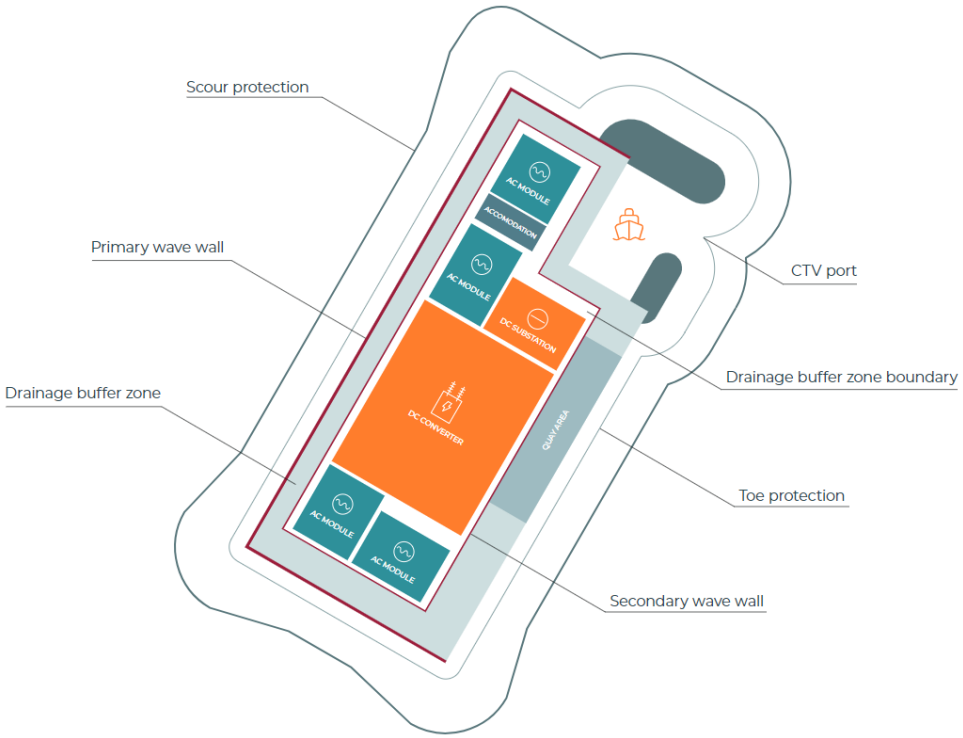



Figure 0.2-3 : Island layout (showing indicative layout; the final layout and dimensions can still be optimized during the detailed design)

### 0.2.3 Cables

The energy island will be connected to the mainland by six 220 kV three-phase AC export cables and one HVDC cable system. The different cables of the HVDC cable system can be installed together in one trench, or in two separate trenches. The impact discussion assumes the worst case of two trenches (total of eight cable trenches). The cable trenches are spaced 100 m or 200 m apart.

Cable trenching can be carried out in several ways. Advanced cable ploughing (trench is cut into the seabed by means of a plough, often additionally equipped with water jet) and pre-trenching (cable trench is dredged away beforehand, and backfilled after cable laying (backfilling)) are the most likely techniques for installation of MOG2's export cables.

Before the actual installation of the cables, levelling or 'pre-sweeping' of parts of the route must be carried out. This involves removing locally mobile sand waves.

The dredged sediment is (temporarily) deposited in one or more zones designated by the MUMM (Management Board). Four possible temporary dumping zones are considered in the EIR: 1) zone southeast of East Ambush Bank; 2) zone near Gootebank; 3) zone near Akkaert Bank; 4) zone overlapping with Zone 1 for the future replacement of Dredge Dumping Zone S1 (MSP 2020-2026).

## 0.2.4 Description of the alternatives

### 0.2.4.1 Basic infrastructure for the electrical installations : artificial island or platforms

The MOG2 project provides for the construction of an artificial island, where all substations (AC and HVDC substations) are centralised in one location.

As an alternative to the construction of an artificial island to house the substations, the installation of four high-voltage platforms is studied in the EIR (three AC platforms + one HVDC platform). Interconnections are provided between the AC platforms (one 220 kV cable each) to increase the redundancy of MOG2.

The platform option cannot be considered as a full alternative to the artificial island, as the project objectives can only be partially achieved with the platform option. After all, the energy island offers greater availability and reliability of the installations, offers more flexibility for adapting and supplementing the installations in the near and distant future, offers more possibilities for connecting HVDC interconnectors, etc. The energy island is more future-oriented in several respects.

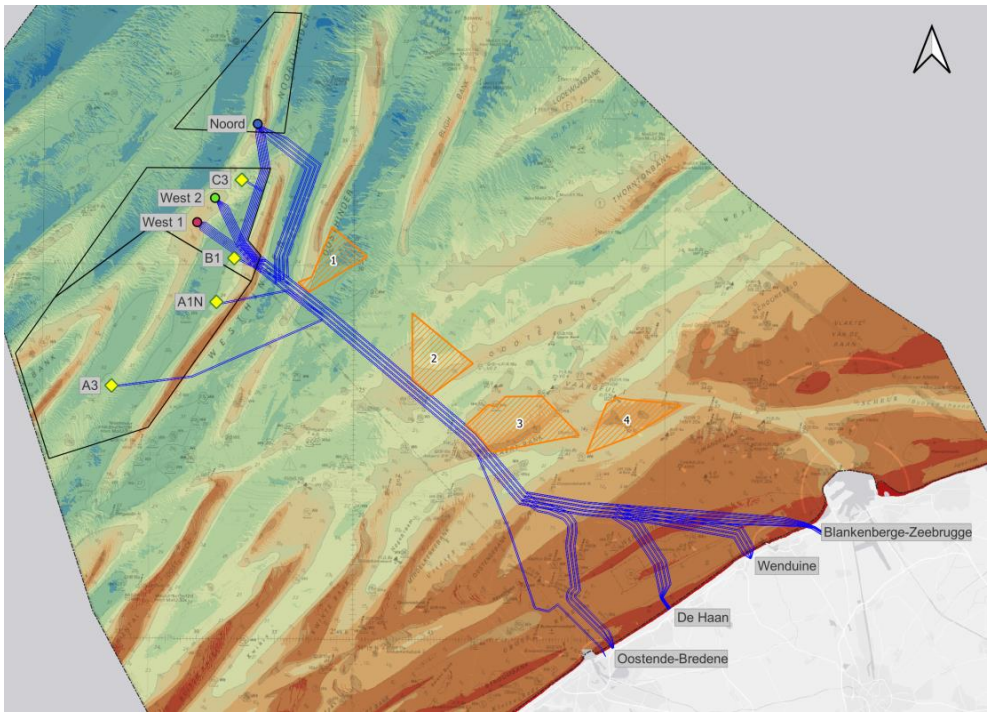



Figure 0.2-4 : Location of the MOG2 in the Belgian part of the North Sea (BPNS). Black contours: PEZ; Red dot: energy island location West 1 and alternative locations West 2 (green dot) and North (blue dot); Yellow diamonds: four platform locations (platform alternative); Orange polygons: possible temporary dumping zones; Blue lines: alternative cable routes to alternative landfall zones. Detailed map in Appendix A.

### 0.2.4.2 Site Alternatives

**Island location alternatives** - Location West 1 was selected as the most suitable location for the construction of the island. West 2 and North are studied as alternative island locations within this EIR.

**Location alternatives cable routes and landfall** - Differences in cable routes are mostly tied to the considered alternatives of other project components:

- Alternative base infrastructure and substation locations:

- Routes to island locations:
    - One route to West 1
    - One route to West 2
    - Two alternative routes to North: route through (route 1) or outside PEZ (route 2)
- One route to platform alternative (set of four platforms)

- Alternative landfall zones[3] :
    - One route to the Ostend-Bredene landfall area
    - Two routes to the De Haan / Wenduine landfall area
        - One route in the western extremity of the landfall zone: De Haan - Vosseslag ('De Haan').
        - One route in the far east of the landfall zone: Wenduine East ("Wenduine")
    - One route to the Blankenberge-Zeebrugge landfall area

### 0.2.4.3 Technical alternatives

**Foundation type platforms** - As substructure for the AC platforms a jacket structure or a monopile can be used. Given the size of an HVDC platform, only a jacket structure can be used as substructure for this platform.

**Configuration HVDC cable system** - The various cables of the HVDC cable system can be installed together in one trench, or in two separate trenches. The impact discussion assumes the worst case of two trenches (total of eight cable trenches).

**Burial techniques for cables** - The suitable burial techniques for MOG2 export cables are as follows: jet trencher, advanced cable plough, pre-trenching (dredging), Mass Flow Excavator. The advanced cable plough and pre-trenching are the most likely techniques for installation of MOG2 export cables. The pre-trenching is treated extensively in the impact assessment as a worst case technique (largest soil movement), but advanced cable ploughing is also considered as a second option.

## 0.2.5 Mitigation measures and nature inclusive design (NID)

Prior to the preparation of the EIR for the MOG2 project, an extensive scoping phase was carried out. During this scoping phase and during the further design of the project and preparation of the EIR, various mitigation measures were studied and built into the project in order to (further) reduce the impact of the project.

- For example, measures have been taken to reduce the impact on the most valuable and/or vulnerable zones (gravel beds) through a deliberate choice of location as well as the shape, length-width ratio and orientation of the island based on hydrodynamic and sediment transport modelling (Svašek Hydraulics, 2022a) (full report added as external appendix 4).
- As a mitigation measure, a plan has been developed to extract the sand needed for the construction of the energy island from the zones where erosion is expected to occur due to the presence of the island. These zones are delineated using hydro-morphological simulations.

[3] The choice of the landfall zone is linked to ongoing onshore procedures (Ventilus project). Only one landfall zone will be selected.

- Measures are taken to prevent the occurrence of pollution, limit the risk of shipping incidents, manage incidents and limit the disturbance of birds and bats. This is at least in accordance with the applicable legislation and guidelines.

These mitigation measures will be further optimised in the further design of the island and the cable installation, together with more far-reaching or other types of mitigation measures described in the EIR per discipline. The required measures will therefore be developed throughout the further course of the project, in consultation with the RBIN-MUMM.

In addition, Elia launched a co-creation process on nature including designs (NID) for the energy island in 2022, closely involving various North Sea and marine experts. The results of this process will be further developed in 2023. The NID strategy for the energy island focuses on facilitating rich (micro)habitats as much as possible. For the impact assessment, the EIR provisionally assumes a worst case scenario where no NID is implemented. It is assumed that any implementation in consultation with scientific experts will result in a more positive impact than the baseline design without NID.

## 0.3 Description and assessment of environmental impacts

### 0.3.1 Soil

#### 0.3.1.1 Reference situation

##### 0.3.1.1.1 Geology

Near island locations, the Kortrijk Formation occurs in the subsurface. It forms the top of the Paleogene occurring in the subsoil below the Quaternary deck. The Kortrijk Formation consists mainly of Ypres clay described as homogeneous heavy and hard greenish-grey clay (Le Bot et al., 2003).

The top of the Paleogene is an erosive surface forming a discordance between the older underlying Paleogene deposits and the overlying Quaternary deposits. Despite the very thin and fragmented Quaternary deposits on the BPNS, the thickness at the island sites is considerable. This is because the island sites are located on top of the Noordhinder. On top of the Paleogene deposits, the Hinder Banks consist of Pleistocene estuarine to shallow marine sediments with Holocene deposits on top. The surface between the Holocene and Pleistocene sediments is an erosional surface characterised by a layer of gravel with an average thickness of 15 cm. This layer of gravel consists of a heterogeneous mix of shells and gravel whose thickness can reach 110 cm (Cathie Group, 2021a).

Near the platform sites, the Kortrijk Formation forms the top of the Paleogene. However, the thickness of the Quaternary near the platform sites is considerably thinner. This is because the thick packages of sandy Holocene sediments that make up the sandbanks are not present in the channels between the sandbanks (i.e. location of the platforms).

Unlike the island and platform sites, several Paleogene sediments occur along the cable route in the subsurface. After the Kortrijk Formation, mainly consisting of Ypres clay at the island and platform locations, when the cable route turns eastwards towards the coast at the Ostend Bank, the route towards the Blankenberge-Zeebrugge landfall area crosses the following Paleogene layers: the Tielt Formation, the Gentbrugge Formation and the Aalter Formation.

Towards the coast, the section passes through similar conditions with the thickest packages on the sandbanks and little to no Quaternary deck in between. There are specific zones within which the Quaternary sediments are so thin that the Paleogene layers fringe the seabed. These areas are mainly located in the tidal channels between the sandbanks and are characterised by the occurrence of gravel at the seabed surface.

At the temporary storage sites, the base of the Quaternary lies at different depths depending on the location of the site.

#### 0.3.1.1.2 Bathymetry

The BPNS is characterised by a complex of tidal sandbanks and channels with water depths between 0 and 55 m below LAT. These sandbanks can be tens of kilometres long, several kilometres wide and up to 20 m high.

The three alternative island sites are all located on top of the Noordhinder. The bathymetry at the level of this sandbar varies between about -12 m and -22 m LAT. The average depth per island location is smallest for location West 1 (-16 m LAT) and greatest at location West 2 (-20.9 m LAT). The average depth at island North is -19.2 m LAT.

The set of four platforms are located between the Hinder Banks. Platform A1N and B1 sites are located on the gently rising north-western flank of the Westhinder, platform C3 on the north-eastern flank of the Noordhinder, and platform A3 in the tidal channel between the Fairybank and the Westhinder off the southern tip of the Noordhinder. Water depths at the four platform locations vary between about -25 m and -30 m LAT.

The alternative cable routes are located between the Hinder Banks and the Belgian coast. With this, the cable routes run over a distance of about 40 km almost through the entire BPNS where water depths vary from about -39 m LAT in the tidal channels between the Hinder Banks to 0 m LAT at the coast.

As for the temporary storage zones, Zone 1 is located southeast of the Oosthinder and has a depth of about -21 to -39 m LAT. Zone 2 is partly located off Gootebank and partly off the channel between Gootebank and Thorntonbank. Water depths within zone 2 range between about -17 and -30 m LAT. Zone 3 is located almost entirely off Akkaertbank and has water depths between about -10 and -20 m LAT. Finally, Zone 4 is located more to the east compared to the previous three zones. This zone is also closest to the coast with a water depth ranging between about -8 and -17 m LAT.

#### 0.3.1.1.3 Sediment transport

Although the Hinder Banks are expected to show asymmetry towards the east, cross-sections of seismic data show alternating asymmetry towards both the west and east sides. Thus, the asymmetry here does not always reflect the direction of residual sand transport, but confirms the dominance of the ebb (south-east) current in the project area. Consistent with the results of the 2D transport model, it can thus be concluded that sediment transport occurs mainly in the southeast (ebb) direction (Deleu, 2001).

Along most of the possible cable route, the residual soil transport is northeast (flood) oriented. For the northern part of the cable route, residual soil transport is southwest (ebb) directed. This also applies to the vast majority of PEZ with the exception of the Westhinder where residual transport in a south-east and north-east direction occurs over the top of the bank (Lanckneus et al., 2001).

Offshore activities such as fishing, sand extraction and wind farms create altered hydrodynamics and hence additional sedimentation processes. The sediment brought into supsension will then also be deposited later on the seabed. Dredging and dumping

activities would have the greatest impact on increased suspended sediment concentration. In this way, the fine material that quickly gets into suspension may contribute to silting of gravel beds in the vicinity. A physical disturbance of the seabed, possibly linked to sand extraction in the vicinity of the Hinder Banks, has already been demonstrated by Van Lancker *et al*. (2017).

#### 0.3.1.1.4 Grain size and soil quality

The island locations are in areas where the grain size at the seabed surface varies between 300 and 400 µm. The Noordhinder is not characterised by the potential occurrence of outcropping gravel.

The platform sites are located between the sandbanks Noordhinder and Westhinder. In this tidal channel, the grain size at the sea surface varies between 300 and 400µ m. The locations of platform sites A3, B1 and C3 are not located within the modelled distribution of gravel beds. In contrast, the site of platform A1N is located within the 500 m safety zone of a type 1 gravel bed (i.e. high probability of maximum ecological potential)

Natural gravel beds are characterised by a heterogeneous distribution of gravel and sand. These gravel beds occur mainly between sandbanks and are characterised by a hard surface. As a result of various human activities, the disturbance of the gravel beds increases.

Over the entire cable route of all alternatives, the grain size at the seabed surface varies between <100 µm at the coast and 500 µm near the MOG2 project sites.

The current grain size at the seabed surface at the level of the storage sites varies between 350-500 µm in zone 1, 200-400 µm in zone 2, 200-300 µm and local presence of gravel (500 µm) in zone 3, and 100-250 µm in zone 4. Potential gravel beds occur in Zone 2 and mainly in Zone 3. In this zone, gravel potentially occurs over one-third of the area.

In terms of pollutant concentrations, almost all substances for which the good environmental status (GES) was not achieved are persistent, bioaccumulative and toxic (e.g. PCBs and mercury). These substances can persist in the marine environment for a long time and, due to their persistent nature, will only gradually decrease in concentration.

### 0.3.1.2 Effects

#### 0.3.1.2.1 Island

##### Construction phase

**Sediment movement calculation**

In activities where sediment is dredged, dumped and left (temporarily) unprotected, it is considered that 30% losses will occur during dredging, transport and after dumping, by analogy with observations on the Thornton Bank at the C-Power project (Van den Eynde *et al.*, 2010).

When dredging material, transporting and filling caisson chambers and the island via pipelines, only 15% losses are estimated during the various operations because the material is not left unprotected.

The total volume of sand to be dredged for the various sites is approx. 3.65 million $m^3$ , approx. 4.71 million $m^3$ and approx. 4.14 million $m^3$ for Island West 1, West 2 and North

respectively. In doing so, potential losses occur of approx. 591,000 m³, approx. 908,000 m³ and approx. 736,000 m³ respectively.

**Calculation disturbed area**

The disturbed area includes a combination of the area occupied by the sand plateau, the erosion protection, the CTV harbour and the temporary working, dredging and stockpiling zones.

The permanently altered area due to island construction varies by alternative site. At location West 1, the permanently altered area is smallest: 23.6 ha at location West 1 versus 30.9 ha for location West 2 and 27.7 ha for location North. Temporary disturbance during construction will additionally occur over an area of approx. 55 ha, at the level of the pre-dredged erosion pits (part without erosion protection) and at the temporary storage site in the case of West 1.

Pre-dredging of erosion pits will take place around the island after placement of the stone revetment at the foot of the caissons. This takes into account where the deepest erosion pits would be expected if pre-dredging were not carried out to prevent sediment transport. The prediction of the location and depth of the erosion pits around the island (and the design of the pre-dredging profiles) is based on hydro-morphological modelling studies.

The erosion protection will be installed afterwards to fix the sand plateau (in case West 2 and North) and prevent erosion near the island and will be partly constructed in the pre-dredged areas. The erosion protection will be 50-79 m wide, depending on the island location, and will extend from the toe of the stone abutment (at about 15 m from the caisson wall) to a distance of 65-94 m from the caissons.

The above dimensions and surface areas describe the worst-case situation. In the final design by the contractor, optimisations can be made to reduce the maximum footprint of the island, including CTV harbour and erosion protection, to 25 ha.

Prior to the construction of West 1, the high dune tops (145,000 m³ sand) will be dredged locally. The dredged sand will be temporarily stored in a designated dumping site or applied on/in the immediate vicinity of the island site at locations where the sand will have a positive effect on the morphology around the island or can be dredged again to replenish the island later.

The maximum height of the stored sediment is best in the same order of magnitude as the natural sand dunes in the area, (3-6 m high) and on as small an area as possible so that the area within which the benthos is disturbed is minimal (BMM, 2006, 2007). By choosing a storage height of 4 m, both conditions are met. The option to store the sediment in the working zone of the island is preferred from a working technical point of view (short distance between dredging and unloading site when stockpiling and later reuse for island).

**Impact on geology**

Only at site West 1 are the dune tops initially levelled. This is not the case for sites West 2 and North. There, additional sand will be applied to create a sand plateau.

Pre-dredging of erosion pits is applicable for the three sites and takes place around the island over an area of about 54.7 to 57.3 ha.

Given the relatively small area and no impact on pre-Quaternary strata, the impact on geology is assessed as negligible (0/-).

**Impact on morphology and bathymetry**

The construction of the island will change the local morphology and bathymetry over an area of more than 25 ha. This is a permanent change in seabed integrity (GES - D6.1 morphology).

In addition, seabed integrity is temporarily disturbed in the pre-dredging zones outside the erosion protection (and temporary storage site for West 1).

The construction of an artificial island has a clear permanent effect on local morphology and bathymetry. However, it is considered acceptable due to the limited size of the project area. As such, it is assessed as moderately negative (-) for each alternative site.

In addition, changes in morphology and bathymetry will also occur in the temporary storage site (deepening) in case of West 1, leading to an effect on local sedimentation and erosion patterns. Although that zone - unlike the island site itself - will potentially be able to recover when the zone is no longer used. Due to the limited impacted area and elevation changes similar to the natural situation, the effect in the temporary storage site is considered negligible (0/-).

**Impact on sedimentation and erosion**

It is assumed that 30% sediment loss will occur during the process of dredging, transport, dumping (using valves) and the period after dumping when the material is left unprotected. Only 15% losses are expected when filling the caisson chambers and the island via pipelines.

To investigate how far the sediment plumes extend, what the concentration is and where the sediment may settle out, a numerical 3D modelling of the distribution of the fine sediment (<250 µm, fine sand and silt) (plume modelling) was carried out for the different island construction activities (IMDC, 2022a). Once deposited, resuspension of the fine material is not included in the modelling.

The calculated sediment movement and associated sediment losses are smallest in the case of island site West 1. Modelling of how fine sediments (<250 µm, fine sand and silt) may disperse as plumes during the dredging and dumping works for island construction (IMDC, 2022a) shows that sedimentation of the plumes is limited to the vicinity of the island sites (and temporary storage site). The furthest dispersion and largest impacted area occurs during the construction of a sand plateau, required for sites West 2 and North. Although those areas are limited and the footprint of sedimentation during construction does not reach the neighbouring potential gravel beds.

However, there is uncertainty regarding long-term and far-field effects as the modelling was done without resuspension, and possible transport after deposition was not simulated. However, in sandy sediments, the probability of resuspension of fines after deposition is estimated to be small because the fine grains are trapped between the coarser ones in the interstitial spaces. The permeability, aeration, potential to trap organic matter and exchange of water from the interstitial spaces with the water column will therefore be reduced (from Brabant et al. (2022) and KBIN-OD Nature (2022)).

Overall, based on current knowledge, the effect of island construction on natural sedimentation is considered moderately negative (-) for all alternative sites.

**Influence on grain size distribution and soil quality**

The application of crushed stone for the stone paving at the base of the caissons and erosion protection will introduce geologically alien material during the construction phase, thus affecting the natural grain size distribution of the island sites.

The amount of material required for erosion protection and lateral extent is different for each island location because of different water depths. For example, West 2 will require more material (477,500 $m^3$ , incl. filter bed), over an area of 170,000 $m^2$, than sites West 1 (337,500 $m^3$ over 96,000 $m^2$) and North (417,500 $m^3$ over 137,000 $m^2$). The spatial effect on grain size distribution will therefore also be greatest for site West 2.

In the parts of the pre-dredged zones where no erosion protection is applied, dredging of material brings the underlying sediment to the surface. However, this is still Quaternary sandy material that is expected to be very similar to the original material. The underlying Paleogene clay layers do not come to the surface due to pre-dredging.

Further away, grain size changes may occur due to deposition of sediment plumes consisting of fines (<250 µm) generated during construction dredging. The modelling shows that this is limited for West 1. For West 2 and North, the impact is larger due to the construction of the sand plateau but still limited in area and does not occur further than 2 km from the island sites. No deposition of sediment plumes is expected at the level of zones with high probability of occurrence of outcropping gravel (type 1 contour gravel beds) or zones with high probability of occurrence of outcropping gravel interspersed with coarse sandy barchaan dunes (type 2).

Refining permeable sediments leads to changes in mineralisation processes due to a combination of altered particle filtering capacity and oxygen availability. Sediment refinement is considered an irreversible process that can change the sediment from a source of inorganic nutrients for the water columns to places where organic material accumulates in the sediment (KBIN-OD Natuur, 2022).

The effect of the construction phase on the grain size distribution at the island locations and their surroundings is considered moderately negative (-) for all alternative locations. If is the area of influence around island location West 1 almost 10 times smaller than for the other two locations, even including the area of influence at the temporary storage site in situation West 1.

When installing quarry stone and other geologically pure materials as erosion protection, (virtually) no effect on chemical soil quality is expected. In addition, the hypothetical probability of an accidental discharge of pollutants during the construction phase is rather small. Given the prevailing flow conditions and the sandy nature of the surface soil sediments, an accidental discharge would not give rise to soil contamination. This effect is subsequently assessed as not relevant for all alternative sites (0).

In the temporary storage site, in the case of West 1, the grain size distribution will also be affected because of the temporary placement of zone alien material. However, dumping sand from the island location West 1 will have little effect in storage site 1 as the grain sizes at the seabed closely match the material to be stored. The effect on grain sizes at the temporary storage site there is considered negligible (0/-).

In zones 4 and 3 where finer sediment occurs, dumping of the dredged material will have more impact but is still assessed as acceptable due to the limited quantity. In zone 2, seabed grain sizes are similar to the material to be dumped.

## Operational phase

**Impact on geology**

Regarding the impact on the geology, the situation during the operational phase will remain more or less the same as during the construction phase. Further compaction of the subsoil, and thus the seabed, will take place.

During the lifetime of the island, further erosion of the pre-dredged pits occurs due to the altered currents around the island. Modelling shows that locally this can be 12 to 14 m deeper than the pits already pre-dredged (6 to 8 m deep).

The potential impacts on geology during the operational phase are assessed as negligible (0/-).

**Impact on morphology and bathymetry**

The presence of an artificial island will change local flow patterns and sediment transport, which will alter morphology and bathymetry.

To quantify the impact of an island, a 2D numerical modelling was performed showing the evolution of morphology in the area from 1 year after island construction (including erosion protection) to 10 years after island construction (Svašek Hydraulics, 2022b) (report attached as external appendix 3).

An artificial island has a clear permanent impact on morphology and bathymetry during the operational phase (Descriptor D.6.1 seabed integrity). However, it is considered acceptable due to the limited size of the impact area and the stabilisation of the deepening over time. As such, it is assessed as moderately negative (-) for each alternative site. Although the impacted area around West 1 is smaller than for the other sites.

**Impact on sedimentation and erosion**

In addition to pre-dredging to reduce the formation of deep erosion pits after construction, erosion protection will also be placed by providing several layers of gravel and stone gravels between 15 kg and 6 tonnes on the sea side of the island.

However, the 2D morphological modelling (Svašek Hydraulics, 2022b) predicts that after 10 years, bottom changes of 10 cm to a distance of almost 10 km can occur in the main direction of the tidal current. It should be noted that zones where sedimentation is predicted in the gravel beds, according to the model this is only the case where sedimentation of 2 cm or more is also predicted in the autonomous situation without an island.

Besides changing far field sedimentation and erosion patterns as a result of flow patterns changing there (including bottom transport) due to the presence of the island, it was also studied by 3D plume modelling how far plumes of fine sediment (<250 µm) can extend that are created by natural erosion and suspension transport of this sediment from the erosion pits around the island. The modelling shows that for all island locations, the sedimentation contour of >10 mm does not reach the gravel beds, even considering resuspension.

As such, the impact of the presence of an island on sedimentation and erosion is assessed as moderately negative (-) for each alternative site.

**Influence on grain size distribution and soil quality**

Compared to the construction phase, little new zone material is introduced during the operational phase. However, further erosion of the pre-dredge zones will bring lithologically different material to the surface and, due to changing flow patterns, silting up may occur at the outer edges of neighbouring potential gravel zones (1 cm

after 10 years), although this is also the case in the model simulations without an island. Resuspension and deposition of fine material released by erosion does not extend to the gravel bed contours with high probability of gravel occurrence. Therefore, the effect on grain size distribution during the operational phase is considered moderately negative (-) for all alternative sites.

### Decommissioning phase

Removal of the entire island could potentially have a 'rebound' or uplift effect on the geological subsurface due to weight removal. However, this effect is considered undetectable (0).

A similar volume of sediment movement as during the construction phase will take place. There may be a lasting effect on morphology compared to the original situation without an island. This is considered slightly negative (0/-).

By restoring to the original bathymetry, flow patterns will also readjust and evolve towards the original situation. It is difficult to estimate at present whether sedimentation and altered grain size due to the presence of an island (e.g. at the level of potential gravel beds) will erode away again after removal of the island. During the decommissioning phase, the effect on sedimentation and erosion as well as on grain size is estimated as slightly negative (0/-) if the island is completely removed.

During the complete removal of the island, (virtually) no effects on soil quality are expected (0).

If no decommissioning takes place, the effects of the operational phase will continue.

## 0.3.1.2.2 Platforms

### Construction phase

**Calculation of sediment movement**

The construction of the platforms on a jacket structure may require local levelling of the seabed prior to installation. As deliberately flatter locations have been selected for platform installation, sediment movement will be limited and mainly localised. After installation, if necessary, erosion protection will be applied to prevent local erosion pits.

For the construction of the platforms on a monopile, there is no need for prior levelling of the seabed and therefore no earth moving will take place. The impact assessment is therefore not applicable here.

**Calculation of disturbed area**

An erosion protection of 50 m around monopile foundations and 30 m around a jacket footprint of 2,000 m² is assumed. This amounts to an area of 9,331 m² for a 9 m diameter monopile, and an area of 11,000 m² for a jacket foundation.

- For alternative 1: 1 jacket (HVDC platform) and 3 monopiles for the AC platforms, this amounts to an impacted area of 38,900 m² or 3.9 ha.
- For alternative 2: 4 jacket foundations for the HVDC platform and the 3 AC platforms, this comes to a disturbed area of 44,000 m² or 4.4 ha.

**Impact on geology**

During the installation of both the monopiles and the jacket structure, the geological layers in the immediate vicinity of the piles will be compacted. As a result, the continuity of the geological layers is lost locally, to a depth of about 40-45 m and 110 m for the monopile and jacket foundation, respectively. At the level of the platform locations, the Quaternary deck is approx. to 10 m thick and consequently any foundation will terminate into the Paleogene substrate. At the relevant locations, we find more specifically clayey layers of the Kortrijk Formation there (Le Bot *et al.*, 2003).

Those clay layers may contain 'clay-tectonic' deformations and fractures (Le Bot *et al.*, 2003)). It is not known whether these can be reactivated when loaded by structures.

Because of the limited area disturbed, the effect on the geology under the seabed is considered negligible (0/-).

**Impact on morphology and bathymetry**

The possible local levelling of the seabed, and thus the partial flattening of dune tops and subsequent application of an erosion protection, will have a local effect on morphology and bathymetry that can be considered negligible (0/-) given its limited extent.

**Impact on sedimentation and erosion**

Because of the limited area of erosion protection in both situations (i.e. jacket and monopile), the effect on sedimentation and erosion processes is considered negligible (0/-).

**Influence on grain size and soil quality**

The amount of erosion protection will be more extensive for the jacket foundation than for a monopile. Nevertheless, because of the limited area of erosion protection, the effect on grain size and seabed integrity (GES – D6) is considered negligible (0/-) in both situations.

In addition, geologically pure materials, such as natural quarry stone, will be used in the construction of the erosion protection.

Despite the necessary safety precautions being observed, there is a hypothetical possibility of accidental discharge of pollutants from the platforms into the water. However, because of the prevailing flow conditions and the sandy nature of the superficial bottom sediments, this will not cause soil contamination. During the construction phase of the platforms, (virtually) no effects on soil quality are therefore expected (0).

## Operational phase

**Impact on geology**

Subsurface clay layers may contain clay-tectonic deformations and fractures (Le Bot *et al.*, 2003). It is not known whether these can be reactivated when loaded by structures. Should there be an effect, it will be very localised.

The impact on geology during the operational phase is estimated as slightly negative (0/-).

**Impact on morphology and bathymetry**

The installation of an erosion protection will prevent the formation of scour or erosion pits. Erosion will move to the boundary zone between the seabed and the erosion protection, in a downstream direction (secondary erosion). To minimise secondary erosion, the erosion protection should best not protrude above the surrounding

seabed. The erosion pit at the boundary zone will also never reach the size of an erosion pit that would occur without erosion protection. The effect of the presence of platforms on morphology and bathymetry during the operational phase is therefore estimated as negligible (0/-).

**Impact on sedimentation and erosion**

The local change in flow patterns caused by the presence of the substructure is too small to have a significant effect on the overall natural sedimentation and erosion processes. Moreover, an erosion protection is applied as a mitigating measure against erosion. The effects of the operational phase on sedimentation and erosion processes is therefore considered negligible (0/-).

**Influence on grain size and soil quality**

During the operational phase, an amount of fine organic material will be released from organisms adhering to the substructure which may accumulate around the foundations and on the erosion protection (see section 5.5 fauna, flora and biodiversity). Because of the limited area, the effect on grain size and seabed integrity (Descriptor D6) is considered negligible (0/-).

Despite the necessary safety precautions being observed, there is a hypothetical possibility of accidental discharge of pollutants from the platforms into the water. However, because of the prevailing flow conditions and the sandy nature of the superficial bottom sediments, this will not result in soil contamination. During the operational phase of the platforms, (virtually) no effects on soil quality are therefore expected (0).

## Decommissioning phase

In case of full decommissioning, there will be no additional effects on the geological construction of the soil packages involved compared to the construction and operational phase. As a result of marine accretion, the structure will be 10% heavier during the decommissioning phase than during the construction phase. However, the reduced weight on the sub-seabed foundation section as a result of full decommissioning will reduce the likelihood of potential re-activation of clay formations. The effect on geology is considered negligible (0/-).

Removal of the foundation piles and erosion protection will create pits in the seabed. At the height of the foundation piles, this is up to approx. 2-3 m below the seabed, at the height of the erosion protection removed, this is up to approx. 1.3-2 m. These pits are expected to be stable and will not recover quickly in a natural way (Van den Eynde *et al.*, 2010). Due to the limited number and size of these wells, the effect on morphology and sediment transport is considered negligible (0/-).

When the erosion protection is removed, the original grain size near the seabed is restored. The effect on on-site grain size distribution disappears and is therefore no longer relevant (0).

Despite the necessary safety precautions being observed, there is a hypothetical possibility of accidental discharge of contaminants during platform removal. However, because of the prevailing flow conditions and the sandy nature of the superficial bottom sediments, this will not cause soil contamination. During the complete removal of the platforms, (virtually) no effects on soil quality are therefore expected (0).

If no decommissioning takes place, the effects of the operational phase will continue.

#### 0.3.1.2.3 Cables

### Construction phase

**Sediment movement calculation**

If one assumes the worst-case situation (Blankenberge-Zeebrugge landfall) in which 30% losses also occur during backfilling, >150% (approx. 14.5 to 16.3 million $m^3$ ) of what was storaged will have to be dredged. When pumping in the temporary storage site and backfilling, approximately 4.4 to 4.9 million $m^3$ of material will again be lost. Although it is estimated that in reality this will be less because backfill will take place in narrow trenches and not on an open plain where sediment can easily be transported away.

In the second scenario (i.e. ploughing/jetting + pre-sweeping), storage losses amount to about 0.7 to 1 million $m^3$ of material. In this case, losses are much lower than in the first scenario and the largest losses occur at the cable route belonging to the set of four platforms.

**Calculation disturbed area**

The disturbed area for the cable routes between the 5 alternative infrastructure locations and the Blankenberge-Zeebrugge landfall zone (i.e. worst-case scenario) varies between approximately 8.5 and 9.5 million $m^2$ for, respectively, the cable route belonging to the set of platforms (the shortest route) and the cable route belonging to Island North route 2 (the longest route).

If in temporary storage zone 3 the full area of 21.7 million $m^2$ is used, in the case of pre-trenching + pre-sweeping for the 5 alternative cable routes, a volume between approx. 9 and 10 million $m^3$ will be stored over a thickness of approx. 45 cm. If the gravel zone is avoided, this equates to a storage height of approx. 70 cm. For the other storage sites, this amounts to thicknesses of 65 cm (zone 2) to 1 m (zone 1) if the entire surface is used.

In the case of ploughing/jetting + pre-sweeping, a volume between approximately 1.8 and 2.4 million $m^3$ will be stored for the 5 different cable route options. If the entire storage zone were to be used for this purpose, this will be over a thickness of 10 to 20 cm.

**Impact on geology**

During installation of the cables, the geology will be disturbed to a depth of 1 to 4 m below the seabed, depending on the location and burial technique (Cathie Group, 2021b). Where the Quaternary deck is very thin, such as in the channels between the sandbanks, the Paleogene (formerly called Tertiary) layers will also be cut through and thus the continuity of the geological layers is lost. Typically, Paleogene layers contain more clay horizons than the Quaternary overburden layers they cover. When traversing such zones, higher water turbidity may temporarily occur (section 5.2 Water). Due to the limited width of the trenches, the effect on the disturbance of Quaternary and Paleogene layers is generally considered negligible (0/-).

Cables present in the subsurface are geologically foreign material. Due to their shallow depth and size, this is considered negligible (0/-).

**Impact on morphology and bathymetry**

The large morphological structures, such as large to very large dunes, will be monitored during trench dredging. However, with the pre-sweeping of certain sections and dredging to a depth of 1 to 4 m, the medium and small sand dunes will disappear. However, it is possible that the dunes may naturally recover if sufficient sediment is

present. Due to the possible recovery and the limited width of the trenches, the effect on morphology and bathymetry near the cable route is negligible (0/-).

Depending on the burial technique used, the dredged material stored in, presumably, zone 3 has a volume of between approx. 9 and 10 million m³. The impact on morphology and bathymetry near the temporary storage site is considered slightly negative (0/-).

**Impact on sedimentation and erosion**

To estimate the effect of dredging and dumping, 3D numerical plume modelling was carried out (IMDC, 2022a). This simulated four representative trenches of 1 km length (volume 96,000 m³) at the level of three typical sections along the cable route being dredged (worst-case in terms of length Blankenberge-Zeebrugge), after which the sediment is dumped at a temporary storage site (at one point in the model).

At none of the three sections are neighbouring gravel beds or Natura2000 affected by sedimentation from the dredging and dumping plumes.

For the three type fractions together, deposition of about 120 cm of fines would be expected when deposited at the same site. In reality, dumping will continue scattered over the storage site resulting in smaller deposit thicknesses.

The execution of the works will be spread over several periods (e.g. per 4 trenches). In reality, dredging with overflow will not take place over only 33% of the cable route. In clayey and silty segments where the % fines are lower than the representative sections, it will be possible to work with overflow, within the permit conditions.

Since the footprint of the fines' deposits is determined by the prevailing currents and fall velocity of the sediment type and not by the amount of sediment, a larger disposal volume will lead to larger deposit thicknesses, not to larger deposit footprint.

Given the excess sediment transport, but temporary effect, the impact of the cable installation on sedimentation and erosion processes during the construction phase is assessed as moderately negative (-). This both at the alternative cable routes and at the temporary storage site. As regards sedimentation of fines, no significant differences are expected in extension of deposits in different stockage zones. However, the impact on the original grain size will be different between the different stockage zones.

**Influence on grain size distribution and soil quality**

After cable placement, in the case of pre-trenching, the trenches will subsequently be backfilled with backfill material. In the worst-case situation, over the entire route, over an area of 850 to 950 ha, the grain size will potentially change.

The cable routes to island and platforms also cross several fields where gravel could potentially occur. These include 2 sections of 1.3 km and 5 km along the joint segment or about 11% of the average cable route (55 km per cable). In addition, cable route North 2 traverses a 4.4 km section through a potential gravel bed.

In addition, the routes to platforms A3 and A1N cross gravel zones within Natura2000 areas designated as high potential for occurrence of outcropping gravel. This concerns a distance of 10.6 km (without buffer gravel zones) per cable or 5% of the total cable length to the platforms. There, as a mitigation measure, it can be chosen to also apply gravel after backfill as much as possible similar to the original (e.g. flint stones) so that the grain size distribution does not differ greatly from the original.

Between the Akkaert Bank and the various landfall alternatives, Quaternary material consisting of finer material <250 µm, (silt, clay and sand with silt) will occur at the surface. The backfill material will consist of qualitative thermally conductive material (i.e. sand) that will, on the one hand, come from what is temporarily stored and, on the

other hand, will consist of newly landed material. The material and grain size distribution will differ from the original, however, it will be a limited distance across the section.

In addition, at crossings with third-party cables or pipelines, erosion protection in the form of natural quarry stone will be installed that will cause a change in the natural grain size distribution over an area of 1,000 m² per crossing. Depending on the route chosen, more or fewer crossings, and hence erosion protection, will take place.

In summary, at the level of the cable routes, over a limited length and width of the trenches the grain size will change from the original, the effect on seabed integrity (Descriptor D6) is assessed as slightly negative (0/-).

In addition, the grain size distribution will be affected in the temporary storage site due to the temporary placement of zone alien material. Depending on which section along the cable route is dredged and into which storage site is dumped, this will have more or less impact on the original grain size distribution of the storage area.

In addition, the deposition of fines will cause reduced permeability of surrounding sediments leading to change in mineralisation processes due to a combination of altered particle filtering capacity and oxygen availability. The refining of sediments is considered an irreversible process that can change the sediment from a source of inorganic nutrients for the water columns to places where organic material accumulates in the sediment (KBIN-OD Natuur, 2022).

Because the impact on grain size (and GES seabed integrity Descriptor D6) in the disposal zones may be permanent, even if the material is dredged away again afterwards for backfill, but because it is on a limited scale within one of the four disposal zones, the impact is assessed as moderately negative (-). However, as a mitigating measure, a dredging-dumping plan can be drawn up to allocate another storage site where similar material already occurs, depending on which section is dredged.

## Operational phase

**Impact on geology**

Electricity cables present in the seabed are in themselves geologically alien material. But given their shallow depth (1-4 m) and size, this is considered negligible (0/-).

**Impact on morphology and bathymetry**

Given the size of the cables and the low probability of the cables being exposed to the seabed surface, the impact of the cables on global morpho-dynamics is negligible. In the case of occasional exposure or in the formation of so-called free spans (i.e. a cable lying free from the bottom over a certain distance between two dune tops), the impact on seabed morphology and bathymetry is still considered negligible (0/-).

**Impact on sedimentation and erosion**

In case cables do form a local elevation in the morphology/bathymetry, they may possibly have an additional (local) effect on autonomous sedimentation and erosion processes. The number of local elevations resulting from crossing existing cable routes is limited to a minimum and the effects of the present buried cables on sedimentation and erosion processes during the operational phase is considered not measurable (0).

**Influence on grain size distribution and soil quality**

During the operational phase, no more activities will be carried out that will change the grain size distribution at the cable routes and temporary storage site(s). The effects are estimated similar to those during the construction phase: slightly negative (0/-) at the cable routes and (-) at the storage site(s).

Heat generation occurs when transporting electrical energy. Heat loss depends on several factors and is greater for alternating current than for direct current. Consequently, during the operational phase - i.e. when the power cables are in operation - there will be limited warming of the soil around the cables due to energy loss. However, because of the depth (1-4 m) of the cables, this warming at the surface of the seabed will be very limited and very localised. The effects of the cable route during the operational phase on soil quality are considered negligible (0/-).

#### Decommissioning phase

The disturbed area will be smaller than during the construction phase because no pre-trenching, nor pre-sweeping or storage of sediment is required.

When the cable is removed, the seabed and local morphology will be disturbed again, after which it can recover to the pre-installation situation. The effect on morphology is estimated as negligible (0/-).

During removal of the cables, the overlying backfill material will be stirred up, which can then sediment in the surrounding area. The effect is assessed as slightly negative because this is sandy material that will only be transported over a very short distance (0/-).

In addition, structures such as protective mattresses and erosion protection will also be removed, bringing the original lithology and grain size distribution back to the surface. Where the cable is removed from beneath the backfill material in the trench, the overturned backfill material falls back locally. The grain size distribution remains locally altered as during the construction and operational phase, the effect at the level of the cable sections remains slightly negative (0/-).

The effects of the electromagnetic fields and heat generation that take place with power cables in operation will no longer exist after the removal of the cables. As such, the impact on temperature, and thus soil quality, can be considered irrelevant (0).

If no decommissioning takes place, the effects of the operational phase will continue, with the exception of the effects of electromagnetic fields and heat generation, which disappear. As such, the impact on temperature, and thus soil quality, can be considered irrelevant (0). It is a gap in knowledge to what extent cables can degrade over time and cause chemical pollution of the seabed.

### 0.3.1.3 Mitigation measures and monitoring

Several measures have already been integrated into the design of the MOG2 project to reduce impacts on the most valuable and/or vulnerable areas (gravel beds):

- Location choice island:
  - Outside Natura 2000 area 'Flemish Banks'
  - Elimination of island sites East 1 and East 2: during the scoping phase, the modelling results for sites East 1 and East 2 indicated an unacceptable impact on the contiguous gravel fields within the Habitats Directive area (siltation).
- Island shape, length-width ratio and orientation: Various island shapes were studied during the scoping phase using hydrodynamic simulations.
- Pre-dredging of erosion pits: Pre-dredging during the construction phase mimics the equilibrium situation with erosion pits that would usually occur naturally during the first few years after construction. By this method, less sediment displacement will occur due to the changing currents around the island, again resulting in a lower risk of siltation of valuable gravel beds.

- Location choice of platforms: The possible presence of valuable habitats, i.e. gravel beds, was taken into account when choosing the location of the platforms within the Habitats Directive area.

Measures to reduce the island's footprint and/or resource use have also already been integrated:

- Locating the island on a sandbank
- Elimination revetment execution method for the island: The large footprint and the need for supply of a large amount of material (large quantity of quarry stone) are some of the reasons that led to not selecting the revetment execution method for the island design.

Moreover, additional measures are possible during project implementation to minimise increase in turbidity and sediment dispersion to the most vulnerable and/or valuable zones:

- During island construction, the impact on sediment transport can be reduced by minimising the period when clamped material is exposed to the hydrodynamic processes before the formation of the sand plateau (West 2, North).
- During cable installation, optimisation is possible to reduce the impact on the temporary storage site in case of pre-trenching. When working on several cable routes simultaneously, the excavated material from one trench can be used directly to backfill another where the cable is already installed, thus reducing temporary stockpiling (if the quality of the material is good).
- During cable installation, in the case of pre-trenching, the impact on the temporary storage site(s) can be further reduced by drawing up a dredging-dumping plan as an extenuating measure, so that depending on which section is being dredged (sandy or rather silty), another storage site is allocated where similar material already occurs.
- Adjustments in island design:
    - A narrower island shape will be sought, resulting in a reduction in the blocking transverse plane and in the island footprint.
    - Depending on the island location and based on further study work, the orientation of the island can be optimised to result in even better alignment with the dominant flow direction.
    - Other changes to the island design will always ensure that no additional impact on the most valuable habitats (or on other environmental aspects) is created.
- Dredging without overflow
- Use of silt curtains / geotextiles
- Some dredgers have technical modifications to reduce the spreading of fine material.

**Monitoring**

A monitoring programme for the MOG2 project will complement those of the existing wind farms within the BPNS and the wind farms that will also be realised within the PEZ in the coming years.

The programme includes monitoring before, during and after the operation of the infrastructure with export cables. This monitoring can then serve to ensure the functionality of the island, check the effectiveness of applying erosion protection,

protect the burial depth of export cables, etc. In this way, a comparison can be made between natural conditions and changed conditions due to the works and operational phase. For the construction, a comprehensive reference situation should be established for both the winter and summer periods in order to monitor the effects as adequately as possible. The following could be part of a monitoring programme:

- An accurate record of dredging activities (more explicitly the dredging volumes and the formation of turbidity plumes). This should include explicitly measuring the movements of the stored sand in case of temporary storage outside the project area to estimate the actual losses during dredging and dumping.
- The evolution of morphology and bathymetry around the basic infrastructure and cable routes can be monitored based on geophysical measurement campaigns.
- The evolution of erosion and sedimentation processes around basic infrastructure and cable routes can be mapped.
- Sediment composition and soil quality can be accurately monitored by means of a comprehensive sampling campaign.
- Specifically for the cable route, the burial depth of cables from the infrastructure to the coast can be monitored. Important locations to specifically monitor in detail here are those near nearby cables and pipelines.

As the operation of the MOG2 project is envisaged in several phases, it could be interesting to look at and evaluate the monitoring for each phase so that potential impacts can be detected before moving on to the next expansion phase. Specifically, the following parameters could be collected:

- Grain size and sediment composition
- Concentrations of material in suspension (turbidity)
- Topographic and bathymetric conditions
- Hydronic conditions (wave height, currents, water levels, etc.)

For frequency, techniques, etc., please refer to the above references and the monitoring programmes proposed by MUMM for the wind farms.

### 0.3.2 Water

#### 0.3.2.1 Reference situation

##### 0.3.2.1.1 Hydrodynamics

###### Wave heights

The measurement site closest to the island and platform locations is the Westhinder measurement station. Average wind speeds of 8 m/s from mainly a south-westerly direction are measured here. Under the influence of these winds, waves are generated with an average significant wave height of 1 m and a period of six seconds (Verwaest *et al.*, 2008). The peak wave periods are between three and eight seconds for 90% of the time. From analysis of the Westhinder wave dataset (1990-2010), it could be inferred that a storm with return period of 1 year has a significant wave height of about 4.35 m (IMDC, 2013a). The modelling for MOG2 also gives the reference situation without an island for the wave height in the vicinity of each island location, without an island, for storm with return period of 1 year (Hs=4.5 m, Tp=9.3 s and direction 352.5°N) (Svašek Hydraulics, 2022b).

A number of wave measurement buoys belonging to the Flemish Banks Measurement Network (meetnetvlaamsebanken.be) are located in the vicinity of the possible cable routes. For the purpose of this report, data from buoy A2, Ostend North, Kwintebank, and Westhinder were consulted between 01/07/2021 and 01/07/2022 (average wave height, wave period). The average wave heights decrease towards the coast under the influence of decreasing water depth. Indeed, the wave height decreases under the influence of decreasing wave speed under the influence of increasing bottom friction (Mangor, 2017). Local variations can be expected due to the various sandbanks crossed by the cable route.

## Flow rates

A first indication on flow velocities can be given based on the morphological features present in the project areas. Large-scale bottom structures as present in the project area occur at typical (bottom) flow velocities between 0.5 and 1.5 m/s (Ashley, 1990). It can be said that the flow rotates counterclockwise around the Hinder Banks, although the maximum flow direction is mainly in the flood (northeast) direction with residual water transport across the banks (Deleu, 2001).

As part of the modelling for MOG2, the maximum and current velocities were modelled over the BPNS also for the reference situation without an island, as well as the average current velocities over one spring tide-dead tide cycle in the vicinity of the three alternative island locations (Svašek Hydraulics, 2022b). In the coastal neighbourhood and along the Flemish Banks, tidal current velocities reach their maximum during high tide (towards NO), while maximum current velocities along the Hinder Banks are predominantly in ebb direction (SW).

IMDC conducted a number of mobile ADCP measurements on behalf of Elia during neap tides in December 2021 and during spring tides in March 2022. The following current velocities were measured (IMDC, 2022b): During neap tide, maximum current velocities of 1.2 m/s were measured; During spring tide, maximum current velocities of 1.45 m/s were measured. In general, it can be said that current velocities are higher on top of sandbanks. Supplementary to the mobile measurements, static measurements were also carried out using an ADCP. Regarding the period 14/02/22 to 21/02/2022, the following was observed: Average current velocity during spring tides concerns 0.52 m/s, during neap tides 0.35 m/s, and during storms maximum current velocities up to 1.1 m/s (IMDC, 2022b).

Along the possible cable routes, average flow velocities of 0 to 0.5 m/s can be expected. However, these velocities can reach 0.75-1.25 m/s. Generally, lower flow velocities are expected near the coast. The further along a route towards the PEZ, the higher the expected flow velocities.

## Bottom shear stress

Bottom shear stress is a measure of bottom dynamics that accounts for both the influence of current and the influence of wave action (Winter and Jongbloed, 2018). To determine the effect of an island on hydrodynamics, numerical modelling was performed including the bottom shear stress (averaged over a spring tide-death tide cycle) under the influence of the tide during a summer situation in the vicinity of the three alternative island locations , for the situation with and without the island (Svašek Hydraulics, 2022b).

Along the majority of the cable route, residual soil transport is northeast (flood) oriented. For the northern part of the cable route, residual soil transport is southwest (ebb) directed. This is also true for the vast majority of PEZ with the exception of the West Hinderbank where residual transport in a south-east and north-east direction occurs over the top of the bank (Lanckneus et al., 2001) (see section 5.1 Soil).

#### 0.3.2.1.2 Water quality

### Physio-chemical parameters

A monitoring network was developed within the BPNS in the past for chemical monitoring in the context of the WFD (Water Framework Directive) and OSPAR (Belgische Staat, 2018a). Temperature values are recovered between 0.05°C and 19.8°C, with an average water temperature in the BPNS about 11°C (BMM, 2012). Seasonal variations occur with an order of magnitude of 8 to 9°C compared to the mean temperature. Specifically, it can be said that the average temperature along the possible cable routes remains more or less the same, but the temperature fluctuation decreases from the coast towards the PEZ.

Salinity in the BPNS averages 31-35 g/kg. There is a slight seasonal variation due to the influence of river inputs more determined by river plumes of the Scheldt, Rhine, Seine and Meuse (OSPAR Commission, 2000; Degraer *et al.*, 2018). Salinity against the coast can vary from 25 to 32 ppt due to freshwater plumes (FOD Leefmilieu, 2015). Salinity along the cable route increases with increasing distance from the coast (at station 230: 31-35 PSU, at station 330: 32-35 PSU) and reaches a maximum in the PEZ (at station 421: 34.2 - 35.2 PSU) (data retrieved from: https://rshiny.lifewatch.be/station-data/ on 23/08/2022).

Inputs of nitrogen and phosphorus to the marine environment can occur in two ways: via water and via the atmosphere, but mainly via rivers for 65-80% of nutrient inputs of nitrogen to the North Sea, and 80-85% for phosphorus (OSPAR, 2010). Human influence on the nutrient balance is mainly noticeable at the level of the coastal zone and less detectable at the level of the project area.

As regards dissolved inorganic nitrogen and dissolved inorganic phosphorus, there is a general improvement in measured values from the coast towards the open sea. Outside territorial waters, these indicators indicate good status. Within territorial waters, a decreasing trend showed that the GES would most likely have been achieved by 2020. In the Coastal Zone (up to 1 nautical mile), GES would probably not have been achieved by the year 2020 (Belgische Staat, 2018a). A review of the monitoring report and evaluation of expectations is not expected until 2024.

Bunker oil and lube oil are the main sources of oil pollution in the North Sea. Oil discharge from drilling for the offshore oil and gas industry has been greatly reduced over the last 10 years (to more than 80%). This reduction is mainly due to a replacement of oil-based drilling clays to water-based drilling clays.

Based on the data from the BMDC database as a sample, it is observed that, for all recorded values for open sea on the BPNS, for metals maximum values are usually set between target and limit values and for TBT or tributyltin maximum values higher than the limit value. Their use on ships has been banned since 2003. It is expected that - influenced by today's ban on the use of TBT - levels of TBT will slowly decrease (Belgische Staat, 2018a).

It can be assumed for PEZ that natural concentrations of metals are relatively low based on measured values in the open sea for the BPNS, which are in the order of magnitude of the open sea guideline values (OSPAR Commission, 2000).

### Turbidity and suspended matter

The Belgian coastal nearshore zone is characterised by a turbidity maximum with concentrations between 20 mg/l and over 150 mg/l at the surface and between 100 mg/l and over 4,000 mg/l near the seabed (Lauwaert *et al.*, 2016). In the coastal adjacent high-turbidity zone, the variability in sediment concentration observed is mainly caused by natural processes, while the dumping of dredged material has only a minor influence

(Lauwaert *et al.*, 2016). In the area of the Flemish Banks, there is always a lower average concentration (< 10 mg/l) (Lauwaert *et al.*, 2004) than near the coast (e.g. Zeebrugge, where the highest concentrations occur) because of the sandy sediment. During storms, maximum concentrations can be up to 15 times higher than in good weather. Offshore, maximum concentrations are around 300 mg/l but occur only occasionally (under storm conditions) (Fettweis *et al.*, 2005). The SPM concentration varies with tides and the spring tide-death tide cycle. In addition, variations occur due to weather and climate. Furthermore, the SPM concentration is characterised by a seasonal signal.

### 0.3.2.2 Effects

#### 0.3.2.2.1 Island

##### Construction phase

**Influence on hydrodynamics**

During the construction phase, depending on the progress of the works, the impact on hydrodynamics (flow and wave action) will further increase. In the phase when only a sand plateau exists (locations West 2 and North) or the sand dunes present have been levelled (location West 1), the impact or wave action and flow will be limited, when the caissons are also built, this impact will increase sharply (especially effect during the operational phase).

The dredged sand for levelling site West 1 will be disposed of or temporarily stored at a temporary storage site. In this work zone, there will therefore be a temporary influence on local morphology and bathymetry with a possible impact on flow and wave patterns. However, the storage will be done in such a way that the overall morphodynamics of the area will be altered as minimally as possible (i.e. maximum height in the same order of magnitude as the natural sand dunes in the area and on the smallest possible surface area) (see section 5.1 Soil). Moreover, this zone will potentially be able to recover when the zone is no longer used. Consequently, this effect is considered slightly negative (0/-).

**Impact on water quality**

*Influence on physio-chemical characteristics*

When dredging for the purpose of levelling the dunes, or creating a sandy plateau or filling in the caissons with local material, if present in the seabed, heavy metals or organic pollutants may be released from the dredged sediment. However, the probability is low as the island sites are located in zones of sandy sediments with a low percentage of fine material to which chemical elements can bind. If pollution would enter the water column, it will also dilute quickly due to the strong current. The effect of island construction on chemical water quality is considered negligible (0/-).

There is a hypothetical risk of accidental discharge of contaminants into water during the execution of the planned works. This mainly concerns wastewater from the vessels, loss of hydraulic oil during execution of the works, or loss of contaminated water from the temporary concrete plant (see chapter 5.8 Risks and safety). Local and international regulations exist (e.g. MARPOL, Marine Environment Act, etc.), but the risk of an (accidental) discharge cannot be excluded. The impact is assessed as slightly negative (0/-).

No impact on temperature, oxygen, and salinity is expected (0).

*Impact on turbidity*

During the construction phase, various activities are carried out that may bring sediment into suspension (levelling, pre-dredging, construction of sand plateau,

caisson filling). This leads to an increase in turbidity among other things due to sediment loss at the dredging head, overflow loss, loss when sediment is (temporarily) dumped; etc. To estimate the turbidity influenced by the dredging activities, numerical modelling of the sediment plume during (1) sand head levelling and temporary stockpiling (West 1 location), (2) pre-dredging and construction of sand plateau for West 2 and North location, and (3) pre-dredging and filling of the caisson structure by dredging pipes with overflow (IMDC, 2022f).

1. At the West 1 site during sand top levelling, exceedance of natural turbidity (4 mg/L) only occurs in the immediate vicinity of the island site due to plume formation at the dredge head and limited overflow (only 20% fine sand <250 µm, 0.2% fines <63 µm). In the vicinity of the temporary storage site, concentrations in the water column may exceed 50 mg/L (IMDC, 2022f). However, this is a temporary effect (two days, during the works) and the plumes do not extend beyond 3 km.
2. During the construction of the sand plateau, a turbidity plume is formed by the fines stirred up at the dredge head, at the overflow at the dredging vessel and released during the disposal at the plateau location. Regarding site West 2, a clear exceedance of the depth mean turbidity values is observed up to 3 kilometres from the island location where the sand plateau is constructed, (IMDC, 2022f). A similar result was obtained for the works at site North. The exceedance with values exceeding 4 mg/l remains in the water column for up to six days (during the works) at location West 2, reaching just into the buffer zone around a zone with a high probability of occurrence of outcropping gravel. As for site North, it concerns an exceedance to values exceeding 4 mg/l up to three days (during the works).
3. During pre-dredging of the erosion pits around the island site West 1 and backfilling of the caisson wall by dredging pipelines, an increase in background turbidity (expected 4 mg/L) is observed in the immediate vicinity of the island up to a distance of a few hundred metres. This limited impact can be explained by the fact that limited loss occurs at the dredge head and around the caissons. No overflow loss occurs from the dredger because pipelines will be used. The overflow concentrations from the island itself were calculated and taken into account (IMDC, 2022f), but are not visible. Their impact is considered negligible as the overflow of water from the island itself is significantly lower than that from a dredger, given the larger surface area of the island. A similar picture forms when modelling the plume for sites West 2 and North. For all three sites, the exceedance is up to 11 days (during works).

There is uncertainty regarding long-term and farfield effects as the modelling was done without 'resuspension', and possible transport after deposition of the fines was not simulated. However, in sandy sediments, the probability of resuspension of fines after they are deposited is estimated to be small because the fine grains are trapped between the coarser ones in the interstitial spaces. If the fines do go into partial resuspension during storm/next tidal cycle, this is not expected to be a long-lasting effect. Research conducted by Hitchcock and Bell has shown that this effect is generally limited to four to five tidal cycles (Hitchcock and Bell, 2004).

An increase in turbidity is predicted for the three modelled scenarios, but as the proportion of fines in the sediment is limited, it is on a limited scale in the vicinity of the island locations and of a temporary nature (maximum 11 operational days, during the execution of the works). The modelled turbidity plumes reach the buffer edge around a zone with a high probability of occurrence of outcropping gravel only for site West 2, during the construction of the sand plateau. Consequently, this effect is assessed as slightly negative (0/-).

## Operational phase

**Influence on hydrodynamics**

*Current*

The flow velocity, after construction of the island, increases along the long sides, and decreases along the short sides (Svašek Hydraulics, 2022b). The increase in flow velocities along the long sides (location West 1) is up to 30% just after island construction, this decreases to a maximum of 10% after 10 years compared to the situation without island, when the morphology has adapted. The differences in flow velocity between the situation without island and with island are mainly noticeable just after construction when equilibrium has not yet established itself. These differences decrease rapidly in the first four years after construction, after four years the flow velocity increases along the long sides are significantly reduced, the range and magnitude of the velocity decreases are also greatly reduced. Between year four and year ten, the differences remain more or less the same indicating that the flow system is reaching a new equilibrium.

A similar picture presents itself for site West 2. Here, the average flow velocity along the long sides of the island increases to a maximum of 15% after the construction of the island. After 10 years, this increase is still 8%. As for location North, the increase is 20% immediately after construction, and 14% after 10 years (Svašek Hydraulics, 2022b).

The presence of an island will permanently affect flow patterns over the lifetime of the island. The influence is limited to the immediate vicinity of the island (6 km longitudinally, 3 km latitudinally) and the affected area is expected to decrease significantly after the first four years after construction. The impact can be assessed as moderately negative (-).

Changing flow velocities around the island will affect local sediment transport around the island. Finer sediments will be deposited on the north and south sides (where flow velocities decrease). On the west and east sides, coarser sediments will be deposited (Delhaye *et al.*, 2022). The impact on sediment transport and sedimentation and erosion patterns is discussed in detail in the chapter 5.1 Soil.

*Waves*

The presence of the caisson walls in the water will affect local wave action. Waves will in fact reflect on the caisson walls (IMDC, 2022c). The model results show that due to reflection of waves on the island, wave heights on the sides of the island exposed increase by 0.5 m (Svašek Hydraulics, 2022b). An increase in wave height of more than 1% will be noticeable up to a distance of about 18 km. On the sheltered side, wave heights will decrease by more than 1 m. Decreases of up to 1% will be noticeable up to 5 km away from the island. Wave direction is only affected on the leeward side of the island. An impact of the same magnitude is expected for the other island locations.

Due to the development of erosion pits around the island, the zone where changes in wave height are noticeable will decrease slightly over time (Svašek Hydraulics, 2022b). However, due to the large water depth around the island, these changes are relatively small.

In addition to reflection waves occurring around the island, effects of port resonance could occur in the planned *crew transfer vessel* (CTV) port. Port resonance can occur in confined water masses with periods of two to 10 minutes. It is caused by a forced oscillation of the water due to long-period oscillations present in the open sea (Mangor, 2017). The height of the resonant waves is itself also dependent on the height and direction of the incoming waves.

The effect of an island on wave action is considered moderately negative (-).

*Bottom shear stress*

In addition to the impact on flow and wave action, based on numerical modelling (Svašek Hydraulics, 2022b) a comparison was also made for the impact on bottom shear stress between the situation before island construction, and the situation after island construction (for location West 1). The modelling was carried out for summer conditions (tidal flow only, averaged over a spring tide-death tide cycle) and for winter conditions, also including one-year wave conditions.

The average soil shear stress **in summer** around the project site is approximately 0.4 N/m2 (Svašek Hydraulics, 2022b). Due to the presence of an island, the bottom shear stresses increase and decrease in accordance with the current accelerations and decelerations as discussed above. The maximum increase in soil shear stress is 42% immediately after construction of the island. Ten years after construction, this value decreases to a maximum of 14%. Ten years after construction, increased soil shear stress >10% can be found up to 1 km from the island, while reduced soil shear stress <-10% can be found up to 2 km from the island. Immediately after construction, about 245 ha are affected by soil shear stress changes of more than 10% of the mean soil shear stress in summer conditions. After 10 years, this area is reduced to 110 ha.

The average **winter** soil shear stress around the project site is about 0.5 N/m2 (Svašek Hydraulics, 2022b). Due to the presence of the island, the bottom shear stresses increase and decrease in accordance with the current accelerations and decelerations as discussed for currents. The maximum increase in bottom shear stress is equal to 43% immediately after island construction. This value decreases to 19% ten years after island construction.

Although the soil shear stress around the island is permanently affected over the lifetime of the island, the effect on soil shear stress is assessed as moderately negative (-) due to the limited spatial impact.

**Impact on water quality**

*Influence on physio-chemical characteristics*

A list of substances and gases that will be used on the island was drawn up. A procedure for using these and an emergency plan were drawn up based on this list. Several drip trays and liquid-tight containment tanks will be provided. If contamination does occur, the emergency plan is triggered. Rain and maintenance water spilling at risk areas on the island will be treated through a coalescence filter before being discharged into the sea so that the discharge water meets the applicable discharge standard. Domestic wastewater will be treated with a certified plant in accordance with MARPOL Annex IV regulation 11 regulations.

Given the many measures being taken to prevent the release of pollutants into seawater, the presence of the island will not have a negative impact on achieving GES descriptor D8. However, as the risk of an accidental, short-term, discharge can never be completely prevented, given the mitigation measures already planned to prevent pollution from the island, this impact is assessed as slightly negative (0/-).

*Impact on turbidity*

Due to the presence of an island and changing hydrodynamics, additional erosion of pre-dredge pits and sedimentation occurs around the island. Fines (<250 µm) present in the soil may be suspended by the erosion. Using plume modelling, it became clear that the natural turbidity of 4 mg/l (depth average) is exceeded up to about 7.5 km from the island, this after both one and four years, as regards sites West 1 and West 2. As for the North site, distance increases to 10 km (IMDC, 2022f). The effect on turbidity in the water column during the operational phase, during the establishment of new equilibria is considered limited and temporary and is therefore assessed as slightly negative (0/-).

Research published by Baeye and Fettweis (Baeye and Fettweis, 2015) shows that, due to organic growth on artificial hard substrates, sedimentation plumes can form around wind turbines that can extend up to 2 km. Given that the caissons and erosion protection around the island sites will also form an artificial hard substrate, it cannot be ruled out that a similar effect would also occur here. Assuming a plume with a distance of 2 km in the dominant flow direction (SW), such a plume, if originating from one of the island locations, does not reach any of the identified gravel bed contours. Consequently, this effect is considered slightly negative (0/-).

### Decommissioning phase

If the island is decommissioned, wave and flow conditions will return to their original state if bathymetry is also restored to its original state. Any effects on hydrodynamics at the project site level will be barely measurable (0). During pumping of the sand from the caisson chambers, and dredging of the soft core and underlying sand plateau (locations West 2 and North), turbidity plumes will again occur similar to those during the construction phase. As this is the same material with little admixture of fines, the effect on turbidity during the decommissioning phase is also considered slightly negative (0/-).

If the island is dismantled, the same impacts on water quality are expected during the decommissioning phase as during the construction phase (0/-). A detailed procedure and a contingency plan for dealing with accidental discharges of the substances present on the island during decommissioning can prevent or limit the impact of such a discharge in impact. Obviously, the impact and risk of (oil) contamination is fully mitigated after the decommissioning phase. No impact is expected on temperature, oxygen content, or salinity.

If the island is preserved in its entirety, the same effects on hydrodynamics and water quality as during the operational phase of the island also remain in force (-). The effect of accidental discharge is considered slightly negative (0/-) in the case of full in-situ preservation.

## 0.3.2.2.2 Platforms

### Construction phase

**Influence on hydrodynamics**

No measurable effects (0) on hydrodynamics are expected during the installation of the jacket or monopile structures. The expected effects on waves and currents are considered very localised (Di Marcantonio *et al.*, 2007).

**Impact on water quality**

*Influence on physio-chemical characteristics*

Dredging for the purpose of levelling the subsoil, or installing the foundations, could potentially release heavy metals, organic pollutants or nutrients into the water column if they occur in the seabed. Given that the platform sites are located in zones with sandy sediments with a low percentage of fine material to which chemical elements can bind, there is a low likelihood of contaminants being temporarily released into the water column due to upwelling.

If pollution would enter the water column, it will quickly dilute due to the strong current. The effect of platform construction on chemical water quality is considered negligible (0/-).

No influence is expected on temperature, oxygen, and salinity (0).

*Impact on turbidity*

The total duration for installing the platforms on monopiles is two days, and for installing the platforms on jackets four days. Based on the monitoring performed on the Blighbank (Van den Eynde *et al.*, 2013) and the short duration of the installation, it can be assumed that hardly any increase in turbidity will occur during platform construction compared to natural turbidity. The effect is considered not measurable (0).

## Operational phase

**Influence on hydrodynamics**

The presence of a jacket or monopile structure in the water affects both the direction and speed of the flow. The water deflects at the level of the pile creating a local turbulence flow that creates a zone of higher pressure in front of the pile, and a zone of lower pressure behind the pile, accompanied by a decrease in flow velocity in front of the pile. Eddy currents are created behind the pile, leading to increased bottom shear stress and erosion. However, this impact on the flow already recovers after 3.2 times the diameter of the structure so the impact on the flow can be considered permanent but very localised. The effect of the jacket and monopile structures on the flow is considered slightly negative (0/-). The impact on wave action is considered minimal given the small size of the structures (0).

**Impact on water quality**

*Influence on physio-chemical characteristics*

Given the measures taken to prevent the release of pollutants into seawater, the presence of the platform will not exert a negative impact on achieving GES descriptor D8. However, given that the risk of an accidental, short-term, discharge can never be completely prevented, the impact of oil pollution is considered slightly negative (0/-).

*Impact on turbidity*

Satellite images taken from UK and Belgian wind farms show a clear presence of sediment plumes downstream of each individual wind turbine (Vanhellemont and Ruddick, 2014). A similar phenomenon is expected at the level of platform foundations. For one of the four sites such a plume would extend over one of the potential gravel beds. Given the limited area impacted, this effect is estimated as slightly negative (0/-) for the platform sites.

## Decommissioning phase

In the case of complete decommissioning and removal of the foundations to just below the seabed, the impact is assumed to be equal to the impact during the construction phase. Obviously, the impact and risk of (oil) pollution from the infrastructure is fully mitigated after the decommissioning phase.

If the platforms are maintained in-situ as a whole, the effects are considered equal to those in force during the operational phase. If maintenance of the platforms decreases after the operational phase, the probability of accidental discharge of pollutants into the water increases. The effect at full platform maintenance on water quality is considered slightly negative (0/-) .

#### 0.3.2.2.3 Cables

### Construction phase and operational phase

**Influence on hydrodynamics**

No effects on hydrodynamics occur during the construction phase. Any effects on currents and waves are very localised. Consequently, the effect on hydrodynamics is considered non-existent (0) (BMM, 2007). Nor do the underground cables have an impact on waves or currents during the operational phase (0).

**Impact on water quality**

*Influence on physio-chemical characteristics*

When carrying out the works related to the installation, heavy metals and organic pollutants, if present, may be released from the upper sediment layers into the water column (Phua *et al.*, 2002a). In sandy subsoil along the cable route with low content of fine and/or organic material, chemical elements are less likely to be bound to it. Near the coast, however, the cables are installed in finer sediment types where chemical elements may be more easily bound. However, given the limited size of the intervention in the upper layers of the seabed and the strong currents, any contaminants from the bottom are immediately diluted in the water column. Therefore, the effect of cable installation on the chemical characteristics of the water column is estimated as slightly negative (0/-).

Regarding eutrophication (D5), the three indicators for eutrophication in territorial waters show a trend that is likely to have led to the achievement of a GES by 2020. However, for the coastal zone (up to 1 nautical mile), good environmental status will not be achieved by 2020 (Belgische Staat, 2018a). The installation of the export cables is not expected to contribute to an increase in the marine environment. However, the additional shipping traffic for the installation will cause an increase in nitrogen in the air (see 0.3.3).

The covering of export cables is checked periodically so that the likelihood of direct contact of cable with seawater is extremely low. The impact on chemical water quality during the operational phase is estimated as non-existent (0) given the regulations related to the use of TBT-free paint for ships. In addition, geologically pure materials will be used in the construction of protective mats and stone paving at the crossings. No impact is expected on temperature, dissolved oxygen and salinity (0).

*Impact on turbidity*

During installation, the seabed is stirred up and a sediment plume forms in the water column. The size of the plume depends on several elements such as sediment type, hydrodynamic conditions, installation technique, and scale of works (Toarmina *et al.*, 2018).

The impact of the pre-trenching of the cable routes was modelled for a worst-case scenario in terms of impact on soil and water, whereby the longest cable route (i.e. landfall in the Blankenberge-Zeebrugge zone) will be carried out entirely via pre-trenching (+ pre-sweeping in advance) (IMDC, 2022f). Three 1 km sections have been modelled along the cable route. During the works, sediment losses occur near the dredging head at the bottom, overflow during dredging (in case of sandy material) but especially during dumping at the temporary storage site. When dredging in the coarse sediments with few fines, the impact on turbidity is temporary and limited in area. If work is carried out in finer sediments, the impact on turbidity is still temporary, but the effect impacts a larger area and mainly at the dumping site.

Despite the limited increase in turbidity compared to local background values, similar to a storm, and the non-permanent nature, in the worst-case situation where all cables are installed via pre-trenching, it may involve a large sediment movement involving potentially large losses with a proportion of fines entering the water column. No longer-term effect is expected. Therefore, cable installation is considered a process with a moderately negative impact on turbidity (-).

When laying the cables for the MOG2 project, it is mainly assumed that pre-trenching and jetting methods will be used. Laying the cables via jetting will cause a temporary increase in turbidity. In zones where mainly sand is overturned, the radius within which the sediment settles back will be quite small. Along cable route zones occur zones where the Quaternary layer is quite thin, allowing dredging to bring the Paleogene (formerly called Tertiary) substrate to the surface. The Paleogene layers consist of clay or clayey sands which could lead to increased sediment transport and increased turbidity in the water column. However, these layers are compacted, so the impact will be rather limited in the short term (BMM, 2011). In the coastal nearshore zone, silt and Holocene clays occur in the soil that are not compacted, so additional fine- to medium-grained sediment will be brought into suspension when stirred up by cable installation via jetting or ploughing.

During the operational phase, no effect is expected on turbidity due to the cables, unless maintenance work needs to be carried out in which case the effects can be assessed as during the construction phase depending on the technique used. The effect will be very temporary and therefore slightly negative (0/-).

#### Decommissioning phase

To remove the cables, a tow hook will be used, preceded or not by jetting, which will be towed through the seabed to bring the cable to the surface. No additional sediment movement will take place in the process. During the removal of the cables, the overlying sandy backfill material will be stirred up, which will sediment in the vicinity.

Consideration can also be given to storing the cables in-situ. In some cases, this leads to the least negative impact on the environment as there is no new soil disturbance. However, there is a risk regarding liability if an exposed cable causes damage to third parties (see chapter 5.8 Risks and safety). The impact on the water column for in-situ preservation is considered non-existent (0).

The impact on the water column in terms of turbidity is expected to be much less than during the construction phase because there will be no dredging or dumping works, neither along the cable route, nor at the temporary storage site. The impact is estimated as negligible (0/-). The effects related to the removal of the cables are estimated to be similar to those during the construction phase as regards the risk of release of heavy metals and organic pollutants in the areas where no clean sand was used as backfill material (0/-).

### 0.3.2.3 Mitigation measures and monitoring

The mitigation measures and monitoring for the water discipline largely overlap with those in Soil (see 0.3.1.3). Additionally monitoring of the wave, current, and wind conditions around the island should be monitored, and the turbidity in the water column around the island or platforms during the operational phase.

## 0.3.3 Climate and atmosphere

### 0.3.3.1 Reference situation

#### 0.3.3.1.1 Atmosphere

The most relevant parameters for this project are the general air pollutants $NO_X$ , $SO_2$ , PM10 (dust) and $CO_2$ . The air quality in the project area for all relevant components more than meets the predetermined (European) air quality objectives. For most air pollutants, the transport sector contributed less than 20% to the total emissions in Flanders in 2018. An exception is $NO_x$ ($NO_2$ ), where the transport sector made a significant contribution of around 60%. Since 2010, maritime shipping has caused considerably less air pollution than in previous years. The main causes of the significantly lower emissions are the lower sailing speeds, which means that less fuel is consumed, and the tightening of emission standards for ships.

Emissions from marine diesel engines are severely limited by international regulations (IMO MARPOL Annex VI). In the ECA area, including the North Sea, even stricter standards apply for sulphur and nitrogen. In Europe, marine engines are also still covered by the European Classification System that sets requirements for emissions from the internal combustion engines of new non-road mobile machinery (1997 Directive 97/68/EC, and 2016 update: Regulation 2016/1628). Using ships with engines with stricter standards (e.g. Stage VI or V) can therefore further reduce emissions compared to MARPOL standards. In the construction of new ships, energy efficiency must be continuously improved (MARPOL Energy Efficiency Design Index).

#### 0.3.3.1.2 Global climate

Global efforts are being made to take measures to reduce greenhouse gas emissions in order to limit the effects of anthropogenic climate change. European ambitions ("FIT for 55" package, climate neutral continent by 2050, REPowerEU plan) are translated into national ambitions for reducing greenhouse gas emissions and increasing the share of electricity production from renewable sources (including offshore wind energy). The new wind farms in PEZ together with MOG2 form a crucial part of this process.

### 0.3.3.2 Effects

#### 0.3.3.2.1 Atmosphere

To determine the impact of the construction of the island or platforms and the cabling on air quality, account must be taken of the emissions released during (1) production of the materials ($CO_2$ ) and (2) shipping ($SO_2$ , $NO_x$ , PM10 and $CO_2$ ). The emissions from shipping occur during the construction phase for the transport of materials and the installation of all infrastructure, during the operational phase for inspection and maintenance transport and repairs, and the during decommissioning phase. All emissions were determined in an LCA study (External Annex 5 (IMDC, 2022d)).

##### Island

Emissions during the construction phase result from (1) construction of the base infrastructure including material production, transport and installation (caissons, erosion protection), (2) transport and installation of the substations on top of the island, and (3) emissions due to seabed disturbance (from dredging).

For the construction phase, the emissions are distinctive for the three island location options. Because of the differences in depth and location, the required material

volumes are different (sand plateau or levelling, erosion protection). The shipping distances for the supply of materials are minimally different.

Emissions during the operational phase include inspections above and below water per year, including regular small campaigns and a limited number of large campaigns. In addition to transports for inspections and monitoring, repairs were also taken into account (e.g. 2% of erosion protection replaced annually).

In the scenario with complete dismantling, the same emissions are assumed as during the construction phase (for the respective scenario). If it is decided not to proceed with decommissioning and the infrastructure remains entirely in situ (to be considered in accordance with the regulations and insights in due time), continued monitoring and inspections above and below water have been taken into account (as described in the operational phase).

**$CO_2$ equivalent**

Total $CO_2$ emissions from the island are 1.6 - 1.9 Mt $CO_2$ depending on the island location. The island's total $CO_2$ emissions are largely caused during the production of the materials (approximately 75% of total emissions). There is a significant difference in emissions for the production of the various materials (Hammond and Jones, 2019). Gravel and quarry stone (for filter bed, toe protection and erosion protection) account for over 80% of emissions during materials production for the artificial island. The worst case assumption is that granite stone will be used for this purpose (with higher emissions than for other types of stone).

There is a clear difference in emissions during transport of the caissons from Belgium or Spain, but this is minimal compared to the emissions during production of the materials.

Emissions for MOG2 will occur over many years, but mainly during the first years (production of materials and construction). These emissions correspond annually to 0.2% of the total Belgian emissions in 2020 and 7% of the emissions of the transport and industry sectors in 2020. After the construction phase, emissions are much lower.

**Other transport emissions**

$NO_x$ emissions in particular are substantial due to shipping and are directly dependent on the sailing time/working hours of the ships. Emissions are lowest for island location West 1 and highest for West 2 (+16%). Emissions are higher if the caissons are brought in from southern Spain (approx. +10%). Almost half of the $NO_x$ emissions occur during the construction phase. This is 0.5% of total Belgian emissions in 2018, and 26% of emissions from maritime shipping with domestic activity (departing and arriving in Belgium). After the construction phase, emissions are much lower.

The $NO_x$ emissions assumed in the LCA are in accordance with the Tier II $NO_x$ standard (from (Kristenen, 2015)). Since 2021 the most stringent $NO_x$ standard of Tier III is applicable in the ECA area for new ships built. However, since 2014 the Tier IV standard is already applicable in Europe for new internal combustion engines of non-road mobile machinery placed on the market. Using ships with internal combustion engines no older than 2014 (Stage IV) means a reduction by a factor of 24 in NOx emissions per kWh. This would result in only 1% of annual sea shipping with domestic activity. The use of ships with internal combustion engines no older than 2016 (Stage V) means an even greater reduction.

**Conclusion**

The impact of materials production for the island on the atmosphere is assessed as moderately negative (-), provided that the final design is optimised as much as possible in order to limit emissions (linked to the volume and type of materials required). The

calculated emissions of material production include several worst-case factors: the EIR design is taken larger than the planned tender design (as this is not yet final) and 15% extra materials are calculated (% loss). It was also assumed in the LCA that granite will be used for the filter bed and quarry stone around the island. The emissions of granite are very high compared to for example quartz (Hammond and Jones, 2019).

The impact of transport emissions for the island on atmosphere, regardless of the alternative and scenario, is assessed as moderately negative (-) during the construction and dismantling phase, and non-existent (0) during the operational phase. The effect on atmosphere if no decommissioning would take place and only inspections would continue is therefore non-existent (0). The total emissions reported for 2018 are already below the stricter emission ceiling (NEC Directive) that applies from 2020 for $NO_x$ and $SO_2$.

## Platforms

During the construction phase, emissions are generated by the production of steel for the four platforms ($CO_2$ -equivalent emissions), as well as various transport activities. For the platform alternative, transport emissions are also included for monitoring and inspections above and below water. In the scenario with complete decommissioning, the same emissions are assumed as during the construction phase. In the scenario that it is decided not to dismantle and the infrastructure remains entirely in situ, we assume a continuation of monitoring and inspections above and below water (as described for the operational phase).

**$CO_2$ equivalent**

The total $CO_2$ emissions of the platform alternative amount to 0.23 - 0.24 Mt $CO_2$ . About 25% of emissions are caused by the production of the steel for the four platforms. Emissions during the construction (and dismantling) phase each take up 35% of the total. Emissions during the 20-year operational phase amount to 9% of the total. The total emissions of the scenario with the three AC platforms on jacket foundation is 3% higher than the scenario with the three AC platforms on a monopile foundation. The difference is mainly due to the difference in the volume of steel (14% more for AC jacket than for AC monopile), and the transport of steel and installation of the foundations (64% more for AC jacket than for AC monopile).

Most of the emissions for the platforms also occur during the first six years during the construction phase. This represents 0.02% of total Belgian emissions in 2020, and 0.07% compared to the transport and industry sectors. After the construction phase, emissions are much lower.

**Other transport emissions**

Like the island, $NO_x$ emissions are largely emitted during the construction (and decommissioning) phase. This is annually 0.2% of total Belgian $NO_x$ emissions in 2018, and 9% compared to maritime shipping with domestic activity (departing and arriving in Belgium). After the construction phase, emissions are much lower.

**Decision**

Regardless of the scenario, the impact of the platforms on atmosphere is slightly negative (0/-) for materials production, moderately negative (-) due to transport emissions during the construction and dismantling phase (complete dismantling), and non-existent (0) during the operational phase. The effect on atmosphere if no dismantling would take place and only inspections would continue is therefore non-existent (0).

## Cables

The emissions of the production of the AC and HVDC cables are determined in the LCA study. This takes into account the different materials used in the cables. For both cable types, an example was taken for which the material specifications are available (details can be found in the LCA study, see external appendix 5). The transport emissions were determined for the supply of materials and the execution of construction work. For export cables, transport emissions were also included for monitoring and underwater inspections. Emissions are also included for repair work: on average, 0.1% of the cable length is replaced each year, and extra coverage of cable crossing infrastructure.

In the scenario with complete decommissioning, the same emissions are assumed as during the construction phase, for the respective scenario. This is an overestimation for some scenarios: for example, cables are pulled out of the soil without dredging. In the scenario that it is decided not to decommission and the infrastructure remains entirely in situ, we assume a continuation of monitoring and inspections (as described in the operational phase).

**$CO_2$ equivalent**

The total $CO_2$ emissions for the export cables amount to approximately 0.5 Mt $CO_2$. There is up to 10% difference between the various route options (lowest for the route to the platforms, and highest for the route to island North via route 2 outside PEZ; worst case for the route to the Blankenberge-Zeebrugge landfall area). The share of emissions from materials production for each alternative is over 75% (approx. 0.37 Mt $CO_2$ ).

The emissions during the pre-trenching and backfilling of the cable trenches is approximately 1,000-fold of the $CO_2$ emissions during ploughing (30,000 tons versus 30 tons of $CO_2$ ). In the total emissions of all phases for the export cables, this results in 13% higher emissions in case of cable installation with pre-trenching and backfilling.

Emissions for export cables also largely occur in the first five years during the construction phase of the cables. This is 0.07% of total Belgian emissions in 2020, and 0.2% compared to the transport and industry sectors in 2020. After the construction phase, emissions are much lower.

**Other transport emissions**

The total $NO_x$ emissions for the export cables amount to approx. 2,700 tons $NO_x$ (with pre-trenching) or 1,700 tons $NO_x$ (with ploughing). There is approximately 5% variation between the various route options (worst case to Blankenberge-Zeebrugge). Almost half of the emissions are emitted during the construction phase (first five years). This represents annually 0.2% of total Belgian emissions in 2018, and 10% compared to maritime shipping with domestic activity. After the construction phase, emissions are much lower.

**Conclusion**

Regardless of the alternative and scenario, the impact of export cables on atmosphere is slightly negative (0/-) for materials production, moderately negative (-) due to transport emissions during construction and decommissioning phase (complete dismantling), and non-existent (0) during the operational phase. The impact on atmosphere if decommissioning would not take place and only inspections would continue is therefore non-existent (0).

The calculation of transport emissions should be regarded as a worst-case estimate. For cable installation, two extreme scenarios were considered, namely pre-trenching the entire route or full ploughing. It is likely that the sections of the route that will be pre-

dredged will be minimised, thus reducing costs and emissions. This will almost halve transport emissions during the construction phase.

#### 0.3.3.2.2 Global climate

For the discussion of climate impacts, impacts contributing to global climate change are considered. During the 20-year permit term, the MOG2 island project with the export cables results in 2 to 2.5 Mt $CO_2$ (depending on the island location, amount of material (mainly quarry stone), origin of the caissons, and installation technique of the cables). Total emissions are about 75% for the island and 25% for the export cables. The lowest emissions are for island location West 1 because less stone volume is required and the cable length is shorter.

Total emissions over the 20-year period for the alternative with four platforms including export cables amount to 0.7 to 0.8 Mt $CO_2$. Approximately 30% of the total emissions are for the platforms and 60% for the export cables. This means that the difference in emissions between the cable installation technique (pre-trenching or ploughing) mainly determines the differences in total emissions. The difference between the scenario with the three AC platforms on monopiles or jackets is minimal (in the jacket scenario, total emissions are 1% higher).

Total emissions from island location West 1 (average of scenarios) are 280% higher than the platform alternative (average of scenarios). With the other island location options, the difference is even greater (up to 330% for West 2).

The emissions are not evenly distributed over time. An important share (>50%) of the total emissions is for the production of the materials and construction phases. These emissions will be emitted during the first six years (and five years for the cables). Emissions during the operational phase are much lower (<10% of total) and are spread over the entire operational phase.

Since the projected life span of the island is up to 100 years and the transmission infrastructure is 50 years, the LCA was also carried out for a 50-year term. Since the lifetime of the export cables and platforms is shorter than 50 years, it is assumed in this long-term scenario that the export cables and platforms would have to be demolished and rebuilt. In that case, the emissions of the island option with cables are 2.5 to 3 Mt $CO_2$ and for platform alternative with cables 1.3 to 1.6 Mt $CO_2$ . The emissions of the West 1 island option are 180% higher than the platform option after a period of 50 years. In the long term, the difference is more limited because the platforms have to be rebuilt and the island does not.

**Avoided emissions on land by new wind farm PEZ including MOG2**

The MOG2 project aims to develop a meshed offshore electricity network to connect the wind farms to be constructed in PEZ with the mainland. The negative effects in terms of $CO_2$ emissions of the MOG2 project should therefore be linked to the positive effects of avoided emissions on land due to the renewable energy produced by the new wind farms in PEZ (yearly 4.7 Mt $CO_2$ avoided emissions, (Kabinet Energie, 2022)). The 2 to 2.5 Mt (caisson island + cables) or 0.7 to 0.8 Mt (four platforms + cables) of $CO_2$ emissions from the MOG2 project would thus be more than compensated compared to a scenario where no transmission to the mainland can take place. This means a net avoidance of about 90 Mt $CO_2$ by the project from 2030 onwards approximately when the new wind farms in PEZ are fully operational. This contributes fundamentally to the EU goal of becoming a climate neutral continent by 2050 and significantly increasing the share of renewable energy production in the overall energy mix.

It should be noted that the emissions for the wind farm have yet to be included in this comparison. This still needs to be calculated in detail for the new wind farms. The total

$CO_2$ emissions for offshore wind farms (TNO, 2019) amounts to only about 2% of the $CO_2$ emission reduction of wind turbines compared to alternative electricity production on land (Kabinet Energie, 2022).

In addition to providing an efficient and reliable connection of the new wind farms in the PEZ with the mainland, the MOG2 project also aims to provide future connections with other electricity production areas in the North Sea. The aim is to provide HVDC interconnections with e.g. UK (Nautilus project) and/or Denmark (Triton Link project) at a later stage, thanks to the planned HVDC switching station. In particular, the energy island lends itself to creating an energy hub and contributing to an offshore interconnected grid that adequately distributes renewable energy production in the North Sea to the various consumption centres according to their needs. In this way, the energy island also contributes to the reduction of greenhouse gas emissions. As with the island concept, the platform option with the HVDC platform creates future prospects in terms of further European integration, albeit to a very limited extent, due to the more limited possibility of expanding the transmission infrastructure and therefore more limited interconnection capacity.

The MOG2 project, together with the new wind farms in PEZ, will only make a small contribution to reducing global greenhouse gas emissions, but will make a measurable contribution at the local Belgian level. The effect on the global climate is therefore assessed as minor positive (0/+).

#### 0.3.3.3 Mitigation measures and monitoring

The calculation of emissions should be regarded as a worst-case estimate with respect to both emissions from material production and transport emissions. Various measures can be applied to generate lower emissions than these worst-case estimates.

**Emission during production of materials**

- Measures already integrated into the project: reducing the footprint of the island by locating it on a sandbank, and reducing the use of raw materials by using the caisson island concept instead of a revetment implementation method.
- The EIR design of the island has a worst case footprint of 25 ha. The detailed design will aim for a narrower island shape and reduction of the total footprint of the island, resulting in a reduction in the required material and emissions for material production. On top of this, in the LCA 15% extra volume was calculated as a possible loss percentage. This may also be an overestimate.
- It has been assumed in the LCA study that granite will be used for the filter bed and quarry stone around the island (IMDC, 2022d). However, emissions from granite are very high compared to, for example, quartz (Hammond and Jones, 2019). The first thing to consider is whether the volume of quarry stone for erosion protection can be further optimised in the final design (to reduce the volume of stones). It could also be considered whether a less strong rock could be used, or a mix to greatly reduce the share of granite.
- Another possible optimisation of the island design is the construction of the harbour arms (CTV harbour) with modified caissons instead of revetment breakwaters. This can greatly reduce the amount of quarry stone to be supplied (assumption in LCA: quartz stone). The choice between revetment or caisson structures for the harbour arms will be further investigated when working out the detailed design of the energy island.
- It can be considered to use recycled material instead of primary material (for quarry stone, concrete, steel). This can mean a substantial reduction in emissions (and costs), but the difficulty is to guarantee a homogeneous product with the expected

final quality. Recycling of materials during the decommissioning phase can greatly reduce emissions during the decommissioning phase (but this has a relatively limited share in the total emissions of the whole project).

**Transport emissions**

- The calculation of vessel movements and the types of vessels to be deployed also include worst case assumptions and can be further optimised to reduce transport emissions. Some examples: minimising pre-trenching cable trenches and backfilling; use larger vessels to reduce the number of trips; provide overnight accommodation for construction or maintenance staff on or near the island.
- The transport emissions taken into account are to be considered as worst case ($NO_x$ and $SO_2$). For $NO_x$ there is a strong reduction (factor of 24 and more) if ships with internal combustion engines not older than 2014 are used or ships built before that date that already comply with future standards due to foresight.
- Other measures to reduce transport emissions (in addition to MARPOL obligations, and standards in the ECA area), for example: use of cleaner marine fuel such as natural gas (usually LNG), hydrogen, biofuel, hybrid systems; use of exhaust gas cleaning system with so-called 'scrubbers' or two-stage catalytic filter system.

The various contractors will be subject to the following obligations (contractual obligations):

- The Contractor is required to commit to an eco-design approach, with references to recognised standards for ecological construction. An eco-design approach means the integration of environmental aspects into construction and project element designs with the aim of improving the environmental performance (materials, emissions and waste) of the construction or project element throughout its life cycle. The most environmentally friendly and sustainable option is preferred.
- Each Contractor is required to prepare an Environmental Management Plan and include a comprehensive strategy to address climate change issues. The strategy describes how the Contractor mitigates the risks relating to emissions of carbon dioxide and other greenhouse gases, in particular for machinery and vessels. Elia expects the contractor to take measures to minimise emissions of carbon dioxide and other greenhouse gases, e.g. by using energy-efficient equipment, using biofuels, using renewable energy sources (wind, solar) ....
- $CO_2$ tracking: as part of its ActNow programme, Elia is looking into its greenhouse gas emissions. A key step is to gain a better understanding of the $CO_2$ footprint of its various activities, including construction projects for new infrastructure, whose emissions fall under Elia's so-called Scope 3 emissions. As part of this effort, Elia expects contractors to commit to detailed tracking and analysis of all greenhouse gas emissions that are a direct result of the MOG2 project. The exact method of reporting will be agreed with each contractor at the start of the contract. They must also specify the type of machinery used and the fuel used.

### 0.3.4 Noise and vibrations

#### 0.3.4.1 Reference situation

Little is known about the natural environmental noise prevailing on water. However, based on the results of offshore noise measurements as part of the construction of the C-Power wind farm, it can be concluded that the ambient noise offshore above the water level can be approximately 40-45 dB(A) without the contribution of possible anthropogenic noise sources such as wind turbines. Variations are mainly due to the intensity and nature of sea swells. The existing wind farms contribute to the current reference ambient noise level on the BPNS. It is assumed that the noise level at a distance of 500 m from this zone will be below 50 dB(A) (IMDC, 2013b).

On the beach, the noise level is mainly determined by wind and waves. The average value is between 50 and 65 dB(A) at 25 m from the coastline. (Ecolas NV, 2003).

Ambient noise produced by shipping will depend very much on the measurement location (e.g. close to a channel), the type of ship, the density of ships in the vicinity, the weather conditions, etc.

Underwater noise differs in various aspects from airborne noise. In addition, the wavelength of sound from the same source under water increases by a factor of four. This means that a sound source that produces sound in the medium of air produces a different sound pressure level compared to this source in the medium of water. The depth also determines the background noise under water. At greater depths, the sound level decreases slightly (RCMG, 2006).

The channel between the UK and the mainland is considered in the literature to be a hot-spot for underwater noise, caused by the high density of shipping. Shipping noise can propagate over a long distance (even 16 km) without significant attenuation. However, the sound level caused by a ship passing by only temporarily increases. Shipping is the largest source of anthropogenic underwater noise in the North Sea, accounting for 30 dB extra noise in the BPNS. Moreover, the BPNS appears to be the noisiest underwater part of the North Sea, with noise levels up to 135 dB (re 1µPa). This is partly due to the fact that the busiest maritime route passes through the BPNS.

#### 0.3.4.2 Effects

##### 0.3.4.2.1 Preparatory research

For the purposes of detailed cable routing and transmission infrastructure design, good knowledge of the marine soil and its surface is essential. However, the spatial extent of noise disturbance is very limited. Moreover, given the relatively small area that will be surveyed, the possible noise disturbance will be of limited duration (order of magnitude several weeks to months). No acoustic airgun sources or explosions will be used. Given the temporary and minimal disturbance, a slightly negative effect (0/-) is expected under water as a result of the use of geophysical instruments. Above water, no effect (0) is expected.

##### 0.3.4.2.2 Island

###### Construction phase

**Effect on above water noise due to dredging and dumping**

In contrast to a ship passing by, dredgers are a continuous noise source for several days to several weeks in a certain working zone. The noise level during dredging strongly depends on the soil characteristics. The dredger will have to use more force to loosen

hard and compressed sediments. In this project the work is mainly done with sandy material, which requires less energy and therefore also a lower noise level.

In the EIR Sand Extraction Hinder Banks (IMDC, 2010) a mathematical model was used to predict the specific noise of a trailing suction hopper dredger as a function of the distance from the source. The results showed that the specific noise contribution during extraction can be observed for distances up to 1 km from the source.

Little is known about the noise produced during vibrocompaction of the sediment, but it is assumed that these vibrations produce lower noise than the dredging activities.

**Effect on underwater noise due to dredging and dumping**

The noise impact of a dredger will be greater than that of a passing ship because it is a continuous noise source over a longer period (several days to weeks). For levelling the bed at island option West 1, two days of work have been calculated. For the construction of the plateau for island options West 2 and North, six and three days of working time respectively have been calculated. For backfilling the island (caissons and core) 72 days are assumed.

To attenuate the noise of a trailing suction hopper dredger to the level of the present background noise level in favourable weather conditions (2-3 Beaufort, sea state 1-2, rippling to lightly undulating sea), a geometric extension distance of about 20 km is necessary. In less favourable weather conditions (3-4 Beaufort, sea state 2-3, lightly undulating to undulating sea) the low-frequency background noise level will increase by 20 to 30 dB, therefore the noise increase caused by a dredger will be limited within the perimeter of the project zone, i.e. to a few kilometres from the source.

Also when vessels are poorly maintained, this can cause an increase in noise levels. (WODA, 2013).

**Impact on noise from pile driving**

If pile driving activities for the installation of sheet piles or pile foundations were to take place, these would be activities of very limited duration and with piles of a limited diameter (<1 m). In general, it can be said that there is an increase in the sound pressure level with an increase in the diameter of the driven pile. It was calculated that for a pile of 1 m diameter, a peak level of approximately 189 dB (re 1 µPa) is obtained at 750 m distance.

Based on these figures, mitigation measures should be used to keep the underwater noise level generated during construction below the limit set by Belgium of 185 dB (re 1µ Pa) at 750 m.

**Impact on noise due to island installation and erosion protection**

Little is known about the various noises produced during the installation of the caissons, the erosion protection and the infrastructure of the island.

In Norro et al (2013) the construction of gravity foundations in the C-Power wind farm, which could be compared to the installation of caissons, was described as relatively quiet, as most of the noise comes from vessel movements and dredging activities with noise levels of about 115 dB (re 1 µPa), which is not much higher than the background noise measured on Thornton Bank.

In total, construction of the transmission infrastructure on the island will take approximately five years (2026-2030). Increased noise levels both above and below water are expected to be limited to the immediate vicinity around the project area, as the works are largely above the waterline once the island is constructed.

**Effect on noise caused by shipping**

The noise impact of the transport, work, and support vessels from the ports to the project site is determined by the vessel engine noise and sailing frequency and the number of vessels operating simultaneously.

In addition to the temporary noise increase of an individual vessel, the total noise load of shipping noise above water is also determined by the average number of transport movements per hour at that location. Based on AIS data, it can be deduced that current average monthly ship density is very low near the island locations (>0.5 h/km²/month). At these locations, noise disturbance above and below water will be relatively greater than on busy shipping routes.

The construction of the island itself will take about two to three years (period 2024-2026, with some preparatory work already in 2023) and the construction of the infrastructure about four years (phased over the period 2026-2029). A total of six years of work is envisaged. The vessels that will be used during construction will cause a moderate increase compared to the large numbers of normal shipping movements in the BPNS. For instance, in 2019 (pre-Covid19) the number of incoming seagoing vessels in the Port of Zeebrugge amounted to approx. 8,200 seagoing vessels and in the Port of Ostend to approx. 5,700 excluding fishery and pleasure craft. (MORA, 2020). The total number of ship movements on the BPNS amounts to approx. 150,000/year. The EIR assumes a worst-case scenario of 600 ship movements at sea per year for six years (average number of ship movements spread over six years). There are approximately 200 full continuous working days per year for six years, but several ships and various activities may take place simultaneously.

**Conclusion effects on above water noise**

Over a relatively long period of time, above-water noise will be increased at the island location, the dredging locations and the shipping routes to the port. However, the dredging works and general shipping noises produce relatively low noise levels which also decrease rapidly with distance. Increased noise levels are expected to be limited to the immediate vicinity around the works and vessels. Above-water noise from the piling of sheet piles and pile foundations also remains limited given the small number.

The increase in above-water noise will have a slightly negative effect compared to the daily noise emission by shipping in the North Sea (0/-) for all island locations. Near the coastline, the background noise level will not be increased (0) given the large distance.

**Conclusion effects on underwater noise**

Under the MSFD, a criterion applicable to continuous low-frequency underwater noise was defined (Belgische Staat, 2018a). The GES (good environmental status) for Descriptor 11 is reached when the input energy, including underwater noise, is at a level that does not harm the marine environment. The "Update of the Initial Assessment for the Belgian marine waters". (Belgische Staat, 2018a) points out that the effects of underwater noise on populations of marine biota are as yet unclear. The impact of shipping and dredging on biota is very difficult to demonstrate or investigate because they are probably chronic and sublethal in nature. Moreover, trends in continuous ambient noise can only be detected after decades of monitoring.

The dredging work involving several vessels will continue for a long period of time in the same zone (approx. two years), significantly increasing underwater noise for kilometres beyond the work zone. The general infrastructure works (approx. four years), the pile driving of sheet piles and pile foundations, and large increases in vessel movements during the entire construction period (approx. six years) in an area that is now relatively quiet, will also cause additional disturbance.

If mitigation measures are applied to impulse noise, the effect on underwater noise is acceptable. Although the anthropogenic background noise is already very high in the BPNS, it cannot be ruled out that due to the increase in ambient noise during construction of the island, effects on populations of marine biota may occur so that the GES is not reached. The effect on underwater noise is therefore assessed as moderately negative (-) for all location alternatives.

## Operational phase

**Effect on above water noise**

A total source power for the transmission infrastructure of up to 105 dB(A) was calculated. Although the transmission infrastructure is not a true point source, we can assume that at approximately 250 m from the island the background noise is as strong as the noise from the electrical infrastructure that can be observed at that distance. Although the results depend on wind direction and sea state among other things, we can conclude that the noise created on the island can in principle no longer be observed outside the 500 m safety zone around the island.

In addition to the transmission infrastructure, vessel movements will also cause a local increase in overhead noise levels. The average number of vessel movements during the operational phase is estimated at 20 movements per year. The vessels operate around the island for approximately 35 days per year for inspections and repairs.

Compared to the large number of existing ship movements from the coast and the total number of ship movements on the BPNS (approx. 150,000/year, (Belgische Staat, 2018b)), the project will represent a very limited increase in vessel movements during the operational phase.

Given that the various noise sources during the operational phase are limited to the project site or the immediate vicinity of the vessel, impacts are considered slightly negative (0/-).

**Effect on underwater noise**

Underwater, the impact during the operational phase is limited to vessel noise. The impact of the additional vessels during the operational phase on the current total underwater environmental noise is slightly negative compared to current shipping (0/-).

## Decommissioning phase

**Effects on above water noise**

During dismantling, it is assumed that a similar number of vessel movements and techniques are used as during the construction phase. Consequently, noise emissions above water will be of a similar order of magnitude. The impact is considered slightly negative (0/-) for all island locations.

In the scenario that the island is not removed, it is assumed that (annual) controls similar to the operational phase still need to be carried out. The impact is considered slightly negative (0/-) for all island locations.

**Effects on underwater noise**

As for the above-water noise, the effect on underwater noise during full decommissioning is considered similar to that during the construction phase, being moderately negative (-).

In the scenario that the island is not removed, it is assumed that (annual) controls similar to the operational phase still need to be carried out. The impact is considered slightly negative (0/-) for all island locations.

#### 0.3.4.2.3 Platforms

### Construction phase

**Impact on noise due to dredging**

For the platforms, the scope of possible dredging works is very limited. Moreover, the levelling works will only be carried out over a period of a few days, whereas the dredging works for the island will be spread over a period of 2 years.

Given the limited scope and very short duration of the dredging works, no effect is expected on noise above and below water (0).

**Effect on above water noise due to pile driving**

During installation of the foundations there will be a temporary increase in noise levels above water in the surrounding area, mainly due to pile driving. The piling of a monopile takes about 0.5 days, for a jacket about 24 hours (including intermediate breaks for positioning the various pile foundations).

Pile-driving activities can be detected up to a distance of 10 km from the source (Norro *et al.*, 2013) and will therefore not be heard from the coast.

As an alternative to pile driving, the suction bucket technique can be used for jacket foundations. This type of foundation, made of steel, is installed using suction force, whereby the pressure difference between the inside of the bucket and the water surrounding it (at the seabed) causes the construction to be installed without the use of mechanical force. With this technique, there will be no impulse noise disturbance.

**Effect on underwater noise due to pile driving**

When piling monopile and jacket foundations, the source noise perceived underwater is highly dependent on the diameter and length of the pile, local geology and bathymetry. The first two factors influence the amount of energy required to drive in the pile, the latter factor determines the efficiency with which sound is propagated. In addition, the underwater noise level increases as the amount of energy of the hammer blow increases.

Assuming a 9 m diameter monopile, a noise level of approximately 207 dB re 1 µPa is predicted at 750 m distance. For a jacket with pin piles of 2 m diameter, a noise level of 190 dB re 1 µPa at 750 m is estimated. Consequently, the proposed criterion for impulse noise for GES preservation, i.e. the level of anthropogenic impulse noise should be less than 185 dB re 1µPa (zero to max SPL) at 750 m from the source, will not be met.

It is concluded that the underwater noise during pile driving up to a large number of kilometres from the noise source (pile driving) is much higher than the background noise level and the specific noise caused by shipping in the BPNS. Although the piling of small jacket piles produces less noise than the piling of larger monopiles, the total number of blows and therefore the piling time required for the installation of one jacket is higher than for a monopile. The driving of jacket foundation piles (four pin piles per foundation) takes approximately two to three times longer than the driving of monopiles, resulting in a longer impact on marine fauna.

**Impact on noise due to installation of transmission infrastructure**

Compared to pile driving of the foundations, no significant increase in ambient noise is expected outside the project zone, both above and below water.

**Effect on noise caused by shipping**

Most vessel movements are required during installation of the transmission infrastructure (including transportation of materials and people). The construction of

the platform alternative results in a moderate increase in vessel traffic and this with an estimated 450 vessel movements per year for the six years of operation. There are 80 full-continuous working days per year for six years, but multiple vessels and different activities may occur simultaneously.

**Conclusion effects on above water noise**

Compared to the construction of an island, the noise sources and levels of preparatory works such as levelling the seabed and ship movements for the installation of the four platforms are more limited. On the other hand, the piling of jacket and monopile foundations will temporarily be audible from a great distance. However, these pile driving operations will take a maximum of one day per platform. In summary, the effect on the above-water noise during the construction phase of the platforms is considered slightly negative (0/-). Offshore, there will be no increase (0) in the noise level.

When using the suction bucket technique, noise disturbance is considered non-existent (0).

**Conclusion effects on underwater noise**

Given the limited number of foundations and provided the necessary mitigation measures are implemented, the overall impact on underwater noise during construction works is considered to be moderately negative (-), both for monopiles and jacket foundations. When the suction bucket technique is used, the noise disturbance is considered non-existent (0).

### Operational phase

The average number of vessel movements during the operational phase is estimated at 15 movements per year. The vessels are active for a total of 40 days per year around the platforms for inspections and repairs. The effects on above water and underwater noise are considered to be slightly negative (0/-).

### Decommissioning phase

During dismantling of the platforms, it is assumed that a similar or smaller number of ship movements will be used as during the construction phase. However, as no piling will be required, the effect on overhead noise is considered slightly negative (0/-). Also for underwater noise during the decommissioning phase, the effect is considered much smaller than during the construction phase due to the absence of pile driving, and is assessed as slightly negative (0/-).

In the scenario that the platforms are not removed, it is assumed that (annual) controls will still need to be carried out, similar to the operational phase. The effects on above and underwater noise are considered to be slightly negative (0/-).

## 0.3.4.2.4 Cables

### Construction phase

**Effects on above water noise**

The ship movements are determined for the pre-installation phase (clearing the seabed, pre-sweeping and provisions at crossings) and installation phase (loading, transporting, unrolling and placing the cables). For the installation of the cables, a distinction is made between ploughing and pre-trenching of a cable trench.

There are no major differences between the various alternatives (island options, platform alternative) in the number of ship movements. However, there is a major difference in the number of ship movements and the number of continuous working days required for the cable dredging using ploughing/jetting or pre-trenching and

backfilling. If the entire cable route is pre-dredged, approximately 4,000 additional vessel movements are required from the cable route to the temporary storage location and backfilling. This takes approx. 400 extra working days.

The EIR assumes a worst-case scenario of average 1,100 vessel movements at sea per year for five working years (total of approx. 5,500 movements for the entire construction phase). There are approximately 140 full-continuous working days per year for five years (worst-case scenario, approx. 700 working days for the entire construction phase), but multiple vessels and various activities may take place simultaneously.

For the ploughing/jetting scenario, the increase in vessel traffic is more limited, with an estimated 140 vessel movements per year (total number of vessel movements spread over five years). There are approximately 60 full continuous working days per year, but multiple vessels and different activities can take place simultaneously.

The noise caused by the working vessels will be limited to the immediate vicinity of the vessels in all scenarios. The increase in above-water noise will have a slightly negative effect compared to the daily noise emissions from shipping in the North Sea (0/-) for both scenarios.

The noise of work vessels near the coastline will possibly be audible from the shore. However, as no work can be carried out on and near the beach during the summer months (July and August) (high tourist season), noise pollution will remain limited. The impact is considered slightly negative (0/-).

**Effects on underwater noise**

Although it is expected that the installation of the cables will not produce noise of a high noise level, as is the case with the 'impulsive' noise caused by piling foundations, the noise disturbance will be spread over a large area. The temporary storage sites of the dredged material causes additional noise disturbance compared to the direct ploughing or jetting of the cables. Moreover, the installation of the cable route is expected to take five years, causing the disturbance to continue for a long time. The effect is therefore considered to be moderately negative (-), since it cannot be excluded that due to disturbance effects on populations of marine biota occur and the GES is not reached.

If other techniques such as ploughing are used for parts of the route, the noise disturbance is expected to be less, although the effect remains a knowledge gap for these techniques as well.

## Operational phase

A geophysical survey will be carried out regularly along the cable route to check the depth and coverage of the cables. If the cover in certain places is no longer sufficient or if the cables have been damaged by other users of the sea or by marine processes, the necessary measures must be taken.

The average number of vessel movements during the operational phase is estimated at five movements per year. The vessels are active along the cable route for 15 days per year for inspections and repairs. As the inspection and repair works will be rather sporadic and very local, and as the noise production during such works will be smaller than during the construction phase, no effect (0) is expected due to noise disturbance.

## Decommissioning phase

If the cables are removed, it can be assumed that the same type of vessels, materials and methods will be used as for the laying of the cables (apart from the use of dredgers). The noise production will therefore be of the same nature as the

construction phase and is assessed as slightly negative (0/-, topside noise) to moderately negative (-, underwater noise).

If everything remains, there will be no noise production, and the effects are estimated to be similar to the operational phase (0).

#### 0.3.4.3 Mitigation measures and monitoring

Proper maintenance of the vessels, machinery and equipment to be deployed can help minimise noise emissions.

When producing impulse noise, the necessary mitigation measures must be taken to respect the MSFD standard for impulse noise. For the protection of habitat during piling activities, possible measures can be indicated (see also section 0 marine mammals):

- Low-vibration techniques (e.g. low-noise pile driving when driving piles), in which the above-water noise is attenuated as much as possible.
- The use of a bubble curtain, absorbent sheath (foam screen) or pile sleeve to reduce underwater noise during the construction phase.
- If technically possible, the suction bucket technique can be used for the installation of jacket foundations, in which no impulse noise is produced.

As a monitoring programme, an inventory of underwater and overwater noise at different distances from the platforms or the island can be proposed during the main phases of construction (pile driving, dredging, erosion protection dumping, installation infrastructure, etc.) and during the first years of the operational phase.

During pile driving, monitoring will verify that impulse noise is less than 185 dB re 1µPa (zero to max SPL) at 750 m from the source to ensure compliance with legislation.

### 0.3.5 Fauna, flora and biodiversity

#### 0.3.5.1 Macrobenthos

##### 0.3.5.1.1 Reference situation

The macrobenthic richness is not uniform throughout the BPNS. The distribution of macrobenthos is strongly linked to the physical characteristics of the bottom (including grain size and oxygen content of the sediment) and to the lower part of the water column.

In general, the coastal zone is characterized mainly by the *Limecola, Magelona* and *Abra* communities, while offshore areas are mostly characterized only by *Nephtys* and *Ophelia* communities. In addition, samples in the coastal zone tend to be characterized by smaller grain size and higher silt concentration than offshore samples.

Coarse sandy habitats characterised by a high fraction of old shell material and associated with a high degree of sediment aeration and a low content of fine silt are present on much of the PEZ and also near the island sites. (Brabant *et al.*, 2022). The sediment grain size distribution, more specifically the median grain size and silt content, is strongly structuring the occurring macrobenthic community. The coarse sand is interspersed with patches of gravel and large stones, on which sessile organisms can settle. This creates an additional complexity in the structure and texture of the substrate that many other species use, resulting in greater biodiversity. The presence of such structures also allows these zones to function as breeding/ nursery

grounds for, among others, squid (the common cuttlefish and squid) and sharks (Brabant *et al.*, 2022).

The cable route and potential temporary storage sites overlap with all habitats.

The RBIN gravel 2022 model maps current knowledge of the gravel beds (and 500 m safety zone) of the PEZ. None of the cable routes departing from the island locations cross gravel beds from the 2022 model for their island-specific route. However, crossing some potential gravel beds based on the 2012 RBIN model is required for all routes. For Island North, two alternatives are proposed for the island-specific route. Whereas the route through the PEZ (route 1) does not cross a gravel bed, the alternative route outside the PEZ (route 2) does cross a potential gravel bed based on the 2012 RBIN model.

The cable route associated with the set of platforms cuts across multiple gravel beds located around the Westhinder. More specifically, it crosses two Type 1 gravel beds (i.e. Landscape consisting of a large contiguous area with a high probability of occurrence of gravel) characterized by a high probability of maximum ecological potential and a high probability of construction restrictions in the context of environmental permitting. Outside the PEZ, the cable route crosses several more potential gravel beds based on the 2012 model. Potential temporary storage sites 2 and 3 may also contain gravel beds.

In the framework of the monitoring carried out for the implementation of the MSFD, the condition of the gravel beds is assessed as highly disturbed and therefore not in good environmental status (Belgische Staat, 2018a). Many of the target species included in the various environmental targets are missing or have only been observed as juveniles or in impoverished condition. Many species are vulnerable in relation to bottom-disturbing activities and can only grow to their full size if not disturbed for several years. The observations did show the potential of the area for the recovery of fragile fauna if bottom disturbance is eliminated. It was also stated that a little gravel, or even shell gravel, can form the basis of a biogenic reef that then provides a habitat for many other species.

Apart from platforms A3 and A1N, all project components are located outside the "Flemish Banks" Habitat Directive Area. At landfall in the zone Ostend-Bredene, Flemish Banks is crossed by two cables in the coastal zone, over a short distance. For a further, more specific discussion of possible impacts on the Natura 2000 area, we refer to the draft Appropriate Assessment (external annex 1).

Based on Degraer *et al.* (2009) it appears that both the platform and island locations are virtually unsuitable for the formation of *Lanice conchilega* aggregations. A small portion of the cable route and potential temporary storage site 4 do lie in locations suitable for *L. conchilega* aggregations. For landfalls in the Ostend-Bredene zone, the overlap with suitable habitat is larger.

Based on the occurring macrobenthos communities, a biological valuation map for the BPNS was created. According to this map, almost all island and platform sites are characterized by a high to very high biological value for the macrobenthos (Derous et al., 2007). Only island location North and platform location C3 are characterised by a low biological value. The cable route lies mainly in zones with medium to very high biological value, just like the potential temporary storage sites 2, 3 and 4.

#### 0.3.5.1.2 Effects

### Island

**Construction phase**

*Habitat disturbance and loss of organisms*

At site West 1, the permanently altered area is smallest: 23.6 ha at site West 1 versus 30.9 ha for site West 2 and 27.7 ha for site North or <0.01% of the total BPNS. We can assume that the entire biotic zone of the island footprint will be destroyed and lost as sandy habitat. Temporary disturbance during construction will additionally occur over an area of approximately 55 ha, at the level of the pre-dredged erosion pits and at the temporary storage site in the case of West 1.

The loss of benthic organisms is directly proportional to the habitat loss/disturbance. Based on the total disturbed area, an estimate can be made of the loss of organisms, being maximum approx. 28.4 tonnes for location West 2 and minimum 26.1 tonnes for West 1.

At locations with temporary disturbance, the seabed is expected to be rapidly recolonised by macrobenthos. For example, after one year no difference could be observed with the endobenthic community that was present before the construction of the C-Power wind farm (Coates *et al.*, 2013).

Other than the permanent habitat loss at the island footprint, the impacts are not expected to have any lasting negative impacts on the overall soil community. The effect of habitat disturbance and loss of organisms is considered moderately negative (-).

*Turbidity*

The increase in turbidity of the water column during construction of the island reduces light penetration. This impedes the growth (primary production) of phytoplankton or its composition and therefore potentially affects the food chain. In addition, organisms in the water column or on the bottom may experience problems due to the excess of fine sediment particles.

Based on the numerical modelling (IMDC, 2022a) it was concluded that the increase in turbidity is limited both in time and area (external Appendix 2 and Section 5.2 Water). The effect for all island locations is considered to be slightly negative (0/-). No plume formation is expected at the potential gravel beds, only in the fringe zone at scenario 2 for West 2.

*Sedimentation*

The effect of the cover on the macrobenthos is determined by several factors, such as the degree of cover, the tolerance of the species, the duration of the cover, the sediment properties of the covering material and the temperature. In addition to the direct effect of smothering, indirect effects may also occur (reduction in ecosystem efficiency, changes in benthos community characteristics due to changes in soil composition). Fine particles fill the interstitial spaces between sediments, reducing permeability, aeration and exchange of water from the interstitial spaces with the water column. (Mitchener and Torfs, 1996; Torfs *et al.*, 2000; Precht and Huettel, 2003).

In addition to filter feeders, deposit feeders that do not remove suspended solids from the water column but take up particles from the substrate may also experience effects from increased sedimentation.

Increased sediment concentration also has indirect effects. An increase of fine silt in the water column can lead to a decrease in algal growth, due to reduced light penetration. This results in reduced food availability.

Such, apparently small-scale, effects on benthos can cause changes in interactions in ecosystem networks and ultimately ecosystem functioning (Thrush *et al.*, 2014). In coastal ecosystems, it is known that increased sedimentation can lead to changes in the habitat present and ultimately to changes in ecosystem functioning, whereby filter feeders are lost and there is a shift to a community of substrate eaters. (Ellis *et al.*, 2002; Thrush *et al.*, 2004; Brabant *et al.*, 2022).

Based on the numerical modelling (IMDC, 2022a) it was concluded that the sedimentation of fine material is limited to a relatively small zone, as during the construction of the island mainly sand with a low fines content (< 250 µm) is dredged (external appendix 2 and chapter 5.1 Soil). The largest sedimentation of fine material is expected during the construction of the sand plateau at West 2 and North. The potential gravel beds remain unaffected by sedimentation under all scenarios. The impact is assessed as moderately negative (-).

*Ecotoxicological effects*

Section 5.2 Water assessed that negligible concentrations of heavy metals or organic pollutants will be released from the dredged sediment. However, no ecotoxicological effects on benthos or higher trophic levels are expected due to low concentrations and high flow rates.

**Operational phase**

*Sedimentation*

During the operational phase, the presence of the island will cause changing flow patterns, leading to changes in erosion and sedimentation patterns and the formation of erosion pits and deposition zones. For impacts within Flemish Banks we refer to the draft Appropriate Assessment (external Appendix 1).

Gravel beds are particularly sensitive to silting. Literature studies show that tolerance to burial is species-specific and variable, but is often related to the ability of the species to emerge from burial (Zupan *et al.*, 2022). It was concluded that permanently attached, sessile species are most sensitive to complete burial by sediment.

Based on the research of Zupan *et al.* (2022) and in consultation with RBIN, a thickness of 2 cm is used as the limit value for the tolerance for burial. From the modelling (Svašek Hydraulics, 2022b) it can be deduced that after 10 years very limited sedimentation of more than 2 cm occurs at some corners of the potential gravel beds for all island alternatives (external Appendix 3). However, this sedimentation overlaps with autonomous sedimentation, which also occurs without the presence of an island. This may be due to local model deficiencies or inaccurate estimation of the contours of the gravel beds.

In addition, the sedimentation of fine material (< 250 µm) was also modelled for the operational phase. (IMDC, 2022a) (External Appendix 2). These model results show that at locations West 1 and West 2, limited sedimentation (1 to 10 mm) will occur in one year in the safety zones around the potential gravel beds, but not on the gravel beds themselves. For island location North, sedimentation is expected over a larger area as a thicker layer. Very limited sedimentation of fine material up to 10 mm is also expected in the potential gravel bed to the southwest of the island.

The effects of sedimentation for the macrobenthos were previously described for the construction phase of the island. Although virtually no sedimentation is expected on the potential gravel beds, sediment refinement will occur up to 10 km around the

island. Although the effect is greatest for location North, the effect is estimated to be similar for all island locations, being moderately negative (-).

According to Descriptor D6 (bottom integrity) of the MSFD, the integrity of the seabed must be such that the structure and functions of ecosystems are safeguarded and that benthic ecosystems in particular are not disproportionately affected (Belgische Staat, 2018c). One of the criteria defined for D6 states that the spatial extent and distribution of Level 3 EUNIS habitats as well as gravel beds fluctuate - in relation to the baseline status as described in the Initial Assessment (Belgische Staat, 2012) - within a range limited to the accuracy of the current distribution maps. No changes in habitat are expected at the level of the gravel beds, but a change in grain size and consequently habitat will occur in the immediate vicinity of the island (see Section 5.1 Soil).

*Turbidity*

In addition to sedimentation, the presence of an island and changing hydrodynamics will also increase fines (<250 µm) in the water column. Based on the plume modelling in external appendix 2 (IMDC, 2022a), it can be concluded that due to the limited extent of increased turbidity and given that organisms in the BPNS are largely adapted to turbid waters, the impact is assessed as slightly negative (0/-).

*Deposition of organic material*

Because the caissons and erosion protection will be colonized with high densities of epifoulers, the soil in the immediate vicinity of the island may be enriched by the deposition of fecal pellets excreted by these filter feeders (Coates *et al.*, 2013, 2013; Lefaible *et al.*, 2019; Degraer *et al.*, 2020). Monitoring results in Belgian wind farms show that the seabed close to the foundations (<50 m) shows an increased density and species richness and/or diversity compared to communities sampled further away. (Coates *et al.*, 2014; Lefaible *et al.*, 2019; Braeckman *et al.*, 2020). These type of findings were reported for different foundations and from different areas around the world, making it reasonable to consider changes in the sediment environment and associated macrofauna as a typical feature associated with the installation of offshore wind farms (Degraer *et al.*, 2020). For an island, however, the hydrographic situation is very different from that of a wind turbine. Research is recommended to determine the scope of the effect.

Finally, by closing the safety zone around the island for (beam trawling) fishing, a refugium can be created for the macrobenthos (De Backer *et al.*, 2021). This effect, together with organic enrichment, is estimated as slightly positive (0/+).

According to Descriptor D1 (biodiversity) of the MSFD, populations, species distribution and habitat types must not be adversely affected. In order to achieve the GES, Descriptor D4 (ecosystem and food chain) states that the diversity in the trophic guilds (i.e. detrivores, planktivores, benthivores, predators, etc. ) and the balance of the total densities between the trophic guilds must not be negatively affected by anthropogenic pressure. With the elimination of fishing around the island and organic enrichment, a positive contribution to achieving the GES is expected for these descriptors.

**Decommissioning phase**

If the island is not removed, it can be assumed that the effects are the same as during the operational phase.

With the complete removal of the caissons and erosion protection, the effects will be greater than during the construction phase. Future management measures and exclusion of fishing in the PEZ can be expected to improve the conservation status of the surrounding gravel beds and sandy habitats when the island is dismantled. The increase in turbidity and sedimentation during decommissioning will therefore have a greater impact. The loss of organisms will also be greater as an increase in biomass and

biodiversity is expected in the vicinity of the island during the operational phase. On the other hand, complete removal will restore the seabed to its original state. Monitoring of the biological value of the macrobenthos during the operational phase is therefore recommended to determine the most appropriate form of decommissioning. In the case of longer-lived installations, their presence may provide an advantage for certain species and habitats, and their return to their original status may have a negative impact on the achievement of GES for certain indicators. (Belgische Staat, 2022a).

## Platforms

**Construction phase**

*Habitat disturbance*

The construction of the platforms on a jacket structure may require local levelling of the seabed prior to installation. Because flatter locations have deliberately been chosen for the installation of the platforms, the levelling will be limited and mainly local. If necessary, erosion protection will be installed after installation to prevent local erosion pits.

Platforms A3, C1 and B3 are outside the potential gravel beds, but platform A1N is within the 500 m safety zone of a Type 1 gravel bed (high probability of occurrence of gravel). However, no measurable disturbance or sedimentation is expected to occur in the gravel beds as a result of sand dune levelling or foundation installation. The effect will be very temporary and the sediment will not reach far, due to its small volume and limited proportion of fine material.

The installation of the foundations and the erosion protection of the platforms means that part of the original soft biotope is occupied by new structures:

- For alternative 1: one jacket (HVDC platform) and three monopiles for the AC platforms, this amounts to an impacted area of 3.9 ha.
- For alternative 2: four jacket foundations for the HVDC platform and the three AC platforms, this amounts to a disturbed area of 4.4 ha.

For levelled zones it can be assumed that the disturbance is temporary and that the disturbed sediments will be recolonised in a short period of time. Habitat disturbance and loss of organisms is considered slightly negative (0/-) for both monopile and jacket foundations.

*Ecotoxicological effects*

Section 5.2 Water assessed that no measurable concentrations of heavy metals or organic pollutants will be released during platform construction. Therefore, no ecotoxicological effects (0) are expected on benthos or higher trophic levels.

**Operational phase**

*Change in sediment composition*

As discussed for the island, the foundations will be colonized with epifoulers, causing organic enrichment of the surrounding seabed (Coates *et al.*, 2013, 2013; Lefaible *et al.*, 2019; Degraer *et al.*, 2020). Also by excluding fishing in the safety zones around the platforms, benthic communities will have the opportunity to recover, and biomass, density and species richness may increase compared to the reference situation. The effect is estimated as slightly positive (0/+).

Same as for the island, a positive impact can be expected on achieving the GES for descriptors D1 (biodiversity) and D4 (ecosystem and food chains). However, due to the

very limited size of the platforms, no biological changes in the macrobenthos are expected that could lead to measurable changes in ecosystem functioning.

**Decommissioning phase**

If the platforms are not removed, the effects can be assumed to be the same as during the operational phase.

Same as for the island, the effects will be greater during the complete removal of the foundations and erosion protection than during the construction phase. Monitoring of the biological value of the macrobenthos during the operational phase is therefore recommended in order to determine the most appropriate form of decommissioning. For infrastructure with longer lifetimes, it may be that their presence provides a benefit to certain species and habitats, and that restoration to original status may be more likely to have detrimental effects on achieving GES for certain indicators (Belgische Staat, 2022a).

## Cables

**Construction phase**

*Habitat disturbance*

In chapter 5.1 Soil the disturbed area is calculated for the worst case scenario (eight dredged trenches with backfill and landfall in the zone Blankenberge-Zeebrugge). The disturbed area for the various options varies between approx. 3,129 ha (island north *route* 2) and 3,025 ha (platforms).

As for island construction, we can assume that the entire biotic zone along the disturbed surface will be destroyed by trenching and temporary stockpiling of material. Closer to the coastal zone, the loss of organisms will be greater than in offshore areas, given the greater species richness and biomass. Based on the total disturbed area, an estimate can be made of the loss of organisms, being a maximum of approx. 1,032 tonnes for *route* 2 and a minimum of 998 tonnes for the route to the platforms.

The cable routes to the island and platforms also cross various fields where gravel may potentially occur. This concerns approximately 11% of the average cable route. Due to backfill with sandy material, grain size and habitat suitability will deviate from the reference condition. The routes to the platforms also cross gravel zones within Natura2000 area. This concerns 5% of the total cable length to the platforms. The effects on the conservation objectives on Flemish Banks are discussed in the draft appropriate assessment (external annex 1).

Potential temporary storage sites 2 and 3 also overlap with potential gravel beds according to the RBIN Gravel Model 2012. (KBIN, 2012). These gravel beds can be expected to remain permanently disturbed after storage of sediment. However, it is uncertain whether gravel actually occurs here. Final storage sites will be selected at sufficient distance from gravel beds to prevent burial and sedimentation as much as possible.

In addition, the deposition of fines will cause reduced permeability of surrounding sediments. The refinement of sediments is considered an irreversible process (KBIN-OD Natuur, 2022) As the distribution of macrobenthos is strongly linked to the physical characteristics of the soil (e.g. grain size), the suitability for benthos communities will change at these sites.

Despite the relatively large loss of organisms and (sometimes permanent) disturbance of the habitat, it concerns a limited scale. Compared to the entire BPNS, the disturbance is still less than 1% in a worst case scenario. Moreover, the gravel beds in the BPNS are currently in a very poor state of conservation due to the large anthropogenic pressure.

Finally, the cable route near the coast crosses some areas that are suitable for *L. conchilega* aggregations. This is mainly the case at landfall in the Ostend-Bredene zone, and to a lesser extent in De Haan. It can be assumed that during the construction of the cables, the aggregations are completely destroyed. When a different sediment composition is deposited during backfill, this zone may no longer be suitable for the occurrence of *L. conchilega* aggregations.

Overall, the effect of habitat disturbance and loss of organisms is considered moderately negative (-) for all cable routes. The backfill material applied at seabed level (top layer) should contain as much as possible the same grain size as the original material.

According to Descriptor D6 (bottom integrity) of the MSFD, the integrity of the seabed should be such that the structure and functions of the ecosystems are safeguarded and in particular benthic ecosystems are not disproportionately affected (Belgische Staat, 2018c). The extent to which the backfill material will deviate from the original sediment composition will vary along the cable route. However, the scale of impact is primarily limited to the immediate vicinity of the cable trenches and staging areas. An impact on attainment of the GES is not expected.

*Turbidity*

Trench dredging and temporary sediment storage cause an increase in turbidity that can impede primary phytoplankton production and possibly interfere with the food chain. The effects of this have already been discussed for the island.

However, the dredging required for the installation of the cables is larger in volume, time and space (order of magnitude several years (non-continuous) vs. three months) than for the island. For the worst-case scenario in terms of impact on turbidity, i.e. pre-trenching of the cable trenches, a numerical plume modelling was carried out to estimate the effects (external appendix 2).

When dredging in coarse sediments with little fines (<250 µm), the impact on turbidity is temporary and limited in area. If work is carried out in finer sediments, the impact on turbidity is still temporary, but the effect has an impact on a larger surface area. The dredging and dumping plumes remain in the water column for less than one hour before the concentrations fall below the natural background concentration. Thus, the plumes are not expected to cumulate.

Especially in the areas characterized by a finer grain size (i.e. parts of the stretch close to the coast), extraction activities can lead to an increase in turbidity. As the benthos of the subtidal sandbanks are adapted to these natural dynamics, the impact of the increase in turbidity due to dredging activities is limited.

The increase in turbidity due to the dredging is temporary but extensive. Although the benthos in the BPNS is adapted to these natural dynamics, the impact of the increase in turbidity due to the dredging activities is considered moderately negative (-) for all alternative routes.

*Sedimentation*

The dredging activities not only cause turbidity but also increased sedimentation in the vicinity of the works. The silt in the water column settles over a large area and can thus form a layer on the bottom. As discussed for the island construction phase, this sedimentation has an effect on benthic animals. If the cover is too large and/or too fast, sedimentation can lead to suffocation. This can impact benthic composition and food supply for higher trophic levels.

The maximum silt thickness due to sedimentation during the installation of the cables was also modelled in the sediment plume modelling, showing that sedimentation does

not extend beyond the cable trenches and temporary stowage area at all cable sections (External Appendix 2).

Compared to the commercial sand reclamation activities and the dredging that will be carried out, the sedimentation that will occur during the preparation works and during the laying of the cables is of a similar magnitude, although the dredging for the MOG2 project is only one-off.

As mentioned above, gravel beds may be present at the temporary storage sites. As sedimentation of fine material may permanently disturb the gravel beds, the necessary precautions must be taken. Dumping on gravel beds should be avoided as much as possible, as well as dumping fine materials in the vicinity of gravel beds.

Given the potential impact on seabed functions and ecosystem efficiency, the effect of turbidity plume sedimentation is assessed as moderately negative (-) for all scenarios.

*Ecotoxicological effects*

In chapter 5.2 Water, it was concluded that when burying the cables, heavy metals and organic pollutants, if present, can be released from the upper sedimentary layers into the water column. In sandy subsoil with low content of fine and/or organic material, the chance of this happening is small and therefore no significant impact is expected from the installation works. Near the coast, the cables are installed in finer sediment types. In this zone, limited amounts of heavy metals are generally found in the soil. Given the limited size of the intervention in the upper layers of the seabed, its temporary nature and the strong currents, any contaminants from the soil will be immediately diluted in the water column. The effect on the macrobenthos and higher trophic levels is therefore considered to be virtually non-existent (0).

**Operational phase**

*Electromagnetic fields*

It is insufficiently known whether effects on the macrobenthos may occur due to the generation of electromagnetic fields (EMF). For a general description of the effects of EMF we refer to the section of epibenthos and fish.

*Heat radiation*

Based on the fact that most benthic animals are found in the upper layer of the seabed (up to about 20 cm from the surface), the heat production by the buried cables is rather low here and the effects are very localised, almost no effects are expected from heat radiation on the macrobenthos (0).

**Decommissioning phase**

If the cables are not removed, the soil will not be disturbed. Since the cables will be taken out of service, no EMF will be generated. If the cables remain in place, there will be no effects on the macrobenthos (0).

When the cables are completely removed, the soil will be disturbed again as the cables are pulled out of the seabed. In general, it can be assumed that the duration of the decommissioning phase is shorter than the construction phase and that a smaller surface area will be disturbed. Consequently, the effects on the macrobenthos will be smaller than during the construction phase. The effect is considered slightly negative (0/-). Moreover, the seabed will be recolonised by benthic life and restored to its original state in a relatively short period of time.

#### 0.3.5.1.3 Mitigation measures and monitoring

- For the installation of MOG2, the best available technology should be used so that the seabed is disturbed as little as possible. Care should be taken that the area of erosion protection and (temporary) storage of sand is not larger than necessary.
- A minimal disturbed area will help to minimise the risk of damage to any gravel beds present. A detailed survey of the distribution of outcropping gravel in the area will be carried out prior to the works so that any disturbance to these sites - if present - can be avoided to the maximum extent possible.
- In order to minimise the impact on the seabed and the benthos present, the aim when laying cables should be to bundle them into as few trenches as possible; if this does not pose any specific technical problems or consequences in terms of operational facilities, safety and/or risk. Bundling and burying cables can also reduce the possible effects of electromagnetic fields.
- When dredging the trenches for the cables, maximum backfill of the same quality as the original material should be opted for. Especially when backfilling trenches through gravel beds, the top layer should consist as much as possible of material with the same grain size as the original material.

The monitoring of the effects should make it possible to detect any changes in aquatic life as a result of the construction of the artificial island and allow a better assessment of the impact of other - future - projects and areas.

A comprehensive baseline survey should be conducted at the project site, as well as at nearby gravel beds and control areas.

The monitoring should make it possible to determine the influence of the island (increased currents, altered sediment composition, organic enrichment) on the benthos in and around the area.

### 0.3.5.2 Epibenthos and fish

#### 0.3.5.2.1 Reference situation

Based on the results of De Maersschalck *et al.* (2006) the average density in 2005 for the epibenthos and fishes was clearly an order of magnitude higher in the coastal zone (up to 15 km off the coast) compared to the rest of the BPNS. On the basis of De Maersschalck *et al.* (2006) and De Backer *et al.* (2010) it can be deduced that the species richness and especially the biomass are low for the epibenthos at the different offshore project sites. However, detailed data on epibenthos and fish fauna within the PEZ are not available. For fish fauna it can be deduced that the Hinder Banks have a relatively high species richness. (De Maersschalck *et al.*, 2006).

According to the biological assessment maps, the project sites are located in an area of low value for epibenthos and fish, although the data near the Hinder Banks is limited. Closer to shore, the cable route does cross areas of high value for epibenthos and fish.

Research on pelagic fishes in the BPNS has been rather limited (Degraer *et al.*, 2022). Van Ginderdeuren *et al*. (2014) showed that herring and sprat are commonly present in the BPNS, with especially the juvenile individuals occurring rather coastally. Adult herring are only observed in autumn, when the species is heading towards the spawning grounds in the Channel. Two other key species occur in summer, namely mackerel and horse mackerel, with juvenile horse mackerel being mainly part of the offshore pelagic fish community. However, the majority of fish research is on demersal

species. The bottom of the BPNS forms an important nursery for benthic, demersal and benthopelagic fish.

Coarse sand habitat is very suitable for several sand eel species (Ammodytidae). The occurrence of sandeels is strongly determined by sediment type, with a strong preference for coarse sandy substrate (Wright *et al.*, 2000). The different sandeel species are a very important food source (staple food) for breeding seabirds in the North Sea (Brabant *et al.*, 2022). Areas of coarse sand can also be used by herring as spawning grounds. Gilson (1921;1934) previously reported the Westhinder area as part of a spawning ground for herring. At present it is not clear whether the area is still used as a spawning area by herring (Brabant *et al.*, 2022).

#### 0.3.5.2.2 Effects

##### Island

**Construction phase**

*Habitat disturbance and loss*

The area of habitat disturbance and loss is similar to that described for the benthos. Since fish, and to a lesser extent the epibenthos, are more mobile than the macrobenthos, the loss of organisms will be smaller. Also recolonization of temporarily disturbed seabed surfaces will therefore be faster than for the macrobenthos.

The presence of possible spawning areas near the island locations is a gap in knowledge. As these locations are not located in the gravel beds and at a large distance from the shallow coastal banks, the chance of disturbing spawning areas is considered small.

The effect of habitat disturbance and loss on epibenthos and fish is considered moderately negative (-) for all island sites given the duration of the works and relatively large area.

*Disturbance by turbidity and sedimentation*

For the epibenthos, the effects due to increased turbidity are similar to those described for the macrobenthos.

The stress response of fish to increased turbidity is species-specific and depends on the degree and duration of turbidity. Benthic species are significantly more resistant to turbidity caused by suspended sediment.

Furthermore, fish that hunt by sight may be hindered by increased turbidity (Tillin *et al.*, 2011). Temporary turbidity may therefore cause a temporary reduction in the abundance of certain fish species. From the plume modelling (IMDC, 2022a) shows that the increased turbidity during the construction of the island is only localised and of short duration (External Appendix 2).

Monitoring research in the context of dredging dumps from harbours on different unloading quays showed that after 10 years of follow-up no clear impact was observed for the demersal fish fauna by dumping (Lauwaert *et al.*, 2011, 2016).

The stirring up of the sediment could possibly have a positive impact on fish by increasing the availability of prey (Grontmij, 2006). However, this effect is not expected to outweigh the negative effects of increased turbidity.

Sandeels (Ammodytidae), an important source of staple food for higher trophic levels, prefer coarse sandy substrate (Brabant *et al.*, 2022). An increase in fine sediment due to construction and exploitation of the island in the PEZ may therefore result in the coarse sandy habitat in this area becoming less suitable for sandeels (Brabant *et al.*, 2022). This

also applies to the suitability of the habitat as a spawning ground for herring. A refinement of the sediment in the area and an enrichment with silt may make it less suitable as a spawning ground, even though it is not clear at present whether it is currently used as a spawning ground. However, modelling shows that the distribution of fine sediment is limited to the immediate vicinity of the island (Section 5.1 Soil).

As a result of this project, all fish life stages will be temporarily disturbed as a result of the dumping of dredged material at the temporary storage sites and the creation of dredging plumes during the construction of the island. It is likely that they will move away for the duration of the project. However, since the disturbance is temporary, a slightly negative impact (0/-) is assumed for all island alternatives.

*Noise disturbance*

The effects of pile noise on fish generated during the installation of sheet piles or pile foundations are discussed in more detail for the platform alternative. In Chapter 5.4 Noise and Vibration, it was estimated that for a 1 m diameter pile, noise levels are produced that require the use of mitigation measures to keep the underwater noise level below the Belgian limit of 185 dB (re 1µ Pa) at 750 m.

Another possible disturbance during the construction phase is the production of noise and vibrations due to the dredging works and increased shipping. However, determining the extent of the disturbance is not straightforward, as there are still many uncertainties, for example regarding transmission losses and thus also the extent of the noise disturbance.

Fish are exposed to ship noise in different ways depending on the stage of their life cycle.

In addition, shipping can cause large nearshore background noise at levels similar or higher than fish vocalizations and in the same critical ranges. (Neenan *et al.*, 2016). This noise can "mask" biologically important signals and prevent fish from hearing them; any disturbance in the detection and recognition of sounds can affect fish survival.

Descriptor 11 of the MSFD refers not only to impulse noise, but also to anthropogenic continuous low-frequency noise in water. What noise level can be considered safe for fish is however a gap in knowledge.

The multi-vessel dredging will continue for several months, significantly increasing underwater noise for kilometres outside the work zone. The impact of noise disturbance is therefore assessed as moderately negative (-). Although the anthropogenic background noise is already very high in the area, it cannot be excluded that due to the increase of the ambient noise during the construction of the island, effects on fish populations may occur so that the GES is not reached.

**Operational phase**

*Sedimentation*

As discussed for the macrobenthos, slight sedimentation of fine sediments around the island is expected due to altered flow patterns. However, no sedimentation greater than 1 cm is expected at the level of the potential gravel beds of the Eden2000 studies (IMDC, 2022f).

Potential siltation of sediments may affect sandeels (Ammodytidae), an important source of staple food for higher trophic levels, which prefer coarse sandy substrate (Brabant *et al.*, 2022).

Given the limited thickness of fine sedimentation, no real silting of the seabed around the island is expected. Furthermore, sedimentation of more than 1 cm is not expected

at the gravel beds, potentially an important spawning area for many species. The effects are assessed as slightly negative (0/-) for the three location alternatives.

*Increase biomass and species diversity*

The construction of the island will cause a sharp increase in hard substrates and consequently a habitat change for fish and epibenthos. In section 5.1 Soil, it was calculated that the area of erosion protection will vary between 9.6 ha for site West 1 and 17 ha for site West 2.

Fish will be attracted by increased food availability and hiding places. For Belgian wind farms, an extension of the reef effect was observed through the appearance of a greater number of species associated with hard substrate (De Backer *et al.*, 2020). Although densities were still low, they could increase heterogeneity in the soft bottom sediments between the foundations in the future.

The results of the wind farms cannot be fully extended to the island. Due to the large surface area there will be altered hydrodynamics which may influence the distribution of fish species. In chapter 5.2 Water it was determined on the basis of modelling that the increase in current velocities along the longitudinal sides amounts to a maximum of 30% immediately after construction of the island and decreases to a maximum of 10% after 10 years compared to the situation without the island. Also the large contiguous area is not comparable with many small turbines. Monitoring the scale of the effects is therefore recommended.

It can also be expected that by excluding fishing in the safety zone of 500 m around the island and due to the higher availability of food, there will be an increase in biomass and species diversity. The effect is considered to be slightly positive (0/+). In section **0.3.5.5** further details on the fish fauna of hard substrata are given.

**Decommissioning phase**

If the island is not removed, it can be assumed that the effects are the same as during the operational phase.

With complete removal, it is assumed that the effects of noise disturbance and increased turbidity will be similar to those of the construction phase. However, the loss of habitat will be greater. Indeed, it is expected that due to the change in habitat and the exclusion of fishing there will be an increase in biomass and biodiversity, which will negate the positive effect if removed.

## Platforms

**Construction phase**

*Habitat disturbance*

The habitat disturbance for the epibenthos and fish communities concerns the same area as discussed for benthos. However, the loss of organisms will be virtually non-existent, given the higher mobility. As benthic life recovers relatively quickly, the food availability of prey species for fish will also recover quickly. The habitat disturbance for fish and loss of organisms is considered slightly negative (0/-) for both the monopile and jacket foundations.

*Noise disturbance*

An important disturbance during the installation of the platforms is the production of noise and vibrations due to the piling of the monopile or jacket foundations.

Fish hear the noise in different ways. The magnitude of the effect or damage is therefore partly dependent on the sensitivity of a particular fish species to the sound (Huddleston, 2010). To survive, fish need to respond effectively to predators and prey.

The physical environment also requires attention, as does communication with conspecifics. Sound plays a role in all these life functions and behaviours. Fish can make sound to scare off an enemy, to attract mates and can use contact sound to swim in shoals. In relatively turbid waters, sound can play an important role. Emissions of noise and vibration in the marine water column can lead to a change in behaviour or a reduction in habitat size (Petersen and Malm, 2006).

The available literature suggests that noise from platform construction can lead to behavioural changes (avoidance) in fish up to several kilometres from the source noise. Fatal impacts or physical damage from pile driving are limited to a small distance (several hundred meters) from the source. However, as discussed in Section 5.4 Noise and Vibration, the installation of the platforms is very limited in time compared to the construction of an entire wind farm. The piling of a monopile takes about 0.5 days, while for a jacket about 24 hours are foreseen (including intermediate breaks for positioning of the different pile foundations), so the total noise disturbance due to the driving of the piles can take a maximum of four days for the four platforms.

Given the limited number of foundations, the effect of noise disturbance of fish and epibenthos is considered to be moderately negative (-), both for monopiles and jacket foundations. Although the piling activities are of very short duration, when producing impulse noise the necessary mitigation measures have to be taken to respect the MSFD standard for impulse noise. When using the suction bucket principle, where monopiles and jacket foundations are not driven, the impact of noise and vibrations will be zero.

**Operational phase**

*Increase biomass and species diversity*

The effects of habitat change due to the introduction of hard substrates has been discussed for the island. Given that a 500m safety zone is also provided for each of the platforms in which fishing is excluded, and the expected increase in food availability around the foundations and erosion protection, the effect is also considered to be slightly positive (0/+), for both monopiles and jacket foundations. In section **0.3.5.5** further details on the fish fauna of hard substrata are given.

**Decommissioning phase**

If the platforms are not removed, the effects can be assumed to be the same as during the operational phase (0/+).

When the foundation piles and erosion protection are completely removed, there will be a further loss of organisms and complex habitats. If ecologically valuable habitats have been created near the erosion protection, their removal can be considered a slightly negative (0/-) impact. Same as for the island, monitoring is recommended to determine the ecological value of the created reef. Noise disturbance will be less than during the construction phase as there will be no piling.

## Cables

**Construction phase**

*Disturbance*

The habitat disturbance for the epibenthos and fish communities concerns the same area as discussed for the macrobenthos. However, the loss of organisms will be smaller, given the higher mobility. Moreover, the work will be progressive, as a result of which the zone where the cable is inserted will immediately become available again for the present fish fauna. As the bottom life recovers relatively quickly, the food availability of prey species for fish will also recover quickly.

Underwater noise disturbance will also occur during the laying of the cables. The effects on fish are similar to those discussed for the island, although the installation of the cables does not involve impulse noise.

Due to the large area over which the noise disturbance is spread if the cable route is entirely or mainly dredged, and the long time span of installation (six years), the effect is assessed as moderately negative (-), as it cannot be excluded that due to disturbance effects on fish populations occur and the GES D11 (continuous underwater noise) is not reached.

*Turbidity*

The effects of increased turbidity on fish has been discussed for the island. However, a greater impact on turbidity is expected for the cable route compared to the island. During construction of the island, a smaller plume is expected and dredging takes much less time. In addition, the cable route crosses the richer fishing grounds in the coastal zone. For these reasons, the effect on turbidity is assessed as moderately negative (-) for all cable routes.

**Operational phase**

*Electromagnetic fields (EMF)*

The transmission of electricity by sea cables leads to the generation of EMF. The electric field is almost completely shielded by the various metal sheaths. The total magnetic field for AC cables with three conductors is largely neutralised by the magnetic fields around each individual conductor which cancel each other out. With the HVDC cable system, the cables can be installed in a bundled configuration in a single trench, or individually in two separate trenches. Due to the opposite current direction of the individual HVDC cables, the magnetic fields are also opposite and largely cancel each other out in the bundled configuration. Digging the cables deeper also leads to a clear reduction in the magnetic field. If there is no bundling of the two power cables of the HVDC cable system, there will be no neutralisation of both fields. Since bundling of the cables is not yet certain, a worst case scenario is assumed here in which unbundled HVDC cables, buried at a depth of 1 m, cause magnetic field strengths of up to 250 µT at the seabed (Elia, 2022).

It can be concluded from research that EMF are perceived by several species of cartilaginous fish and potentially cause a response (Gill, 2019). However, the significance of this response, both at the individual and population level, is currently uncertain. Given the gap in knowledge, and the relatively high magnetic field strength for unbundled DC cables, the effect is estimated to be moderately negative (-). Burying and bundling cables is of great importance to reduce the exposure of sensitive species to EMF, which are strongest at the surface of the cable, by creating a physical barrier.

**Decommissioning phase**

If the cables remain in place, there will be no effects on the epibenthos and fish fauna (0).

When the cables are completely removed, the soil will be disturbed again as the cables are pulled out of the seabed, possibly by jetting. It can generally be assumed that the duration of the decommissioning phase is shorter than the construction phase and that a smaller surface area will be disturbed. The impact is considered slightly negative (0/-). In addition, the seabed will be recolonised by benthic life in a relatively short period of time, restoring food availability for fish.

#### 0.3.5.2.3 Mitigation measures and monitoring

- Reference is made to the marine mammals section for noise reduction measures.
- Sediment extraction in the project area could be planned outside the sandeel and herring spawning period to reduce impacts on these species (Brabant *et al.*, 2022).
- Burying and bundling cables will greatly reduce the possible effects of EMF.

As for the macrobenthos, the baseline situation for fish and epibenthos needs to be determined for the construction of MOG2. During the operational phase the attraction, production and occurrence of fish communities and epifauna needs to be determined. The study of fish spawning and nursery areas for fish fauna in gravel beds can also be mentioned here.

### 0.3.5.3 Birds

#### 0.3.5.3.1 Reference situation

Despite its small size, the BPNS is of international importance for a large number of seabirds. It serves as a wintering, migratory and foraging area during the breeding season. Objectives have therefore been formulated to maintain the numbers of certain species, in the framework of both the MSFD and Natura 2000 (Vanermen *et al.*, 2022).

The MOG2 project will be located relatively far offshore and in offshore zone 3. For the discussion of avoidance effects for the island and the platforms, we will focus on those species that are most abundant in zone 3. These are gannet, gull, great black-backed gull, kittiwake, guillemot and razorbill. Although all three tern species forage at sea during the breeding season and migrate across the sea in spring and autumn, only the sandwich tern is sometimes observed further offshore and only this tern species is further considered for the effects of the island and the platforms.

During spring and summer months, the coastal zone is an important foraging area for terns that breed in the port of Zeebrugge, the Ostend Spuikom and in the Zwin. An important trend observed in recent years is the strong and steady decline of the common scoter, which is probably related to a decreasing availability of suitable shellfish. Most other seabirds show fluctuating trends. What is striking, however, is the very similar trend of the razorbill, little gull and kittiwake, with a peak around 2010. All three species are strongly dependent on the presence of sandeels and often occur together (Belgische Staat, 2018a).

Although the majority of non-baiting seabird species on the BPNS show a declining trend, good environmental status was achieved every year during the period 2011-2016 (Belgische Staat, 2018a). Although discards of quoted commercial fish species have not yet been banned, the five scavenging species declined significantly from 2011 to 2016. Good environmental status was not achieved in four of the six years.

It can also be deduced from the biological seabird valuation map that the coastal zone is of greater importance to seabirds than the offshore areas. However, the Noordhinder Bank, where the various island locations are located, also has a high value for birds. The three southern platform locations are estimated to have a very low value for birds.

The BPNS is also important for a number of European protected seabirds. Based on Annex I of the European Birds Directive, three Special Protection Areas (SPA-V) have been set up in the BPNS. The export cables to the Blankenberge-Zeebrugge landfall zone cross SBZ-V3 at the level of the landfall zone, while all landfall alternatives overlap with the northern edge of SBZ-V2. For the landfall in the Ostend-Bredene zone, the

entire SPA-V2 is crossed. For a further, more specific discussion of possible impacts on these Birds Directive areas and Natura 2000 protected species, reference is made to the draft Appropriate Assessment (external annex 1).

In addition to seabirds, many species of songbirds migrate across the North Sea every year (Hüppop *et al.*, 2006). Although radar data show a clear decrease in migration intensity with increasing distance from the coast, there is also considerable migration over the open sea of birds flying from or towards the British Isles or southern Scandinavia (Hüppop *et al.*, 2006).

Various species of geese, ducks and waders also fly over the BPNS during their migration to and from the wintering or molting areas. However, the migration of these species is mostly coastal and therefore hardly overlaps with the PEZ.

All bat species found in Europe are strictly protected in the EU under Annex IV of the Habitats Directive. Bats also appear to move offshore during migration. Studies using acoustic detectors in Belgian wind farms have shown that the moulted dwarf bat occurs there in autumn (Brabant *et al.*, 2018). Also in the Dutch part of the North Sea bats are regularly spotted. Most bats were found in the autumn, and to a lesser extent in the spring. These are therefore migratory species which, like many birds, migrate to other regions in the spring and autumn.

#### 0.3.5.3.2 Effects

##### Island

**Construction phase**

*Disturbance*

Some species are more sensitive to disturbance than others and disturbance at a particular life stage or season also has a greater effect.

In terms of avoidance effects, relatively few seabirds that have been shown to be highly sensitive to disturbance from shipping, environmental noise or other anthropogenic activity (such as the common scoter or red-throated diver) occur in offshore zone 3 (Vanermen *et al.*, 2022). Other species such as herring gulls may potentially benefit from the work due to the temporary availability of food, soil disturbance and increased ship activity (Stienen *et al.*, 2002; Vanermen *et al.*, 2006).

Consequently, no highly disruptive impacts are expected during the construction phase, the impact is considered slightly negative (0/-) for all island locations.

*Attraction*

During the construction phase, similar attraction effects are expected for seabirds as described for the operational phase, although these are likely to be less pronounced due to increased human activity on and around the site (Vanermen *et al.*, 2022). Attraction effects for songbirds can also be expected, depending on the level and type of illumination during the construction phase.

As no wind farms will be operational in the PEZ during part of the construction phase of the island, reducing the risk of collision, and attraction will be less strong due to increased human activity, the effect is considered to be minor positive (0/+).

*Turbidity*

During dredging and dumping, visually predatory bird species such as alcids, grebes, divers and terns may experience difficulties while foraging (Harte *et al.*, 2002; Phua *et al.*, 2002b).

The plume modelling (IMDC, 2022a) shows that in a worst case scenario, a clear exceedance is observed in the depth mean turbidity values with concentrations in the water column exceeding 50 mg/l in the vicinity of the island locations (external appendix 2). The exceedance with values exceeding 4 mg/l remains in the water column for up to six days (during the works) at location West 2. At island location West 1 and at other scenarios, the plume reaches less and less.

Due to the natural high input of suspended material from tides and waves (very dynamic system), species in the BPNS are already adapted to hunting in naturally turbid water and most species feed in the upper metres of the water surface. The birds do not dive to the bottom of the sea, where the increase in turbidity will be highest.

In view of the relatively local nature of the increase in turbidity and the limited occurrence of species that hunt in this zone of the BPNS, the effect of turbidity on birds can be regarded as slightly negative (0/-) for all alternatives.

*Effects on bats*

During autumn bats may occur near the project area during migration. However, very little is known about the behaviour of bats above the North Sea. The risk of disturbance is estimated to be low given the nature of the work is not considered to be damaging. Bats may be attracted to the ships and the island as a resting place. It is known that bats sporadically seek shelter on ships. The effect of the construction phase on bats is estimated to be practically non-existent (0), although additional research is recommended.

**Operational phase**

Regarding the loss of habitat through disturbance and a slight loss of foraging area, this effect can be considered as slightly negative (0/-), given that it concerns a limited number of species (gannet, guillemot and razorbill).

On the other hand, an island will attract many species, fulfilling a number of ecological functions such as breeding, resting and foraging. However, in view of the precautionary principle, it must be avoided that attraction to the island is accompanied by increased mortality due to collisions with wind turbines. Therefore, the most important mitigating measure is to locate the island at the extreme periphery of the concession area, with a large structure-free zone around it, which allows free flying in and out. In this respect the island location North, which is located on the edge of the PEZ, is a more suitable choice than island locations West 1 and 2. For these reasons the effect of attraction is assessed as moderately positive (+) for location North and slightly positive (0/+) for locations West 1 and West 2.

It should be noted that a Bird Deterrent System will be installed at functional and critical parts of the transmission infrastructure to prevent excessive build-up of droppings. Efforts will be made to ensure that the deterrent system is as accurate as possible, i.e. such that disturbance is limited to what is necessary to protect the infrastructure. It can be assumed that large parts of the island will remain accessible as a resting and possibly breeding area for birds.

*Effects on bats*

Resting bats on turbines and foundations have already been identified in Belgian wind farms and on ships (Brabant *et al.*, 2019). Infrastructure on the island may also attract bats as resting sites during their migration across the channel or while foraging in the North Sea. The increase in availability of roosts is considered to be minor positive (0/+).

However, as for birds, this attraction is associated with a possible increased risk of collision in the future wind farms. This risk is discussed further in Chapter 6 Cumulative Effects.

**Decommissioning phase**

If the island is completely demolished, similar effects are expected during the decommissioning phase as during the construction phase.

If the island is not demolished, a continuation of the effects during the operational phase can be expected. The most important factor will be whether there are still wind turbines in the immediate vicinity at that time. Given that no statements can yet be made about the future situation of the PEZ, this effect is provisionally considered unprecedented (?).

## Platforms

**Construction phase**

For the construction phase, the effect on birds is estimated to be similar to that for the island. Only the effect of turbidity will not occur. However, instead of one large construction site, the effects will be spread over four smaller sites and will take less time.

**Operational phase**

Also for the operational phase, the effects on birds and bats can be estimated similar to those of the island. However, as this concerns four smaller constructions, the chance of the creation of breeding colonies is minimal. Here too, Bird Deterrent Systems will be used to prevent the critical infrastructure being affected by bird droppings.

Just as for the island, it is crucial for the platforms to be located in combination with the wind farms in such a way as to provide sufficiently large approach corridors in order to avoid the risk of collision as much as possible. Apart from platform A3, the three other platforms are located on the edge of the PEZ.

**Decommissioning phase**

As for the island, the same effects are expected during a complete dismantling as during the construction phase, and when leaving the infrastructure in place, the same effects as during the operational phase.

## Cables

**Construction phase**

*Disturbance*

The disturbance sensitivity of seabirds has already been discussed under impacts to the island. However, closer to the coast there are species that are known to be highly sensitive to disturbance, such as divers. Divers are winter visitors that visit the BPNS between November and March. In the BPNS, the red-throated diver can be found mainly in a zone up to 25 km off the coast. The highest densities are found around the Ostend and Middelkerke Bank, which is crossed by the route to the landfall zone in Ostend-Bredene, and in the vicinity of the Vlakte van de Raan. (Degraer *et al.*, 2010) The disturbance caused by motor vessels is large, but the exact disturbance distances and percentages are not known.

Sea ducks and to a lesser extent eiders are also very sensitive to disturbance. Observations of large groups of common scoters are mainly limited to the months of February and March, and mainly on and around the coastal banks in the Westhoek. However, the cable route towards the Ostend-Bredene landfall area crosses a zone with higher concentrations of sea ducks. The sensitivity of seabirds to disturbance also seems to be mainly influenced by the group size, which can vary from a few tens to thousands of seabirds.

It is expected that as a result of the ship movements and installation works disturbance of seabirds sensitive to disturbance may occur, especially in the coastal zone. For landfalls in the Ostend-Bredene or De Haan zone, a moderately negative (-) effect is expected as important habitats of divers and sea ducks respectively will be crossed. For the other possible landfall zones, a slight negative effect (0/-) is expected. In the period December to March, when the densities of red-throated divers and common scoters are at their highest, works in the coastal zone, and in particular at the Ostend and Middelkerke banks and off the coast of Bredene, should be avoided as much as possible.

For effects on Natura2000 species and Birds Directive sites SBZ-2 and SBZ-3, reference is made to the draft appropriate assessment (external annex 1).

*Turbidity*

The effects of increased turbidity on birds were discussed for the island construction phase. The extent of increased turbidity is discussed in the benthos impact discussion.

For dredging the full length of the cable route, an implementation period of 700 days is expected, with little accumulation of turbidity plumes along the cable trenches. It is anticipated that the immediate vicinity of the dredging works will become temporarily unsuitable foraging habitat for resident birds. At the level of the cable trenches, the work is progressing and the turbidity quickly returns to the background value. At the temporary storage sites, however, a much larger turbidity plume will be generated. The temporary storage sites will be used for a longer period of time. Therefore, the loss of foraging habitat is greater at these sites.

Although the increase in turbidity is always temporary, given the extent of the works, the effect is already assessed as moderately negative (-) for all alignment alternatives. The entire coastal zone scores very high on the biological evaluation map. As a mitigating measure, the dredging works in the coastal zone can avoid the periods with the highest densities of foraging species in the area.

**Operational phase**

During the operational phase (restoration or monitoring work), no direct effects are expected on the birds present on the BPNS (0). The extent to which the presence of electromagnetic fields has an indirect effect on avifauna (via the food chain, for example as a result of the death of benthos) is currently unknown and is considered to be a gap in knowledge.

**Decommissioning phase**

If the cables remain in place, there will be no effects on avifauna, just as in the operational phase (0).

If a choice is made for dismantling whereby the cables are excavated again, it can be expected that the effects during the dismantling phase will be smaller than those during the construction phase. Since no dredging or backfilling activities will take place during dismantling, the sedimentation and turbidity will be much lower. The effects are assessed as slightly negative (0/-).

### 0.3.5.3.3 Mitigation measures and monitoring

- The main mitigation measure concerns the implantation of the island (or platforms) at the extreme periphery of the PEZ, with a large structure-free zone around it, which may allow free landfall and disembarkation (Vanermen *et al.*, 2022).

- To minimise the number of collision victims, appropriate lighting should be provided, insofar as this does not contravene other regulations on aviation and shipping safety.
- The planned Bird Deterrent System that will be installed to protect the critical infrastructure, should be adjusted in such a way that only local birds are chased away, without making the entire island unsuitable as a resting and breeding area.
- Dismantling: In case of breeding birds, the nesting area (as well as the immediate surroundings) must be spared from disturbance or demolition in the period April to August.
- Where technically possible, techniques should be used that cause as little turbidity as possible.
- When laying cables in the nearshore area, where most birds occur, the periods with the highest numbers of disturbance-sensitive and/or visual hunting species must be avoided as much as possible.

The baseline bird distribution situation in the PEZ needs to be established. To what extent the construction and exploitation of an island will have an effect on the numbers and distribution of local seabirds can be investigated by carrying out regular ship counts. By repeating these counts it will be possible to draw up distribution maps of the various species.

### 0.3.5.4 Marine mammals

#### 0.3.5.4.1 Reference situation

Marine mammals were only sporadically observed during seabird counts in Belgian marine waters until 2003. These were mainly seals (both harbour seal and grey seal) and harbour porpoises. Since spring 2003, an increasing number of marine mammals have been reported, in particular the large number of harbour porpoises and white-beaked dolphins. This is part of a general trend that has also been observed in other countries around the southern North Sea. The reason for this phenomenon may be the strongly reduced availability of food in the more northern range of these species, although other causes cannot be excluded (Depestele *et al.*, 2008; Haelters and Camphuysen, 2009; Haelters *et al.*, 2018).

Since 2008, standardized aerial surveys have been conducted to determine numbers and distribution of marine mammals. Results show that harbour porpoises are particularly common in our waters in spring (January - April), with the highest densities in the northern and western part (Haelters *et al.*, 2019).

There are about a quarter of a million harbour porpoises in the entire North Sea. During most of the year, less than 1% of the North Sea population is found in Belgian waters, but seasonally (February - April) this number rises to about 2% of the population in the North Sea (Degraer *et al.*, 2009). For conservation purposes, the relative importance of Belgian waters for the harbour porpoise in Europe is considered seasonally high, mainly due to the large number of animals using this area during the migration period (Degraer *et al.*, 2009, 2010).

Like other toothed whales, harbour porpoises use echolocation to navigate, communicate with conspecifics and accurately locate their prey (Rumes and Degraer, 2022a). Porpoises typically emit 'narrow-band high-frequency (NBHF) click trains' that are used to navigate and find their way around the ocean (Sørensen *et al.*, 2018).

The occurrence of seals on our coast is still increasing. In recent years, groups of 5 to 20 common seals have been observed regularly along the Belgian coast (Haelters *et al.*, 2021). They were present daily in harbours, mainly those of Nieuwpoort and Ostend.

Common seals have well-developed hearing, especially underwater. Grey seals use acoustic signals for communication purposes both in the air and underwater. In the air, they rarely produce communication signals, but underwater they exhibit a complex vocal repertoire. Seals may not be vitally dependent on their auditory system to survive as adults, but the production and reception of sound are critical for mother-child bonding and mating behaviour (Rumes and Degraer, 2022a).

#### 0.3.5.4.2 Effects

##### Preparatory studies

During the geophysical survey, noise may be generated by the use of sub-bottom profilers and sparkers. However, the spatial extent of noise disturbance is very limited. Neither acoustic air pressure sources (airguns) nor explosions will be used.

Given the limited scope in space and time (order of magnitude several weeks to months) of the geophysical survey and given the use of mitigating measures to protect individuals in the vicinity of the research vessel, the impact on marine mammals is assessed as slightly negative (0/-).

##### Island

**Construction phase**

*General disturbance*

The main effects on marine mammals due to increased turbidity are decreased visibility, behavioural effects such as sediment plume avoidance, and impairment due to the release of contaminants from sediment into the food chain (Rumes and Degraer, 2022b). It can be assumed that the immediate vicinity of the dredging and dumping works will become less suitable or unsuitable for foraging marine mammals. Any avoidance responses due to increased turbidity are likely to coincide with and be smaller than avoidance responses due to increased underwater noise levels (Rumes and Degraer, 2022a). The plume modelling (IMDC, 2022a) shows that turbidity remains limited in time and space (External Appendix 2).

Porpoises are naturally adapted to low visibility, making significant effects of temporarily increased turbidity unlikely (Todd *et al.*, 2015). For porpoises, visual obstruction from sediment plumes is not assessed as a significant effect at the individual or population level (Rumes and Degraer, 2022b).

In addition to an increase in turbidity, the installation and preparation activities may cause disturbance to marine mammals due to underwater movements, the presence of ships and machinery, altered food availability, noise, etc.

The activities associated with the dredging, island construction, and transmission structure will not produce impulsive sounds of a high noise level. However, the sounds will often be similar to pre-existing underwater sounds of anthropogenic origin (such as ship traffic, dredging, sand extraction, etc.). The number of transport movements during construction of the island is estimated as 3,600 to 3,800 (see Chapter 5.4). Compared to the total number of ship movements on the BPNS (approx. 150,000/year), the construction of the project will lead to a moderate increase in shipping traffic, estimated at 600 ship movements per year (average number of ship movements spread over six years).

The most common and dominant contributors of anthropogenic noise in water are ships that continuously emit noise at high levels. Research has shown that harbour porpoises do systematically avoid vessels at significant ranges, suggesting that they may in fact respond to low levels of vessel noise up to a distance of at least 1 km from the source (Dyndo *et al.*, 2015; Oakley *et al.*, 2017; Roberts *et al.*, 2019). Habituation effects do not appear to occur. Wisniewska *et al.* (2018) observed severe disturbance of harbour porpoise foraging behaviour due to frequent exposure to ship noise (17-89% of the time) in industrialised coastal areas. There is also general concern for grey and harbour seals about the effects of increasing exposure to underwater noise from ship traffic (Jones *et al.*, 2017). Behavioural responses to ship noise may be short-lived but represent an energetic cost in the form of movement, lost opportunities during foraging, adjustments in social behaviour, as well as potential separation between mother and calf. Repeated exposure to ship noise may therefore have fitness consequences for harbour porpoises and seals near busy shipping lanes.

Food sources of marine mammals may be directly (food availability) or indirectly (food chain changes) disturbed during dredging operations. However, forced movements of harbour porpoises to areas less suitable in terms of food supply may be detrimental, given that they cannot go without food for long (Ransijn *et al.*, 2019). Harbour porpoises often eat 10% of their average daily weight and are therefore more vulnerable to changes in their availability to catch suitable prey.

It is assumed that marine mammals will avoid the wider area around the island site for a long time (mainly period 2024-2026 for the construction of the island) and will return after completion of the construction phase. As the island sites are located in a zone where seasonally high densities of harbour porpoises occur, this leads to temporary loss of habitat. According to the MSFD - Descriptor 11, for continuous low frequency underwater noise, the spatial distribution, temporal extent and level of anthropogenic continuous low frequency noise should not exceed levels at which populations of marine organisms are harmed. Given the long period of habitat loss due to disturbance, the effect is considered to be moderately negative (-). Harbour porpoises are mainly observed between 1 January and 30 April. Work should therefore preferably be carried out outside this period.

*Noise and vibration due to pile driving*

The effect of pile noise on marine mammals is discussed in detail for the installation of the platform foundations.

Although the piling of the sheet piles or pile foundations takes less time and produces lower noise levels than the piling of foundations for the platforms, the noise disturbance will still provide a moderately negative impact (-) on marine mammals in the vicinity of the project. To comply with the requirements of MSFD D11, the proposed threshold for underwater noise (185 dB (re 1µ Pa) at 750 m) must be met.

**Operational phase**

*Food availability*

During the operational phase there may be an increase in marine mammals around the island, due to the disappearance of fishing and shipping in the area, the availability of more food, and the availability of other food sources. By placing the caissons and erosion protection, a new, artificial, hard substrate will be created. This can then be colonised by epifauna and flora, increasing food availability for prey fish. In turn, this can lead to an increase in food availability for marine mammals.

For example, in the Dutch offshore wind farm OWEZ, passive acoustic monitoring detected an increased presence of harbour porpoises inside the farm compared to outside it (Scheidat *et al.*, 2011). The background to this increased presence was not

clear; the authors discuss two different causes: higher food availability within the farm (reef effect and absence of fishing) and/or avoidance of disturbance outside the farm.

Increased presence of seals was also observed in several wind farms in the North Sea, with tagged individuals observed navigating from turbine to turbine to forage (Russell *et al.*, 2014).

The increase in food availability for marine mammals is estimated as slightly positive (0/+) for all island sites given the relatively limited area of erosion protection.

*Disturbance by operational and maintenance works*

The number of ship movements to the island during the operational phase is estimated at approximately 55 per year. The impact of disturbance is therefore assessed as practically non-existent (0).

**Decommissioning phase**

If the island is not removed, the same impacts are expected as during the operational phase (0).

If the island is completely removed, the effects during the decommissioning phase will be similar to those during the construction phase, with the exception of piling activities. There will again be a disturbance of marine mammals due to increased turbidity and an increase in vessel traffic in the area. Decommissioning is also assessed as moderately negative (-) for marine mammals.

## Platforms

**Construction phase**

*General disturbance*

It is inevitable that marine mammals will be disturbed during the construction phase. This is due to increased underwater movements, the presence of ships and machinery, noise and other activities on the seabed. No dredging is expected to be required during platform construction, apart from possible local levelling. The effects of piling are discussed in the following section.

The number of transport movements during platform construction is estimated as 2,800 over a period of 6 years for both scenarios (jacket or monopile substructure). This is a moderate increase in the average number of vessel movements between the ports and platform sites. Most vessel movements are required during installation of the transmission infrastructure (including transport of equipment and people).

The work may disturb marine mammals themselves on the one hand and affect their food sources on the other hand, which may make the areas less attractive. Marine mammals may leave the area due to low food availability, forcing them to relocate to areas that are less suitable in terms of food supply. As harbour porpoises cannot go without food for long, this may be harmful. (Ransijn *et al.*, 2019).

According to the MSFD - Descriptor 11, for continuous low frequency underwater noise, the spatial distribution, temporal extent and level of anthropogenic continuous low frequency noise should not exceed levels at which populations of marine organisms are harmed. It is assumed that marine mammals will leave the site of construction activities and its immediate vicinity, temporarily avoid the site, and return after completion of the construction phase. Given the temporary nature of the disturbance compared to island construction, the impact is assessed as slightly negative (0/-).

*Noise and vibration due to pile driving*

The effects of noise and vibration on marine mammals range from behavioural changes at long distances to the source, to masking of own sound, temporary hearing shift,

permanent hearing shift, physical damage and even death close to the source (Verboom and Kastelein, 2005). Another aspect of the impact of noise on organisms is the duration of the noise: exposure of shorter duration causes less damage than longer exposure to the same noise level (Tasker *et al.*, 2010).

The sound of pile driving is audible to seals and small cetaceans up to tens of kilometres away (Tougaard *et al.*, 2009; Kastelein *et al.*, 2017; Rumes and Degraer, 2022a). Disturbance can be detected when animals start to change their behaviour in response to the activity. For harbour porpoises, this has been observed up to several tens of kilometres from the source. When disturbed, porpoises leave areas with increased noise pressure, causing them to temporarily not be able to forage and to lose a foraging area for a longer period of time (up to 1,250 km²) (Rumes and Degraer, 2022a). The relatively small body size of the harbour porpoise is reflected in a small energy storage capacity which, combined with a high metabolic rate, has made them more susceptible to starvation than other marine mammal species (e.g. seals and bottlenose dolphins) (Ransijn *et al.*, 2019; Rumes and Degraer, 2022a).

Rumes *et al.* (2019) investigated over a fourteen-year period whether prolonged periods of high-intensity impulse noise affected the temporal pattern of porpoise strandings on Belgian beaches. It was shown that these construction periods often coincide with significantly increased strandings of harbour porpoises, indicating increased mortality. However, no increased mortality was observed when the analysis was restricted to years when silencing systems were in operation during pile driving (Rumes and Zupan, 2021).

Based on this literature, it can be assumed that the piling of monopiles will have a moderate negative effect (-) on marine mammals in the vicinity of the sanctuary sites. The piling of jacket foundations is also assessed as moderately negative (-) due to the higher number of piles compared to monopiles, despite the fact that underwater noise levels will be lower (thinner piles). When using the suction bucket technique, no impulse noise is used (0). To reduce the impact, mitigation measures should be taken.

**Operational phase**

*Food availability*

The increase in food availability for marine mammals is estimated to be similar to that of the island and slightly positive (0/+) for both monopiles and jacket foundations.

*Disturbance by operational and maintenance works*

The number of ship movements to the platforms during the operational phase is very limited, approximately 55 per year. The effect of disturbance due to operational or maintenance works is assessed as practically non-existent (0).

**Decommissioning phase**

If the platforms are left in situ, the same effects are expected as during the operational phase (0).

If the platforms are removed, the effects during the dismantling phase will be smaller than those during the construction phase as no piling activities are required. A minor, temporary and local disturbance of marine mammals will occur due to general disturbance and an increase in shipping traffic in the area. The decommissioning is assessed as slightly negative (0/-) for marine mammals.

## Cables

**Construction phase**

*General disturbance*

The effect on marine mammals due to increased turbidity and noise levels occurring during dredging is discussed for the island. However, the dredging required to lay the cables is larger in volume, time and space (order of magnitude several years (non-continuous) vs. three months).

During the dredging activities near the coast, the chance of disturbing seals is greater than off the island. Harbour porpoises and other dolphins forage using echolocation and are more sensitive to changes in underwater noise than to turbidity. However, visibility is the most important source of information for foraging seals (Levenson and Schusterman, 1999). Research shows that in seals even a small increase in turbidity leads to a dramatic loss of visual acuity (Weiffen *et al.*, 2006). However, for animals that naturally live in fairly turbid water, such as the coastal zone of the BPNS, this does not necessarily translate into reduced foraging efficiency, as other senses are also used (Dehnhardt *et al.*, 2001). In addition, the noise from the dredging activities themselves may lead to behavioural changes and mask low-frequency communication from seals. (Todd *et al.*, 2015).

Although the number of additional transports (approx. 5,100 to 5,600 depending on the route over a period of six years) is relatively high compared to the current number of ship movements in the BPNS and the installation work will take a long time, no long-term negative effects on the populations of harbour porpoises and seals are expected due to the installation of the cables. Due to their high mobility, marine mammals will probably temporarily avoid the area where the construction activities take place and its immediate surroundings. Increased turbidity may occur over a relatively large area (>50 mg/l at hundreds of metres to several kilometres) at the temporary dumping sites, but remains limited in time. It can be assumed that marine mammals in the BPNS are sufficiently adapted to periods of elevated sediment concentrations. Given the progressive and localised nature of cable installation activities, no impact on migratory movements of marine mammals is expected. Disturbance due to construction activities is therefore assessed as moderately negative (-) for all alternatives.

**Operational phase**

*Electromagnetic fields*

During the operational phase, the cables will generate an artificial EMF, which could interfere with the orientation mechanisms of marine mammals. Knowledge on the impact of EMF on marine mammals is limited. The few studies available suggest that dolphin and whale species are not affected by magnetic fields (Gill *et al.*, 2014). Also the migration of harbour porpoises in the Baltic Sea was not affected by the presence of operational HVDC cables (Gill *et al.*, 2014).

The strength of the EMF generated decreases rapidly with increasing distance from the cables. Moreover, as the cables are buried at a depth of at least 1 m and marine mammals are not used to swimming close to the bottom surface, the chance that marine mammals will be exposed to the EMF generated by the cables is low (0).

*Disturbance by inspections, maintenance work or repairs*

A geophysical survey will be carried out regularly (approx. 15 days per year) along the cable route to check the depth and coverage of the cables. The effect of disturbance is assessed as practically non-existent (0).

**Decommissioning phase**

If the cables are left in situ, there will be no effect (0).

If the cables are excavated again after decommissioning, the effects during the dismantling phase will be smaller than those during the construction phase due to the more limited disturbance and scope of the works: there will be a minor, temporary and local disturbance of marine mammals. The decommissioning is estimated as slightly negative (0/-) for marine mammals.

#### 0.3.5.4.3 Mitigation measures and monitoring

- Possible measures to reduce noise during pile driving:
  - Use of a sound absorbing jacket
  - Use of an alternative pile driver
  - Maintaining longer contact between hammer and post
  - Application of alternative technology causing less underwater noise

- Possible measures to reduce underwater noise propagation during pile driving operations:
  - Bubble Curtain: single bubble curtain, double bubble curtain, Grout Annulus Bubble Curtain (GABC),...

- Measures to prevent/reduce physiological damage and disturbance to fauna during pile driving:
  - Acoustic deterrents (ADD)
  - Marine fauna observer
  - Avoid periods with high density of porpoises (January to April).
  - Soft start procedures

- Possible measures to reduce the impact of shipping noise:
  - Reduce the boat speed

- Where technically possible, techniques should be used that cause as little turbidity as possible.

The baseline distribution of marine mammals in the project area needs to be established. As similar effects are possible, monitoring should be aligned with the monitoring of offshore wind farm construction and operation. Due to the high mobility of marine mammals, and an impact that may extend far (e.g. during pile driving), monitoring necessarily covers a larger area than the project area.

### 0.3.5.5 Hard substrates

#### 0.3.5.5.1 Reference situation

Due to the presence of wind farms, beach heads and wrecks, a large amount of hard substrates are already present in the BPNS. The submerged parts of these structures act as artificial reefs, creating new habitats and likely influencing fish stocks. (Degraer *et al.*, 2020). While the footprints of these structures may lead to the loss of habitat, mostly soft sediments, on the other hand, the ecological response will lead to a high diversity and biomass in flora and fauna gradually colonising the complex hard substrate habitat. These may include non-native species that expand their spatial distribution and/or enhance their populations, locally rare species (e.g. hard substrate

associated fish) and habitat forming species that further increase habitat complexity. The composition of associated fauna depends on several factors, such as distance from shore, substrate type, depth, and stage of colonization process.

Functionally, the response begins with dominant suspended food eaters filtering organic matter from the water column. Their fecal deposits alter surrounding seafloor communities by locally increasing food availability, and higher trophic levels (fish, birds, marine mammals) also benefit from locally increased food availability and/or shelter. Structural and functional effects extend in space and time, affecting species differently throughout their life cycles. Impacts should be assessed at these larger spatio-temporal scales (Degraer *et al.*, 2020).

Besides artificial hard substrates, geogenic and biogenic reefs also occur in the BPNS. Geogenic reefs are home to a typical fauna that lives on top of the gravel beds, such as sponges, soft corals, bryozoans and sea anemones (Houziaux *et al.*, 2008). Biogenic reefs are mainly formed by the sand tubeworm (*Lanice conchilega*) (Rabaut *et al.*, 2008).

However, the attraction of new species also has a downside. Often, non-indigenous species are first detected in the North Sea on floating or fixed structures in the sea, before they colonize the hard substrates on the coast. An analysis of the VLIZ shows that no less than 79 non-indigenous animals or plants have established themselves in the Belgian coastal waters by 2020 (Verleye *et al.*, 2020a). For a minority, however, the invasive nature is such that they pose a problem for local biodiversity, the economy or public health, or threaten ecosystem services. Since 1990, the rate of establishment of new species has tripled compared to the 1970-1990 period, mainly due to steady growth in global shipping (ballast water, fouling) and aquaculture, combined with climatic changes.

#### 0.3.5.5.2 Effects

##### Island

**Construction phase**

*New habitat*

Several layers of gravel and stone grades between 15 kg and 6 tonnes are provided to protect the toe of the caissons and the seabed in the immediate vicinity of the island. The percentage increase in the area of hard substrate is many times greater than the percentage decrease in the area of sandy substrate. The dumping of the stone blocks creates a three-dimensional character of the erosion protection. Not only the upper side of the blocks but also the lower side or created niches can be colonized. In addition, the vertical walls of the caissons will also be available for colonisation.

The area of hard substrate provided for each location alternative is estimated to be approximately 12 ha for West 1, 19.6 ha for West 2 and 16.3 ha for North.

**Operational phase**

*Change of community structure*

The created artificial biotope will be colonised by epifauna, leading to a change in community structure. In general it can be said that the more complex the underwater structures, the more organisms there will be around these structures. Probably for this reason, a higher biodiversity and biomass was observed on the erosion protection around the C-Power and Belwind wind farms than on the foundations (De Mesel *et al.*, 2013) Some species also showed a preference for the erosion protection while others preferred the foundations. Different habitats therefore exist within the hard substrates.

High biodiversity and biomass are generally seen as a positive aspect for a given biotope. It provides higher food availability and consequently attraction for fish and bird species. Studies in Belgian wind farms suggest that wind farms affect the properties of the local food web from their base, through the increase in filter feeders that locally provide a slight reduction in primary producers, to higher trophic levels, with different fish species exploiting these structures as foraging areas for longer periods of time (Mavraki *et al.*, 2020).

The introduction of artificial hard substrates in the vicinity of natural hard substrates may have a reinforcing effect on the development of fauna associated with gravel beds and the restoration of existing habitats. In the Natura2000 management plans 2022-2027 and the programme of measures for the MSFD, the use of erosion protection/fracture deposits are therefore cited as options for NID (nature inclusive design) to support and enhance biodiversity within Flemish Banks, as is the restoration of gravel beds through the creation of an artificial gravel bed (Belgische Staat, 2022b, 2022a). It should be noted that although erosion protection is physically more similar to natural rocky reef habitats, the fauna remains distinctly different from that found under natural hard substrates (Coolen *et al.*, 2020).

Since the introduction of hard substrates is expected to contribute to an increase in biodiversity and support the existing gravel beds, a slightly positive effect is expected on MSFD D11 (biodiversity) and D4 (ecosystem and food chain). In addition, the prohibition of shipping, including bottom trawling, in a radius of 500 m around the island also has a positive side effect on the protection of the seabed surface.

It can be concluded that the presence of the island is expected to have a slightly positive (0/+) effect on hard substrate fauna and a limited contribution to the implementation of the MSFD programme of measures.

*Attracting fish communities*

The complex structures and increase in benthic biomass will also attract fish that seek shelter and protection there in addition to food (De Mesel *et al.*, 2013; Kerckhof *et al.*, 2018; Mavraki *et al.*, 2020; Degraer *et al.*, 2020). Monitoring results from Belgian wind farms also highlighted the key role of erosion protection layers, as high food web complexity and a wide range of resources and fish species were observed here (Mavraki *et al.*, 2020).

Published data on the fish fauna of natural hard substrates, such as gravel beds are rare for the BPNS (Kerckhof *et al.*, 2018). However, studies on natural hard substrates elsewhere show a similar species pool that may benefit from efforts to restore natural hard substrates (Støttrup *et al.*, 2014). Moreover, most of the obligate hard substrate fish species observed are often recorded in the oyster beds and gravel beds in the nearby Oosterschelde estuary where many other fish species are observed by divers (Kerckhof *et al.*, 2018).

Thus, also for fish fauna associated with hard substrates, it can be concluded that the presence of the erosion-protected island is expected to have a slightly positive (0/+) effect, and will also make a limited contribution to the implementation of the MSFD programme of measures (D1 and D4, see previous section).

*Increase in non-indigenous species*

The magnitude of the impact is currently difficult to estimate for the BPNS. The more hard substrate is introduced into the North Sea, the more opportunity non-indigenous species have to spread. Not every species has the same invasive capacity. Descriptor D2 of the MSFD states that the introduction of new human-induced non-indigenous species that alter an ecosystem should be avoided. The effect of non-native species is therefore considered to be slightly negative (0/-), given that the problem is mainly in

the splash zone and the intertidal zone of the caissons, and less in the subtidal zone. Because few native species naturally occur in this zone, the introduction of non-native species has only a limited effect here.

**Decommissioning phase**

The complete dismantling of the island will cause a decrease in biodiversity, gravel bed habitat and other possible functions that the artificial reef performed during its exploitation (e.g. nursery, stepping-stone, attraction for certain organisms). Despite the restoration of the 'natural' state, the removal can be seen as a loss of habitat for fauna associated with hard substrates. The ecological value of the resulting reef is currently unknown. For the time being, the effect of the loss of the resulting habitat is considered to be slightly negative (0/-).

If the island is not removed, the effects from the operational phase are expected to continue.

## Platforms

**Construction phase**

*New habitat*

An increase in hard substrates is also expected with the installation of the four platforms. It is assumed that erosion protection is provided for all foundation types. Based on foundation estimates for the wind farms, the area of new hard substrate (foundation + erosion protection) is estimated to be approximately 0.2 ha for a monopile and approximately 0.4 ha for a jacket foundation (IMDC, 2013b). If all substations are installed on jacket foundations, this means a total increase of 1.6 ha of hard substrate.

**Operational phase**

*Change in community structure and attraction of fish communities*

The expected change in community structure and attraction of fish fauna associated with hard substrates was discussed for the island (section 0.3.5.5).

Although the four platforms will provide a much smaller increase in hard substrate than the island, it can also be concluded that the presence of both monopiles and jackets is expected to have a slightly positive (0/+) effect on hard substrate fauna, and a limited positive contribution to the implementation of the MSFD programme of measures (D1 and D4).

*Attraction of non-indigenous species*

The effects of attraction by non-native species on hard substrates has already been discussed for the island. For the platforms, however, the area of hard substrates is many times smaller. As the problem occurs almost exclusively in the intertidal and splash zone, the effect of attraction of non-indigenous species is considered to be slightly negative (0/-), both for monopiles and jackets. Consequently, no measurable impact is expected on the realisation of the GES (D2).

**Decommissioning phase**

As for the decommissioning of the island, the removal of the four platforms can be seen as a loss of habitat for fauna associated with hard substrates. Given the limited number of platforms, the effect is considered to be slightly negative (0/-).

When the foundations and erosion protection remain in place, the effects that occur during the operational phase continue.

### Cables

**Construction phase**

The laying of the cables will also increase the surface area of hard substrate. This is because at crossings with other cables and pipelines, a cable protection consisting of rocks will be installed. Also where the cables are insufficiently protected in the run-up to the transmission infrastructure (part where the cable is not buried), the cable will be covered with rock placement.

An area of approx. 1,000 m² per crossing is expected to be needed (section of 10 m x 100 m). The cable route from island location North with landfall in the zone Ostend-Bredene will lead to the largest increase in hard substrate (44 crossings or approx. 4.4 ha).

**Operational phase**

*Attraction fauna associated with hard substrates*

The effects of the introduction of hard substrates have already been discussed for the island. The effect of cable protection at cable crossings can, by analogy with the erosion protection of the platforms and the island, be considered slightly positive (0/+).

*Attracting fish communities*

The attraction of fish associated with hard substrates can also be expected by analogy with the island and platforms (0/+).

*Attraction of non-indigenous species*

Given that the introduction of non-native species is primarily a problem in the intertidal or splash zone, its effect on cable protection is considered non-existent (0).

**Decommissioning phase**

If cables are not removed, hard substrate communities will not be disturbed and may continue to develop. The effects will therefore be similar to the operational phase.

With the complete removal of the cables, the erosion protection will also be removed, restoring the seabed to its original condition. Despite restoring the natural condition, the removal can be seen as a loss of habitat for fauna associated with hard substrates. As with the complete removal of the island or platform infrastructure, this loss is considered slightly negative (0/-).

## 0.3.5.5.3 Mitigation measures and monitoring

- The building materials should be made of natural materials as far as possible and should not contain waste or secondary raw materials.

Hard substrates can be monitored analogous to the hard substrates in the wind farms. Monitoring the presence of non-indigenous species is especially important.

The study of fauna associated with hard substrates should be carried out at different locations around the island, linked to specific (micro)habitats that may occur there. This will clarify whether the hard substrates are used as habitat for (potentially economically valuable) species such as cod, lobsters and crabs on the one hand and whether they can act as net production zones for these species on the other hand.

### 0.3.6 Sea views and cultural heritage

#### 0.3.6.1 Reference situation

##### 0.3.6.1.1 Sea view

The sea view is without doubt a major attraction for tourism on the Belgian coast. When visibility is good, shipping can be followed far out to sea. The southernmost Norther wind farm is clearly visible from the coast. In the vicinity of ports there is usually increased activity due to fishing vessels, recreational ships and maintenance dredgers sailing in and out, which means that the natural sea view is also enhanced by this marine activity.

Based on AIS data, it can be deduced that average monthly ship density is very low at the PEZ. Near the coast and along the shipping routes to the ports, the ship density increases strongly.

##### 0.3.6.1.2 Cultural heritage

The term 'maritime archaeological heritage' covers a very wide range. The most important elements in the framework of this project are (Pieters *et al.*, 2022):

- Shipwrecks and other wrecks (including aircraft) and their components, wherever found (at sea, in rivers or former rivers, or as re-use anywhere on land);
- Settlements or other traces or remains of human activities drowned in the sea, rivers or other bodies of water and their paleo-environmental context. An important category of these can be linked to the theme of sea level rise after the cold phases of the ice ages;
- Paleontological remains of terrestrial fauna found in the sea.

Since the publication of the Law on the protection of underwater cultural heritage (RD 04/04/2014), all other traces of human presence with a cultural, historical or archaeological character and their natural context can be considered cultural heritage and as such also be protected.

By carrying out a bathymetric survey and object detection survey prior to the installation of the project, it will also be possible to identify any unknown wrecks present.

Based on the known locations of the wrecks, all island locations and platform locations are at least 2 km away.

A number of known shipwrecks are located along the cable routes. Within the cable route to the alternative landfall zones of Blankenberge-Zeebrugge, Wenduine and De Haan there is a German U-boat (U11) and also a war grave. The ZZ 124/224 b is also located within the route, as well as the S-87 Schnellboot, the H17 Marguerite Marie, and the O74 Yvonne. At the landfall in the Ostend-Bredene zone, there are a number of wrecks within the route: The HMS Sirius or HMS Brilliant/ HMS Orion, and the Caroline. There are also the wrecks Cap Horn and Richard Danton between the bundle of six AC cables and the bundle of the HVDC cable system.

There are no known shipwrecks within the four potential temporary storage areas for the dredged material from the cable route. Close to the boundary of storage site 3 are three wrecks that are protected as cultural heritage (SS Auretta , HMS Grafton and SS Sampa. Just outside zone 4, the wrecks SS Nashaba and MTB 690 can be found.

Within the PEZ survey area, remains of prehistoric landscapes and in situ remains of Palaeolithic and Early Mesolithic settlements and inhumations are preserved (van den Brenk et al., 2021). To date, no terrestrial landscape material has been reported in the area, but the fragmentary nature of the Weichselian deposits suggests that well-preserved in situ finds may be rare. At the PEZ, according to the palaeontological potential map of De Clercq (2018) mammoth remains may be found at the PEZ.

The cable route also crosses a Mesolithic and Neolithic zone close to the coast in the direction of the possible Blankenberge-Zeebrugge, Wenduine and De Haan landfall sites, and a late middle and early to late middle Palaeolithic, Mesolithic and Neolithic zone. Towards the alternative landfall zones of Blankenberge-Zeebrugge and Wenduine the seafloor contains potential for several palaeontological faunal remains. Towards the alternative landfall zones De Haan and Ostend-Bredene the seabed contains potential for various fauna such as walrus, marine fauna, various palaeontological faunal remains, and also mammoth and elephant remains.

Finally, it cannot be ruled out that loose artefacts such as cannons, anchors, engine or ship parts, etc. will be found during the execution of the works.

### 0.3.6.2 Effects

#### 0.3.6.2.1 Sea view

##### Island

**Construction phase**

The construction of the island itself will take about two years (period 2024-2026, with some preparatory work already in 2023) and the construction of the infrastructure about four years (phased over the period 2026-2029).

The work will give rise to temporary and localised disturbance of views of the sea caused by the arrival and departure of construction vessels. There will also be an increase in ship movements between the ports and the project site during the peak tourist season.

The vessels that will be used during construction are limited in number compared to the large numbers of normal shipping movements in the BPNS. The EIR assumes a worst-case scenario of an average of 500 vessel movements to the port per year for six working years (almost 3,000 in total). There are approximately 200 full continuous working days per year during six working years, but several ships and different activities may take place simultaneously. Ship movements will largely be via the existing shipping routes to and from the PEZ.

The effect of these vessels and vessel movements on marine visibility is temporary and localized, and is considered slightly negative (0/-) for all island locations. Given that MOG2 will be constructed a long distance offshore, construction activities of the island itself will not be visible from the coast (0) for all alternatives.

**Operational phase**

During the operational phase, an average of approximately 20 vessels are used annually for the operation and maintenance of MOG2 (less than two per month on average). These vessels are operating 30 days per year (to the site, and around the island location). Although the operational phase continues for a much longer period of time (20 year permit term), the number of vessels required compared to the construction phase is much lower and no effect on sea view is considered (0).

Given the location of the island within the PEZ, a general Signalling and Beaconing Plan for the entire zone (wind farms and island) will be developed in close consultation with

the competent authorities. Since the beaconing will only be visible in the vicinity of the island and not from the coast, no effect of lighting on the sea view is considered (0).

**Decommissioning phase**

In a worst-case scenario where the island is completely dismantled, a similar number of vessel movements are expected as during the construction phase and the effect on seascape is slightly negative (0/-).

Without decommissioning, the effect on seascape will be similar to the operational phase (0).

## Platforms

**Construction phase**

The EIR assumes the same construction period as for the island (six working years). The vessels that will be used during construction are limited in number compared to the large numbers of normal vessel movements in the BPNS (approx. 150,000/year), i.e. 500 vessel movements to the port per year for six working years (almost 3,000 in total for the whole construction). There are approximately 100 full continuous working days per year for six working years, but several ships and different activities may take place simultaneously. Ship movements will be largely via existing shipping routes to and from the PEZ.

The effect of these ships and ship movements on sea views is temporary and local, and is considered slightly negative (0/-). In addition, existing shipping routes to and from the PEZ will largely be used. As MOG2 will be constructed at a large distance offshore, the construction activities of the platforms themselves will not be visible from the coast (0).

**Operational phase**

During the operational phase, an average of approximately 15 ships are deployed per year for the operation and maintenance of the platforms. These ships are active for approximately 40 days per year. This is longer than for the island because they have to sail to four different platform locations. Although the operational phase continues for a much longer period (20 years permit period), the number of ships needed is much lower compared to the construction phase and the effect on sea view is considered non-existent (0). As for the island, the platforms will be illuminated according to the agreements in the Signalling and Beaconing Plan. This effect on the sea view is also considered non-existent (0).

**Decommissioning phase**

In a worst-case scenario where the platforms are completely dismantled, a similar number of ship movements as during the construction phase is expected, which is considered a slightly negative effect (0/-).

## Cables

**Construction phase**

The laying of the cables means a minimal increase in vessel movements at sea. Especially the works near the coastal zone and the installation in the intertidal zone will be clearly visible from the coast as far as the visibility at sea extends. Different types of ships are used for laying cables and this can be an attractive experience for coastal users. Informing the public well, especially during the landfall works in the intertidal zone and on the beach, e.g. by means of information boards on the dike, has proven useful in the wind farm projects (Rumes *et al.*, 2013).

The vessels that will be used during construction are very limited in number compared to the large numbers of normal vessel movements in the BPNS (approx. 150,000/year), i.e. an average of 30 vessel movements to the port per year (total of 150 movements during five working years).

The effect of the increase in shipping traffic is considered non-existent (0). The effect of the installation works near the coastal zone on the perception of the sea view is very temporary and given the limited number of ship movements, the effect on the sea view is considered negligible (0/-) for all alternatives (worst case with pre-trenching). For cable installations outside coastal visibility, the effect is considered non-existent (0).

**Operational phase**

The vessels operate 15 days a year for monitoring and repairs.

During the operational phase, a vessel will only be used occasionally for inspection or maintenance of the export cables. The effect of this on the sea view is non-existent (0) for all alternatives.

**Decommissioning phase**

The effects on sea views during the decommissioning phase will be similar to those during the construction phase if the cables are removed. If the cables remain in place, the effect on sea view will be non-existent for all alternatives.

#### 0.3.6.2.2 Cultural heritage

##### Island

**Construction phase**

Based on the archaeological desktop study (van den Brenk *et al.*, 2021) carried out as part of the development of the PEZ, it can be deduced that no wrecks within a radius of at least 2 km are present at the possible island locations. Also in temporary storage site 1, the minimum distance to a wreck is at least 2.5 km. Should any objects or wrecks be discovered during the preparatory surveys, they will be taken into account in the final implantation of the island.

An extensive archaeological evaluation study based on geophysical and geotechnical surveys will be carried out in the entire PEZ by order of FPS Economy before the start of the works to further specify and test the archaeological expectation.

Due to the measures regarding the discovery of wrecks and paleolandscape, no effects (0) are expected on the underwater cultural heritage present for all site alternatives.

**Operational phase**

During the operational phase, changes in erosion and sedimentation patterns occur due to changing soil transport. Increased erosion can potentially expose wrecks and paleolandscapes and make them more vulnerable. There is a preference for in situ preservation. Sedimentation is beneficial in this sense. Wreck S 87 is expected to erode by around 0.3 m after 10 years as a result of the island location West 2, i.e. around 3 cm per year. As a result of the island at location alternative West 1, very slight sedimentation (<10 cm) is expected after 10 years at wrecks Suzanna and ZZ B 130/225. No significant erosion or sedimentation is expected at island location North either.

The effect on cultural heritage is assessed as slightly negative (0/-) for island option West 2 and no effect (0) for the other island location options.

**Decommissioning phase**

During the decommissioning phase, no impact (0) is expected on the present marine cultural heritage (for all location alternatives).

## Platforms

**Construction phase**

Near the platform locations, there are no known shipwrecks within a radius of at least 4 km. If any objects or wrecks are discovered during the preparatory surveys, they will be taken into account as much as possible during the final positioning of the platforms. Through these measures, no effects (0) are expected on the present underwater cultural heritage.

Same as for the island, ongoing archaeological research in the PEZ will ensure that the presence of paleolandscapes and archaeological finds are taken into account during the construction of the platforms. Possible discoveries will be handled according to a protocol for reporting archaeological accidental discoveries at sea according to law on underwater cultural heritage of 4 April 2014. Due to the measures regarding the discovery of wrecks and paleolandscape, no effects (0) are expected on the present underwater cultural heritage.

**Operational phase**

As no sedimentation is expected in the vicinity of the platforms as a result of the presence of the platforms, no effects (0) on cultural heritage will occur.

**Decommissioning phase**

During the dismantling phase of the platforms, no impact (0) is expected on the present marine cultural heritage.

## Cables

**Construction phase**

Maximum account has already been taken of the location of all known wrecks, including the protected wreck U11 located in the middle of the corridor, when planning the cable routes and potential storage sites. At least 100 m distance from each shipwreck is always kept. Only in the Ostend-Bredene landfall zone, it is not possible to maintain a minimum distance of 100 m from all wrecks present, and further route optimisations need to be carried out (based on seabed survey data) to avoid damaging the wrecks present (in particular the protected wrecks).

In the final installation of the cable routes after the planned geophysical and geotechnical surveys and the further technical detailing of these cables, these wrecks will be avoided as much as possible and the impact on the maritime cultural heritage will be kept to a minimum.

Due to the measures concerning the discovery of wrecks and palaeolandscape, no impact (0) is expected on the present underwater cultural heritage for any of the alternatives, except for the route alternative to Ostend-Bredene. Given that several cables in this alternative route will be installed close to  of the present wrecks, the effect is slightly negative (0/-).

**Operational phase**

During the operational phase, no impact (0) is expected on the present marine cultural heritage for all alternatives.

**Decommissioning phase**

During the decommissioning phase, no impact (0) is expected on the present marine cultural heritage, both during removal and leaving the cables in place, and for all alternatives.

#### 0.3.6.3 Mitigation measures and monitoring

- During the landfall works of the cables in the intertidal zone it is recommended to inform the public, e.g. by means of information boards on the dike.
- To avoid objects with archaeological potential, the project area will be thoroughly screened before the works. The technical guidelines for geophysical measurements as elaborated in the IWT project SEARCH will be followed. MUMM and the OE (maritime archaeology) will receive the survey results.
- Known wrecks should be avoided as much as possible.
- If a wreck or other archaeological find is 'discovered' in the project area, the competent authorities (Agency for Immovable Heritage) will be informed before proceeding with removal (if avoidance is not possible). A protocol for reporting archaeological accidental finds was developed in the IWT project SEARCH and is laid down in the law on the protection of underwater cultural heritage (Law of 04/04/2014).

Monitoring is not applicable for the Sea view discipline, as no significant effects are expected.

As part of the wind farm developments in PEZ, an archaeological survey will be carried out to further specify and test the archaeological expectations. This survey will be followed up as part of MOG2.

### 0.3.7 Interaction with other human activities

#### 0.3.7.1 Reference situation

##### 0.3.7.1.1 Fisheries

The delimitation of the territorial sea and the Exclusive Economic Zone (whose borders coincide with the Belgian Continental Shelf) have been established with neighbouring countries by mutual agreement and confirmed by Belgian laws. Belgian vessels as well as vessels from the Netherlands and France fish in the BPNS.

The intensity of fishing focuses mainly on the channels between the sandbanks and less on the sandbanks themselves. Shrimp fishery on the other hand is more likely to focus on the sandbanks. This takes place mainly close to the coast.

OSPAR intensity reports indicate that the entire BPNS is subject to bottom trawling techniques (Kint *et al.*, 2018). Especially in the coastal zone the intensity is highest. Within the PEZ the number of fishing hours in 2020 was only about 24h, making it of limited importance compared to the coastal zone (Geofish, 2022).

At the end of 2020, the Belgian sea fishing fleet consisted of 64 fishing vessels landing a total of 12,796 tons (Vlaamse Overheid, 2022). Between 1950 (457 vessels) and 2000 (127 vessels), there was a sharp decline in the number of active fishing vessels, and compared to 2000, the number (anno 2020) halved again. This decrease is due to declining fish stocks and quota restrictions (Belgische Staat, 2018a). In recent years,

landings by Belgian vessels have continued to decline, reaching an all-time low in 2020, with the COVID-19 crisis playing an important role .

The gross value added of the fisheries sector is very low compared to the gross domestic product, but it is very important on a regional scale.

The VLIZ and ILVO mapped the 2019 figures for recreational sea fishing (Verleye *et al.*, 2020b). Recreational sea fishing accounts for 0.8% of total landings (commercial + recreational) from the BPNS.

#### 0.3.7.1.2 Aquaculture

There is currently one commercial aquaculture project operating in the BPNS in Zone C, which is part of the commercial and industrial activity zones. Given the long distance between the project site and the Sea Farm, the impact is not considered further.

#### 0.3.7.1.3 Military activities

Military activities and exercises are regularly held in the BPNS. Specific zones have been reserved in the MSP for this purpose.

The potential island and platform locations are located a sufficient distance outside the military zones. However, the various cable routes cross the BNOM zone, NB-01, NBH-10 and, in the case of the eastern route, also the shallow water exercise zone. Potential temporary storage sites 1 and 2 are located in the BNOM zone and partly in the NB-01 zone.

#### 0.3.7.1.4 Cables and pipelines

An important precondition for the design of the cable routes is that the construction of new pipelines and cables should preferably take place within the defined corridor for cables and pipelines in the MSP 2020-2026. The various route options therefore run at most within this corridor. Only where the cables connect to the PEZ and in the run-up to various landfall zones, the routes are located outside the corridor.

Cable crossings are the same for all cable route options to the alternative landfall zones Blankenberge-Zeebrugge, Wenduine and De Haan. In case of the route to the Ostend-Bredene landfall zone, the cables make an extra crossing with the telecom cable 'Pan European Crossing (PEC)'. In case of the route option to Ostend-Bredene, there are two cables (westernmost) that do not cross with the active export cables 'C-Power wind farm'.

Not all these existing cables and pipelines are still active. Only in case of crossing with operational cables or cables kept in reserve (TAT-14), crossing infrastructure needs to be constructed. This will be done when crossing with: C-Power (2 cables A&B); Nemo Link; Franpipe; TAT-14; PEC (only in case of route to the Ostend-Bredene landfall zone).

With eight cables per solution, this results in 40 or 44 crossings, depending on the landfall zone, for which crossing infrastructure must be provided for the island infrastructure. In the case of the platform alternative, there is one less crossing each time, so 36 or 40 crossings in total, depending on the landfall zone.

The four potential temporary storage sites do not overlap with active cables or pipelines. Zone 1 is adjacent to the Franpipe pipeline and Zone 4 is adjacent to the C-Power export cables.

The location of cables and pipelines is also shown on the map in Appendix B.

#### 0.3.7.1.5 Sand extraction zones

Sand is currently extracted for the construction sector and for coastal protection projects. The extraction of sand off our coast has strongly increased since the first reporting year 1976. In recent years, 3 to 4 million m³ of Belgian marine sand has been extracted per year, of which almost 75% is used for construction. In addition, sand replenishment is an important measure for coastal protection. The Long-term Vision North Sea 2050 estimates that 8.75 million m³ of sand will be needed annually in 2050, calculated on a steady annual increase of 6%. (Van Lancker *et al.*, 2022).

Sand extraction is only possible in some defined areas according to the MSP 2020-2026. The island site North is located in Sector 4a Noordhinder. The other potential island locations, platform sites, potential temporary storage sites and cable routes are located at sufficient distance from the extraction areas.

#### 0.3.7.1.6 Dredging and dumping of dredged material

The MSP 2020-2026 identifies five zones for dumping dredged material. In addition, a number of search zones were also defined for dumping dredged material, which can be used to relocate or optimise the existing dumping zones.

Part of the cable route (island locations and platforms) with landfall zone Blankenberge-Zeebrugge crosses the southern point of the replacement zone for dredging dumps. The southernmost potential temporary storage site 4 fully overlaps with Zone 1, the replacement zone for S1.

#### 0.3.7.1.7 Renewable Energy Zone

The PEZ establishes a new renewable energy zone. The PEZ is intended for the construction and operation of facilities for the production and storage of energy from renewable sources and for the transmission of electricity as stipulated in the MSP 2020-2026. MOG2 is located in this PEZ.

At the time of writing, the spatial arrangement of the rest of the PEZ had not yet been fully established. In September 2022, the choice was made to divide the available space into 3 lots (with a capacity of 1 x 700 MW and 2 x 1125-1400 MW) but the exact delineation of the lots and the possible configurations of the wind turbines within the lots is currently still unknown. The federal government will organise a competitive tender procedure for the allocation of various domain concessions within the PEZ. The winner of the bidding procedure, who will be awarded the domain concession, will be authorised to use the relevant lots for the construction and private operation of offshore electricity generation facilities. The concessionaires will connect the generated energy to MOG2.

#### 0.3.7.1.8 Zones for commercial and industrial activities

The MSP 2020-2026 identifies five zones for conducting commercial and industrial activities. In Zone C, a mariculture project will be carried out in which mussels, oysters and seaweed will be grown on a commercial scale. For the other zones it is currently unclear which activities will/could take place under this heading. The cable route options to the alternative landfall zones De Haan and Ostend-Bredene cross Zone D for commercial and industrial activities. Crossing this zone with export cables is not contrary to the MSP but has to be authorised by the relevant authorities.

#### 0.3.7.1.9 Scientific research

The MSP also provides that marine research is permitted anywhere, unless otherwise prohibited or conditioned.

Besides research, the BPNS also has a well-developed monitoring component. There are various buoys, measuring poles, radars and masts that permanently collect data on wave height, wind force, tide, etc.: Measuring network Flemish Banks. In the framework of the development of the PEZ, three measurement buoys are placed to collect meteorological and oceanographic data. However, this measurement campaign will already be completed before the construction phase of MOG2 starts.

#### 0.3.7.1.10 Shipping

The BPNS is crossed by more than 150,000 ships a year, making it one of the busiest seas in the world (Belgische Staat, 2018d). The MSP legally delineates the main shipping routes and traffic flows necessary for shipping to call at the Belgian and Scheldt ports. The shipping lanes and associated fairways will remain largely the same in the near future (2020-2030), with some safety improvements. Within these areas, shipping has priority over other activities, but ships are not obliged to follow these routes.

The installations of MOG2 will be located within the PEZ. Hereby a safety zone of 500 m will be established around individual fixed structures which, as the new offshore wind farms and MOG2 become operational, will be calculated from the contours of the energy park or energy zone cf. the Royal Decree of 4 February 2020.

For the effects on shipping, see Chapter 5.8 Risks and safety.

The cables also have an impact on navigation, as they cross several shipping routes. For two cables to the Ostend-Bredene landfall zone, there are more crossings with shipping routes than for the other cable routes to the other landfall zones. The cable routes to Blankenberge-Zeebrugge and Ostend-Bredene go in the direction of the two important seaports Ostend and Zeebrugge.

#### 0.3.7.1.11 Aviation

Inquiries by MUMM within the framework of the EIR Belwind (2007) at the Federal Public Service Mobility and Transport, Directorate General of Civil Aviation, Airspace and Airports have shown that despite the position of the infrastructure in the Dutch FIR zone, the airspace is located above Belgian territory where the Belgian State has authority. The Belgian guidelines concerning marking of obstacles as described in circular letter CIR-GDF03 (12/06/06 - FPS Mobility and Transport) are therefore applicable to air traffic.

#### 0.3.7.1.12 Tourism and recreation

The Belgian coast is the country's most popular holiday destination. In 2019, the year before the outbreak of the corona crisis, the region recorded more than five million arrivals and nearly 28 million overnight stays in residential tourism. The coast also received nearly 18 million day tourists (Vandaele *et al.*, 2022).

In the BPNS, tourist and recreational activities are not zone-bound, provided that the safety and sustainability of the activity can be assured. Tourist activities can be subject to both temporary (e.g. in case of military exercises, works, etc.) and permanent (e.g. near wind farm concession zones) restrictions. It should be mentioned that nowadays more and more guided visits to wind farms are organised within a tourist framework.

No significant changes are expected in the period 2020-2030 in tourism and recreational opportunities in the Belgian coastal and marine area by 2020/2030 (Belgische Staat, 2018d).

### 0.3.7.2 Effects

#### 0.3.7.2.1 Fisheries Impact Assessment

The fishery impact report (ILVO, 2022) concerns only the effects of accessibility to fishing grounds within the 6 nautical mile zone (6NM zone), in particular for cable landfalls. The full report made by ILVO is added in external annex 6.

For the various cable routes studied, the activity of each type of fishing gear is determined specifically in the respective cable route zone, as well as the activity of the same type of fishing gear throughout the 6NM zone. Most catches occur in the scenario cable corridor Ostend-Bredene. The other three cable corridors have similar catches.

For the 6NM zone, the impact on fishing in the cable route itself is expected to be slightly negative (0/-) for all alternative routes during installation of the cables, given, on the one hand, the limited number of hours of fishing in each route and, on the other hand, that not the entire route will be continuously blocked for fishing and that the works will only locally disturb the fish population. During the operational phase no effect (0) for the fishery is expected. During the decommissioning phase the same effects as for the construction phase are expected (0/-) if the whole infrastructure is removed. If the infrastructure is retained then the effects of the operational phase will continue (0).

#### 0.3.7.2.2 Fisheries

##### Island

**Construction phase**

During the construction phase, sediment disturbance and noise are seen as the main causes of changes in fish behaviour. For a discussion of these effects, further reference is made to Chapter 5.5 Fauna, flora & biodiversity. Here it was concluded that the effects are acceptable due to their temporary nature.

For fisheries, the disturbance of fish populations means a loss of fishing grounds in the vicinity of the works. This disturbance will occur mainly during the initial structural construction of the island infrastructure (approximately the first two to three years of construction time). The PEZ is of less importance for fishing compared to the coastal zone, so the disturbance to fishing grounds is relatively smaller. Therefore, the impact is estimated as slightly negative (0/-) for all site alternatives.

**Operational phase**

As all possible locations of the island are located within a zone where access for shipping (within the PEZ, as defined in the MSP 2020-2026), and therefore commercial and recreational fishing, will be prohibited over time, there will be no additional spatial loss of fishing grounds. Effects on fish populations and fisheries should therefore be considered in the bigger picture (see chapter 6 Cumulative effects).

There is considerable consensus on the 'spill-over effect' of marine conservation areas (Vilas *et al.*, 2020), although this effect has not yet been demonstrated in the BPNS (De Backer *et al.*, 2019). Buxton *et al.* (2014) concluded, however, that a net spill-over of commercial species is however unlikely in areas with well-managed fisheries, but is more likely to apply in areas where fish stocks are already under severe pressure.

Studies in existing Belgian offshore wind farms between 2006 and 2017 show that, for the time being, the exclusion of fishing has not led to a change in fishing effort in the vicinity of the farms or in the landings of the top 10 species (De Backer *et al.*, 2019). The study stresses that this conclusion may change when more wind farms will be operational in the North Sea and larger "connected" areas will be excluded from fishing (De Backer *et al.*, 2019).

Finally, the restoration of the gravel beds within the PEZ, which have an important spawning, nursery and foraging function for herring, rays and sharks, among others, may lead to an increase in stocks.

Given the limited area of the island within the PEZ, and the limited importance of the fishing grounds near the island locations, the effects of the island on fisheries are considered to be non-existent (0). Positive effects may occur in combination with the wind farms due to the spill-over effect. In addition, many other factors have a major impact on fisheries, such as the loss of income due to fluctuating fuel prices and the restrictions imposed by European and Flemish fisheries policy.

**Decommissioning phase**

With full dismantling, the effects on fisheries are expected to be similar to those during the construction phase (0/-). After complete dismantling, on the other hand, the area may be reopened to fishing.

If the island is not dismantled and the safety distance of 500 m is maintained, the situation remains the same as in the operational phase (0).

## Platforms

**Construction phase**

During the construction phase, noise disturbance during pile driving is considered the main cause of disturbance to fish populations and loss of fishing grounds. De Backer *et al.* (2019) found that during the construction of an offshore wind farm, fishermen also avoid the immediate surroundings. However, the construction of four platforms will take much less time than the construction of an entire wind farm. Given the relatively short duration of this disturbance, the limited importance of the Hinder Banks as a fishing ground and the expectation that the fish population will recover quickly, the impact on fishing is estimated as being slightly negative (0/-).

**Operational phase**

The effects of the platforms during the operational phase will be similar to those described for the island alternative (0).

**Decommissioning phase**

With full dismantling, the effects on fisheries are expected to be similar to those during the construction phase (0/-), although there will be less noise disturbance as no piling is required. After complete dismantling, on the other hand, the area can possibly be set up again for fishing.

If the platforms are not demolished and the safety distance of 500 m is maintained, the situation remains the same as in the operational phase (0).

## Cables

**Construction phase**

For the effects within the 6 nautical mile zone, see the fisheries impact assessment (external annex 6).

Assuming the worst-case scenario that the entire route is dredged and the material temporarily stored, the installation of the cables will cause temporary and local disturbance to fish due to the presence of the work vessels, the upwelling of the sediment during dredging, dumping and reuse of the temporarily stored material. During construction, the work zone will be temporarily closed to fishing vessels. A safety zone of usually 500 m will be established around the installation vessels and work boats, which all shipping (including fishing vessels) will have to avoid during the work. As long as the cables are exposed on the seabed or in a trench, fishing with bottom-feeding techniques is prohibited along the relevant cable sections. However, the duration of the installation works is limited (approximately four months per cable in the case of pre-trenching; other cable digging techniques are faster), with work being carried out progressively and not everywhere at once. The works will also be indicated and communicated in advance (e.g. Notices to Mariners), so that fishing vessels are aware of the planned works.

The effect of this temporary loss of fishing grounds and the disturbance of fish populations during the construction phase is estimated as slightly negative (0/-) for both the island and platform cable routes.

**Operational phase**

The main potential effects in the operational phase are changes in fish behaviour due to electromagnetic fields emitted by the export cables. For a discussion of these effects, see chapter 5.5 Fauna, flora and biodiversity. However, EMF are not expected to affect fishing success.

If a cable were to be exposed during the operational phase, there is a risk that fishing gear would become entangled with the cables. Through periodic inspection along the cable route, an insufficiently buried cable will be noticed and solved in time. Therefore, the chance of a cable becoming entangled with fishing gear is minimal.

The effects during the operational phase are assessed as non-existent (0).

**Decommissioning phase**

Possible effects that may occur during a possible removal of the cables will be smaller than those of the construction phase, since the temporary storage of sediment will not apply and the cables can be removed without dredging.

If it is decided not to remove the cables after decommissioning but to leave them in situ, there is a chance that after some time the cables will be exposed and entangled with fishing gear, which is considered a slightly negative effect (0/-). In this regard, there is a preference for removal of the cables. In case of removal, there is also a slightly negative impact (0/-) on the safety of fishing vessels as during the construction phase, but this stops afterwards.

#### 0.3.7.2.3 Military activities

##### Island and platforms

Since there is no overlap with military areas for the platforms and island locations, no impacts (0) are expected during the construction, operation, and decommissioning phases.

##### Cables

The military activities at the BPNS are organised in such a way that conflicts with other users are avoided as much as possible. For the mine clearance exercise area, it was indicated to Elia following consultation with the Ministry of Defence that this is not a problem, given that the installation of the cables is only a temporary intervention and

has no operational implications afterwards. Given the clear operational agreements regarding the military zones, the installation, operation and dismantling of the cables will have no impact (0) on military activities.

#### 0.3.7.2.4 Cables and pipelines

##### Island and platforms

**Construction and dismantling phase**

As there are no cables or pipelines in the immediate vicinity of the island locations and platforms, no impacts (0) are expected during the construction and decommissioning phase.

**Operational phase**

The sediment transport modelling (Svašek Hydraulics, 2022b) shows that no erosion or sedimentation occurs at the level of active cables or pipelines for any of the potential island locations. However, erosion is expected at the level of inactive telecom cables, which may lead to their exposure. Sedimentation on inactive telecom cables is not considered a risk.

As exposure of cables cannot be excluded, the necessary measures to ensure coverage should be taken. The impact is considered to be slightly negative (0/-) for all island options. However, for location West 1 the risk is lower than for West 2 or North.

As a result of the platforms, no effects (0) of sedimentation or erosion are expected on cables and pipelines.

##### Cables

The export cables will cross with various active and inactive telecom cables, power cables and a pipeline for all the different alternatives.

If all agreed arrangements are observed and all precautions are taken to prevent damage to the existing cables and pipelines, it can be assumed that no effects (0) will occur on the existing cables and pipeline as a result of the construction, operation and possible decommissioning of the MOG2 cables.

Temporary storage of dredged material from the cable route will not occur on top of active cables, so no impacts are expected for this activity either (0).

#### 0.3.7.2.5 Sand extraction

##### Island

The island site North is located in Sector 4a Noordhinder. This sector overlaps with a zone intended for the production and transmission of electricity from renewable sources (PEZ). The MSP 2020-2026 stipulates that this sector remains open as long as sand extraction is reconcilable with it. As the construction of MOG2 will start before that of the wind farms, island location North has a slightly negative effect (0/-) on the extraction zone compared to the other island locations.

For the construction of the island, local sand must be removed, but this removed sand will be reused to build the infrastructure, i.e. to backfill the caissons and to backfill the island itself. So no external supply of sand is needed to build this infrastructure.

Although the areas do not overlap, due to hydrological changes caused by the island, erosion or sedimentation may possibly occur at the level of the nearby extraction zones. Based on modelling, it can be expected that for all site alternatives both limited erosion and sedimentation will occur after approximately 10 years at the level of Sector

4d (Svašek Hydraulics, 2022b). However, erosion in the sand extraction zone is always more or less compensated by sedimentation on the other side of Sector 4d. Given these relatively slight morphological changes, which also occur over a long period of time, the effect is considered to be slightly negative (0/-) for all island locations.

#### Platforms

All platforms are located at a sufficient distance from the extraction zones. No effects (0) are expected.

#### Cables

All cable routes and potential temporary storage areas are located at sufficient distance from the extraction zones. Backfill of the pre-dredged trenches may require the supply of quality material from extraction zones. This will be kept to a minimum. The potential supply of quality sediment for backfill on the sand extraction sector is considered a slightly negative impact (0/-).

### 0.3.7.2.6 Dredging and dumping of dredged material

#### Island and platforms

All island locations and platforms are located a sufficient distance from the dumping zones. No impacts (0) are expected.

#### Cables

The cable routes to Blankenberge-Zeebrugge and Wenduine, for all alternatives (island locations and platforms), cross the southern point of the Zeebrugge East dredged sediment dumping replacement zone. When dumping dredged sediment, a safety distance of min. 250 m to the cables must be respected, which may cause a possible conflict between users.

During the exploratory phase in the search for optimisation of the existing Zeebrugge East dumping site, five options for a dumping site were selected within the replacement zone (Lauwaert et al., 2019). None of the studied options or scenarios show an overlap with the cable routes leading to Blankenberge-Zeebrugge or Wenduine. It is considered very unlikely that other dumping sites overlapping with the cable routes will be considered.

The southernmost potential temporary storage site corresponds to the Zone 1 replacement zone for dumping zone S1. Use of this zone may represent a reduction in future available dumping capacity unless all temporarily storaged sediment is removed again. The possible use of this zone should be discussed and agreed with the relevant authorities.

Because of the overlap with replacement zone S1, the effect is considered to be slightly negative (0/-).

### 0.3.7.2.7 Renewable Energy Zone

The exact distribution of the plots and configuration of the future wind farms within the PEZ is currently unknown. The inter-array cables of the wind farms will either connect to one island or spread over four platforms. The total inter-array cable length for island connection is a factor of 1.5 to 2 greater than for the platform alternative.

The surface area of the island including the 500 m safety zone within the PEZ (space no longer available for turbine installation) is smaller than that of four platforms, each with its own safety zone of 500 m. On the other hand, there are (mainly limited) differences in surface area for export cables (incl. safety zones) associated with the

various alternatives in basic infrastructure and island location. The island location North with cable routes outside the PEZ (route 2) scores best, as opposed to the island location North with cable routes that cross the PEZ entirely (route 1).

Given that the construction of transmission infrastructure within the PEZ is inextricably linked to renewable energy production, the land take of transmission infrastructure is intrinsic to the developments within this zone , and the impact is considered non-existent (0).

#### 0.3.7.2.8 Zones for commercial and industrial activities

Burying export cables for the alternative routes to De Haan and Ostend-Bredene that run through Zone D could potentially impact future use of this zone for commercial and industrial activities. Although, according to the MSP 2020-2026, Zone D may be used for a maximum of 50% of its surface area, and therefore the degree of use of the zone will not be affected, the presence of the cables may limit the flexibility for spatial planning of future projects. Crossing this zone with export cables is not excluded according to the MSP but has to be authorised by the relevant authorities[4] . Therefore, there is a slight negative impact (0/-) for the cable routes with landfall zone De Haan or Ostend-Bredene. There is no effect (0) for the other routes.

#### 0.3.7.2.9 Scientific research

There are no measurement buoys in the immediate vicinity of the alternatives within the MOG2 project. Interference with ongoing measurement campaigns or scientific research is not expected.

The development of the first island in the BPNS will contribute to scientific research and oceanological observations in several ways. The impact is assessed as moderately positive (+) for the island option during all phases. As the installation and operation of platforms and export cables is already a well-known activity in the RNC, no additional contribution (0) to scientific research is expected.

#### 0.3.7.2.10 Aviation

The Belgian guidelines on marking of obstacles apply to air traffic. Consequently, both the platforms and the island must comply with this circular letter and implement the signposting provided for in these regulations in close consultation with the authorities concerned.

In addition, for both options, at both the platforms and the island, helicopter platforms are provided for easy and/or quick access to the installations. The impact on aviation as a whole is considered non-existent (0).

#### 0.3.7.2.11 Tourism and recreation

##### Island and platforms

Given the large distance of the PEZ from the coast, no effect (0) is expected on tourism and recreation. The structures are not visible from the coast. For safety reasons, tourist excursions to the project area will not be allowed.

[4] For the cables with landfall in Bredene, an agreement was given by the Minister of the North Sea on 5 August 2020 for the reservation of a strip of 1 km on the western side within CIA zone D for the possible installation and operation of export cables for the MOG2 project.

For the increase in vessel movements during construction, operation, and decommissioning of the project, please refer to Section 5.6 Sea view and Cultural Heritage.

### Cables

The installation near the coast may temporarily disrupt water recreation, especially if this period coincides with the peak tourist season. A (limited) part of the coastal zone near the landfall zone will be temporarily unavailable for recreational activities. On the other hand, the works may also attract tourists. Good communication with, among others, Shipping Assistance, the local surf clubs, the Coastal Division and, depending on the chosen cable route, the coastal municipalities and cities in preparation for and during the execution of the works is necessary here.

Outside the coastal zone, no significant effects on tourism and recreation are expected as a result of laying the cables.

Given the ban on construction work on the beach during the summer holiday period (July and August), the main tourist period is spared any disturbance.

The impact of cable laying activities on tourism and recreation is very temporary (max. a few weeks in the coastal zone per cable pair) and seasonal, and is considered slightly negative (0/-) for the construction phase. During the operational phase, there is no effect (0) on tourism and recreation. Possible effects that may occur during a possible removal of the cables will be similar to those of the construction phase (0/-). If it is decided not to remove the cables after decommissioning but to leave them in situ, no effects (0) are expected.

## 0.3.7.3 Mitigation measures and monitoring

- It is recommended that clear information about the planned works be disseminated in good time within the fishing sector (through the Shipowners' Centre, notices to seafarers, trade journals, etc.) and the tourism sector (through Ship's Guidance Service, the maritime police, the local surf clubs, the Coastal Department, coastal municipalities involved , local police, lifeguards, recreational fishermen, etc.). ).
- Good communication with the Ministry of Defence during the laying of cables in the vicinity of military zones is recommended.
- During the construction of the various cable crossings, all necessary precautions must be taken to avoid damage to the cables and pipelines already present.

**Monitoring**

Periodic inspection along the cable route (buried depth monitoring)

## 0.3.8 Risks and safety

The following sections specifically address the safety aspects related to shipping, the safety effects related to the presence of the MOG2 infrastructure and the risk of pollution. The safety aspects and risks associated with the assembly of the various components of the MOG2 infrastructure and the safety aspects on board the deployed vessels fall outside the scope of this EIR.

#### 0.3.8.1 Reference situation

##### 0.3.8.1.1 Shipping on the BPNS

Approximately 150,000 vessels pass through the BPNS every year (Belgische Staat, 2018b). Different types of shipping in the BPNS can be distinguished with their own characteristics.

The scale of shipping continues to increase. This means that more and more large ships will call at Western European ports and need the North Sea shipping lanes to reach them. The frequency of shipping movements by all sea-going vessels together on the North Sea shipping lanes will tend to stagnate, as the growth in ports and cargo handling is absorbed by the increase in ship size.

##### 0.3.8.1.2 Shipping accidents

The risk analysis of shipping accidents in Belgian territorial waters is a very difficult calculation. Research by DNV (2008) shows that mainly RoRo ships, cargo ships and to a lesser extent containers are involved in a collision between two ships.

Analogously, there appears to be a large variation in the estimation of the number of accidents that effectively give rise to environmental pollution. Since 2016, Belgium has a fully autonomous, permanent and independent federal body to investigate maritime accidents and incidents (FOSO), which complies with the European obligation. In the working year 2020 - 2021 the FOSO received 180 reports of shipping accidents in the BPNS (FOSO, 2022).

##### 0.3.8.1.3 Oil pollution

The discharge of oily fluids is prohibited in the North Sea and is subject to the regulations applicable to MARPOL 'special areas'. The internal arrangements and control are believed to be adequate to ensure that no discharges occur.

In 2018, 16 operational discharges by ships were observed by MUMM, and no accidental discharges (BMM, 2019). Over the years, the number of observed oil spills in the BPNS shows a decreasing trend (KBIN - Operationele Directie Natuurlijk Milieu, 2022). This trend is expected to continue due to increasingly strict legislation and monitoring.

##### 0.3.8.1.4 Marine litter

The presence of marine litter is a global problem that continues to increase in all seas and oceans. In Belgium, research on the presence and possible effects of marine litter in the North Sea and on beaches has been conducted since 2002. Observations show that on average there are 3,875 pieces of floating litter per km² (FOD Leefmilieu, 2022). On the seabed of the BPNS, an average of 126 items per km² is found, and on the Flemish beaches an average of 137 items per 100 m of high tide line (Devriese and Janssen, 2019).

In order to combat marine litter, the Federal Government developed a Federal Action Plan. The first action plan was written in 2017 and was followed by a second one in 2022. (FOD Leefmilieu, 2022)). In addition to the federal action plan, an action plan was also developed at the Flemish level by OVAM. This action plan was adopted by the Flemish Parliament in 2016 and the final version was published in 2018 (OVAM, 2018).

### 0.3.8.2 Effects

#### 0.3.8.2.1 Island

##### Additional shipping and changing traffic flows

The construction, operation and decommissioning phase of the island may affect shipping. The project will involve additional shipping traffic for installation & dismantling, but also for maintenance during the operation phase. For access to the project area the access routes to and from the coastal municipalities, but also the Westerschelde must be used and/or crossed.

Compared to the large number of existing shipping movements from the coast or to the total number of ship movements on the BPNS (approx. 150,000/year), the project will mean a very limited increase in ship movements during the operational phase, resulting in a slight negative impact (0/-). However, a significant increase in vessel traffic is expected during the construction and decommissioning phase. Consequently, the impact during construction and dismantling is assessed as moderately negative (-).

In terms of traffic flows and the potential impact on the probability of additional shipping accidents, the presence of the island in itself has a negligible impact as the construction sites are located outside the applicable shipping lanes. The various island locations form a cumulative whole with the wind farms to be developed that are also located outside these shipping lanes.

##### Risk of collision with the island

There will be a safety zone of 500 m around the island. The island, the safety zone and/or the work zone during the construction phase will be marked and signposted with suitable lighting, buoys, foghorns, etc. In spite of these preventive measures, there is a chance that non-project vessels will still collide with the island due to, for example, steering errors or vessel failure.

Cathie has carried out a collision study (Cathie Associates, 2021) looking at the risk of collision with the energy island. By taking the necessary preventive measures, the risk of collision with the island is considered to be practically non-existent (0) during the construction, dismantling and operational phase. Offshore works are also subject to very strict safety regulations, including the necessary emergency plans in the event of calamities.

##### Risk of failure MOG2 infrastructure

In 2014, a study was conducted by the Universität Stuttgart on the statistical failure data of substation transformers in Europe. Based on this study, a failure rate of approximately 0.5% per year was determined.

A failure of the infrastructure can lead to the leakage of harmful substances into the marine environment. However, due to the construction of the infrastructure on an island, more and more thorough measures can be taken to prevent harmful substances from entering the marine environment in case of infrastructure failure (principles of onshore substations can be applied, such as the oil collection system for transformers), compared to a typical offshore platform.

Reasons for failure may include lightning strike and/or fire. Based on all required legal measures, provided method statements and precautionary measures, the impact is considered rather limited and therefore assessed as slightly negative (0/-).

## Risk of island parts coming loose

During the lifetime of the island, there is a risk that parts of the island will come loose and end up in the water column, resulting in possible damage to the environment around the island. The reason for this may be a failure of the erosion protection on the one hand and the physical impact of natural elements such as waves on the other.

Based on the studies already carried out and planned on the necessary erosion protection around the island, the risk of loosening of island parts due to failure of the erosion protection is significantly reduced, as a result of which the effect is considered to be rather slightly negative (0/-).

The island will consist of a caisson construction on which a seawall will be installed. If the sea wall fails due to a wave impact, debris may end up in the water. However, in order to prevent a failure, an analysis was performed on the forces that will act on the seawall. Using the results, the expected forces will be taken into account in the design of the seawall and the potential impact can be considered non-existent (0).

However, as the probability of an accident resulting in human injury cannot be mitigated 100%, the effect on human health is considered to be slightly negative (0/-).

## Risk of (oil) contamination

With regard to pollution during the construction phase, there is a possible risk of the release of contaminated water and materials into the marine environment due to the presence of a mobile concrete plant in the project area. Given the complexity and operation of the process, the risk of an (accidental) release cannot be 100% excluded, as a result of which this impact is assessed as slightly negative (0/-).

With regard to pollution, there is a possible risk of a release of oil into the marine environment as a result of a collision of a vessel with the island infrastructure or in a ship-to-ship collision. Only vessels with an experienced, professionally trained crew will be allowed within the safety zone or work zone of the island. Nonetheless, the presence of the island will lead to an increase in shipping in the project zone (maintenance, provisioning) which also increases the likelihood of pollution due to oil or other liquid spills, resulting in a slightly negative (0/-) assessment of the impact.

There is also the potential risk of contamination from the island's infrastructure. As a general rule, all necessary procedures and work method statements will be developed and implemented to ensure the correct use, handling and maintenance of hazardous substances and their corresponding equipment and to prevent the occurrence of leaks. The main potential source of contamination to the soil (sand core) of the island and surface water surrounding the island is the large volume of mineral oil in the transformers and reactors.

Oil and other substances collected in the coalescence filter and/or the basins are transported to land for processing in accordance with current regulations.

Another source of pollution concerns the rainwater that ends up on the island and runs off towards the sea, as well as the grey wastewater streams that will be generated on the island. Various precautionary measures are planned for these flows in order to limit the release of substances into the environment as much as possible. Given the many measures taken to prevent the release of pollutants into the sea, but given that the risk of an accidental, short-term discharge can never be completely prevented, this impact is assessed as slightly negative (0/-).

## Marine litter

During the various phases, litter can be created by, among other things, small material (e.g. packaging material) that flies away; buoys that are broken loose; heavy material that is broken loose from the island that drifts or sinks to the bottom.

In order to limit the risk of these forms of pollution, a series of precautionary measures are in force arising from various laws and regulations. The nature and treatment of the various waste flows on the island will be described in a waste management plan. In addition to providing for a thorough and well-considered design, regular maintenance and inspection of the structures on the island will take place in order to be able to take preventive action if necessary. Although, from an economic point of view, the necessary measures will be taken to avoid the dumping of material and to remove it immediately from the environment, and the current legislation on waste management will be strictly adhered to, the risk of the creation of litter cannot be completely excluded. Consequently, this impact is assessed as slightly negative (0/-).

#### Aviation

Given the location of the various energy island locations and the available data regarding aviation over the BPNS, the effect of the various island locations on aviation is considered non-existent (0).

#### Radar and Ship Communication

In general, it can be stated that the realisation and positioning of the island will not have a significant impact on the monitoring and follow-up of shipping traffic on the major routes as it currently occurs. This also applies to VHF radio communications.

Both for the Ostend coast station and for all ship-to-ship observations and communications, there is the potential problem of a radar blind or radio blind zone in line behind the island. Specific to this is the radar blindness with respect to most of the environment for ships operating in the vicinity of the island.

Maritime traffic in the immediate vicinity of the island will therefore have to be handled with care. During the construction, decommissioning and operational phases, these effects will be barely visible and are therefore assessed as slightly negative (0/-).

### 0.3.8.2.2 Platforms

#### Additional shipping and changing traffic flows

The construction, operation and decommissioning phase of four platforms may have an impact on shipping. The project will generate additional shipping traffic for installation & decommissioning, but also for maintenance during the operation phase. For access to the project area the access routes to and from the coastal municipalities, but also the Westerschelde must be used and/or crossed.

Compared to the large number of existing shipping movements from the coast or compared to the total number of ship movements on the BPNS (approx. 150,000/year) the project will mean a very limited increase in ship movements during the operational phase, which is assessed as slightly negative (0/-). However, a significant increase in vessel traffic is expected during the construction and decommissioning phase. Consequently, the impact during construction and decommissioning is assessed as moderately negative (-).

In terms of traffic flows and the potential impact on the probability of additional shipping accidents, the presence of the platforms in itself has a negligible impact given that the construction sites are located outside the applicable shipping lanes. The various platforms form a cumulative whole with the wind farms to be developed that are also located outside these shipping lanes.

#### Risk of collision with platforms

A safety zone of 500 m will apply around the platforms. The platforms, the safety zone and/or the work zone during the construction phase will be marked and signposted

with suitable lighting, buoys, foghorns, etc. In spite of these preventive measures, there is still a chance that non-project vessels will run into a platform as a result of, for example, steering errors or vessel failure.

Cathie has carried out a collision study (Cathie Associates, 2021) which looks at the risk of collision with the platforms. By taking the necessary preventive measures, the risk of collision with the platforms is considered to be practically non-existent (0) during the construction, dismantling and operational phase. Offshore works are also subject to very strict safety regulations, including the necessary emergency plans in the event of calamities.

### Risk of failure of the (electrical) infrastructure

In 2014, a study was conducted by the Universität Stuttgart on the statistical failure data of substation transformers in Europe. Based on this study, a failure rate of approximately 0.5% per year was determined. Given the low probability of failure, effects related to failure of the infrastructure are therefore estimated as slightly negative (0/-).

Reasons for failure may include a lightning strike and/or fire. Based on all required legal measures, method statements and precautionary measures, the effect is considered to be rather limited, but it can never be 100% excluded and is therefore assessed as slightly negative (0/-).

### Risk of platform components coming loose

During the lifetime of the platforms, there is a risk that parts of a platform will come loose and end up in the water column, resulting in possible damage to the environment around the platform. The reason for this can be a failure of the erosion protection on the one hand and the physical impact of natural elements such as waves on the other hand.

On the basis of the studies already carried out and planned concerning the necessary erosion protection around the platforms and resistance to the natural elements, the risk of platform components coming loose due to failure of the erosion protection is significantly reduced, as a result of which the effect is considered to be slightly negative (0/-).

### Risk of (oil) pollution

With regard to pollution, there is a possible risk of oil being released into the marine environment as a result of a ship colliding with the platforms or in the event of a ship-to-ship collision. Only vessels with an experienced, professionally trained crew will be allowed within the safety zone or work zone of the platforms. Nevertheless, the presence of the platforms will lead to an increase in shipping in the project zone (maintenance, supply), which also increases the chance of pollution due to oil or other liquid spills, resulting in a slightly negative (0/-) assessment of the impact.

There is also the potential risk of contamination originating from the infrastructure on the platforms. As a general rule, all necessary procedures and work method statements will be developed and implemented to ensure the correct use, handling and maintenance of hazardous substances and their corresponding equipment and to prevent any leaks. The main potential source of pollution for soil and surface water around the platforms is the large volume of mineral oil in the transformers and reactors.

Oil and other substances collected in the coalescence filter and/or the basins are transported to land for processing in accordance with current regulations. However, as the risk of an accidental, short-term discharge can never be completely prevented, the impact of oil pollution is considered to be slightly negative (0/-).

### Marine litter

During the various phases that the platforms pass through, litter can be created by, among other things, small material (e.g. packaging material) that flies away; buoys that are broken loose; heavy material that is broken loose from the platforms and drifts or sinks to the bottom.

In order to limit the risk of these forms of pollution, a series of precautionary measures are in force arising from various laws and regulations. In addition to providing a thorough and well-considered design, regular maintenance and inspection of the structures on the platforms will take place in order to be able to intervene preventively if necessary. Although, from an economic point of view, the necessary measures will be taken to avoid the dumping of material and to remove it immediately from the environment, and the current legislation on waste management will be strictly followed, the risk of the creation of litter cannot be completely excluded. Consequently, this impact is assessed as slightly negative (0/-).

### Aviation

Given the various locations of the platforms and the available data regarding aviation over the BPNS, the effect of the various platform locations on aviation is considered to be non-existent (0).

### Radar and ship communication

In general, it can be stated that the realisation and installation of the platforms will not have a significant impact on the monitoring and follow-up of shipping traffic on the major routes as it currently occurs. This also applies to VHF radio communications.

Both for the Ostend coast station and for all ship-to-ship observations and communications, there is the potential problem that there will always be a radar blind or radio blind zone in line behind the platforms. Specific to this is the radar blindness with respect to most of the environment for ships operating in the vicinity of a platform.

Shipping traffic in the immediate vicinity of the platforms will therefore have to be handled with care. During the construction, decommissioning and operational phases, these effects will be barely visible and are therefore assessed as slightly negative (0/-).

## 0.3.8.2.3 Cables

### Additional shipping

The construction, operation and decommissioning phase of the cable infrastructure may have an impact on shipping. The project will generate additional shipping traffic for installation & decommissioning, but also for maintenance during the operation phase. For access to the project area the access routes to and from the coastal municipalities, but also the Westerschelde must be used and/or crossed.

Compared to the large number of existing shipping movements from the coast or compared to the total number of ship movements on the BPNS (approx. 150,000/year) the project will mean a very limited increase in ship movements during the operational phase, which is assessed as slightly negative (0/-). However, a significant increase in vessel traffic is expected during the construction and decommissioning phase. Consequently, the impact during construction and decommissioning is assessed as moderately negative (-).

### Risk of damage

Research published in Energies addressed the failure of AC export cables for the various European offshore wind farms. Based on their research, they found that an average of 0.003 failures occur per kilometer of cable per year. Of all surveyed wind farms with a medium voltage AC connection, one or more failures were observed in 38%. Of all surveyed wind farms with an MVAC connection, one or more failures were observed at 14%. This discrepancy is likely explained by the greater technological maturity of medium voltage AC technology (Warnock *et al.*, 2019).

Based on the studies consulted, the failure of one of the cables cannot be ruled out resulting in a slightly negative (0/-) assessment.

### Risk of (oil) pollution

With regard to pollution, there is a possible risk of a release of oil into the marine environment as a result of a ship/ship collision. Despite precautionary measures, the installation and maintenance of the cables will lead to an increase in shipping in the project area (maintenance, provisioning), which also increases the risk of pollution due to oil or other liquid spills, resulting in an assessment of the impact as slightly negative (0/-) for all phases.

The cable materials themselves are designed in such a way that they cannot cause oil pollution even in the event of a fracture. Consequently, the impact is assessed as non-existent (0).

### Marine litter

During the pre-installation, installation works, operational phase and dismantling, there is a risk of the creation of small litter during the activities. However, there is a range of laws and regulations in place to limit the risk of litter.

Small litter, generated at all stages, is also a source of microplastics that can affect human health through the food chain.

Although, also from an economic point of view, the necessary measures will be taken during all phases to avoid the loss of material and to remove it immediately from the environment, and the current legislation on waste management will be strictly followed, the risk of the creation of litter cannot be completely excluded. Consequently, a slightly negative (0/-) effect is expected on the achievement of the GES for descriptor D10.

## 0.3.8.3 Mitigating measures and monitoring

The usual safety measures will be taken during installation, maintenance and dismantling.

To minimise the hindrance to shipping and the risks of collision, the following safety measures must be implemented as a minimum:

- There is always a safety and prohibition zone around the installation vessels (usually 500 m);
- A 'Notice to Mariners' over the ship's radio will inform shipping of the location and nature of the works and the direction and speed of the installation vessels , via the Shipping Assistance Division ;
- All vessels involved in the installation will always be provided with the appropriate and regulatory (light) beaconing;

- The cable-laying vessel will be accompanied by a support vessel that will remain in the vicinity and identify potential risks. If necessary and useful, a support vessel can also be deployed for other work;
- All services involved (VTS, MRCC, Maritime Police, Pilotage, etc.) are informed of the planned works in due time. In a consultation moment prior to the works, agreements can be made for the implementation of extra safety measures;
- Shortly before the actual start of the works and during execution of the works, the departments concerned are informed about the detailed planning and progress of the works.

If specifically island location "North" were to be retained, where there is a potential risk of the occurrence of shallow water, it is important to guarantee the depth of the existing shipping route between the wind farms so that ships with a draught of 11 m can continue to use this shipping route. Based on the modelling for MOG2, no deepening is expected.

If the island or platform structures are preserved in-situ after their operational life, it may be considered to remove (part of) the supra-structure. This with a view to reducing the risk of oil pollution in the event of a collision.

Where leaks can result in significant quantities of oil or grease entering the sea, adequate sensors at suitable locations or regular inspections can be provided to detect leaks. The operator can thus quickly detect the occurrence of a leak and intervene accordingly, allowing the fluids to be removed as quickly as possible.

If, as a result of a breakdown or accident, substances or materials which pose a threat to the environment are released into the sea, efforts should be made to remove them as soon as possible from the environment and to process or dispose of them in accordance with the regulations in force.

Prevention:

- A (permanent) note on the presence of the MOG2 infrastructure is included in seafarers' charts.
- Preparation of Emergency Response Plan (ERP) and Emergency Response Communication Plan (ERCoP) in consultation with the competent authorities (in particular DMM, MRCC and MUMM);
- In consultation with DG Shipping, a safety zone of 500 m will be established around the island. This has its legal basis in the Royal Decree of 4 February 2020 establishing safety zones in sea areas under Belgian jurisdiction.
- For the safety of shipping and aviation, the necessary beaconing and signalling will be provided on and near the island, on the advice of the Shipping Assistance Division and DG Shipping. A signalling and beaconing plan will be drawn up that covers not only the operational phase but also the construction phase.
- A guard vessel will be present during the various installation phases.

If after the operational phase it is decided to leave the island or platforms in situ, the presence and proper functioning of the marking and beaconing of the island or platforms (lighting, foghorns, buoys) must be guaranteed.

Storage:

- The salvage of sunken and stranded vessels will be carried out in accordance with the law of 20/01/1999 for the protection of the marine environment in sea areas under Belgian jurisdiction.

The following measures are taken to prevent infrastructure from unravelling and littering:

- For the construction of MOG2 the best available technology will be used to ensure minimal disturbance to marine life.
- The building materials will be made of natural materials as much as possible and will not contain any waste or secondary raw materials.
- Furthermore, the use of 'consumables' on the island will be limited as much as possible to prevent blowing away.

## 0.4 Cumulative effects

The potential effects resulting from the MOG2 project can, in combination with other activities at sea, lead to a cumulation of effects. A scoping exercise was carried out of possible cumulative effects per impact discipline of MOG2 with all possible activities in the BPNS including the new wind farms in PEZ. Possible cumulative effects were then further discussed, on the one hand within the defined PEZ area (together with the planned wind farms in PEZ) and on the other hand on the BPNS scale (as the export cables run largely outside PEZ). An attempt has been made to quantify these cumulative effects as far as possible with the available information. The ability to achieve good environmental status objectives (descriptors MSFD) is also assessed in terms of possible influence by the cumulative effects discussed.

Cumulative effects can be calculated as a relatively simple sum of all effects of individual activities. Certain effects could also reinforce each other or cancel each other out. The following paragraphs will therefore indicate whether or not the potential cumulative effect is smaller (<S), equal (S) or larger (>S) than the sum of the individual effects.

### 0.4.1 Soil

#### 0.4.1.1 Island

##### 0.4.1.1.1 Construction phase

The effect of the MOG2 project on physical loss of seabed cumulates with other projects such as wind turbines and platform foundations. As long as these infrastructures remain on site, these effects cumulate in BPNS. In addition, structures such as erosion protection and cable protection will significantly alter the seabed. The impact for each project is localised. The cumulation is equal to the sum of the individual effects (S). The MOG2 island project together with the new wind farms in PEZ add up to 0.019% physical seabed loss in the BPNS. A significant part of this is only seabed modification and remains functional seabed (erosion protection). The cumulative effects will not compromise the achievement of GES descriptor 6 (seabed integrity) in the BPNS.

The impact of the MOG2 project on physical disturbance of the seabed and changes in sediment transport cumulates with all dredging and dumping activities for new infrastructure, sand extraction, dumping of dredged material, and other seabed-disturbing activities such as seabed fishing. Cumulation is possible when neighbouring projects are carried out simultaneously. In case of changing sediment transports due to the presence of infrastructure, the effects may persist longer and cumulate in the BPNS (until decommissioning). The MOG2 island project together with the new wind farms in

PEZ add about 0.05% physical soil disturbance in the BPNS. This is temporary during construction and limited to the PEZ zone designated for human activities by the MSP. There will be a time lag between the effects of the two projects. The yet to be built wind farms will probably hardly overlap in the construction period of the basic infrastructure of the energy island. Spatially, there is no overlap. If there is an overlap in implementation, the cumulation is limited to the sum of the individual effects (S).

A safety zone of 500 m from the outer limits (approx. 100 ha) will be established around the island and for the new wind farms in PEZ an exclusive zone will be established in the entire PEZ where fishing is no longer allowed. This will reduce the disturbance pressure by bottom-feeding activities in the whole PEZ (28,500 ha). This is 8.28% of the seabed in the BPNS that can no longer be disturbed by bottom fishing. This is favourable for achieving GES descriptor 6 (seabed integrity). The cumulation of the effects of both projects is smaller than the sum as the island is located within PEZ (<S). This effect will continue until the decommissioning of the projects.

In addition to sediment movement, the seabed is also disturbed by changing sedimentation and erosion. The percentage of fine material (fine sand and silt) in dredged material off the island is limited. The sedimentation and erosion effects due to the MOG2 project were modelled for the most relevant dredging activities during the construction phase (IMDC, 2022a). The footprint of deposition is 1 cm thick in the vicinity of the island site up to a maximum distance of 2 km. The construction of the island itself (basic infrastructure) is foreseen in 2024-2026. The construction will only partially overlap in time with the construction of the wind farms. The cumulative effect of sedimentation (especially fine material) may be greater than the sum of the individual effects (>S) with the closest wind turbines within a 2 km radius of the island.

Regarding the sedimentation of the turbidity plume as a result of sand extraction, there are concerns regarding far field effects on seabed functions. After all, monitoring shows that there is a risk that fine material from the overflow will affect seabed functions and thus seabed integrity (e.g. at the level of valuable gravel beds) at a long distance (Van Lancker *et al.*, 2015). However, no direct relationship has yet been established between the enrichment of fine material in gravel beds and intensive extraction activities. This aspect is currently being further monitored and investigated. The cumulative effect of sedimentation (especially fine material) *may be* greater than the sum of the individual effects (>S? ).

#### 0.4.1.1.2 Operational phase

The effect of the construction phase on physical loss of seabed, and seabed modification continues during the operational phase.

The impact of the MOG2 project on physical disturbance of the seabed and changes in sediment transport cumulates with all dredging and dumping works for new infrastructure, sand extraction, dumping of dredged material, and other bottom-disturbing activities such as bottom fishing. During the operational phase, erosion will take place around the island, resulting in deposits in the vicinity. In addition, the island will cause changes in flow patterns which will alter bottom transport over a considerable distance. Both effects have been modelled for MOG2 (IMDC, 2022a; Svašek Hydraulics, 2022b). For windmills, hardly any erosion is observed because erosion protection is provided where necessary. Due to the narrow shape, no change in soil transport is expected either. This will be negligible compared to the effect of the island. There is no cumulation (0).

A small but visible plume formation of organic matter has already been observed in wind turbines with a plume up to 1 to 2 km away from the turbine (Baeye and Fettweis, 2015). This has not been modelled for MOG2 but it is reasonable to assume that a

similar effect will occur on the island. Taking into account a maximum range of 2 km of the plume in the dominant flow direction (SW) of MOG2, and taking into account a minimum safety distance of MOG2 with the nearest wind turbine (500-1000 m), there will be a cumulation of the plumes with organic material with the closest wind turbine in SW direction (within a distance of 2 km). This may result in an effect greater than the sum (>S). This is of limited magnitude as it would only cumulate with one wind turbine. For the ecological consequences of this organic enrichment, see section 0 (Macrobenthos, epibenthos and fish communities).

#### 0.4.1.1.3 Decommissioning phase

In any case, it should be studied later and decided at the end of the exploitation period whether complete removal of the caisson island and erosion protection is desirable for the environment. In case of dismantling, the cumulative effects will be similar to those of the construction phase when the dismantling phase of the energy island with the wind turbines is carried out simultaneously in PEZ. Due to the expected lifetime of the island of 100 years and for wind turbines only 35 years, it is unclear if and when the island and wind turbines would be dismantled at the same time. Depending on how the island is removed and where the infill sand is left, a pit may be created. If the wind farm foundations with erosion protection are also removed, there is no impact on the various pits so the cumulative effect on seabed loss and disturbance is not greater than the sum of the individual effects (S).

### 0.4.1.2 Platforms

#### 0.4.1.2.1 Construction phase

In the platform alternative, the four foundations will give rise to approx. 1 ha of physical loss of seabed due to the foundations. In addition, an area of approx. 4 ha of erosion protection is assumed resulting in a change of the seabed (introduction of a hard layer). This area is a worst case assumption as erosion protection will not necessarily be required (favourable locations are chosen that are flat and reasonably hard). Together with the new wind farms in PEZ, the addition of physical seabed loss amounts to 0.01% of the BPNS. A significant part of this remains functional seabed (erosion protection). This does not compromise the achievement of GES descriptor 6 (seabed integrity). The impact for each project is localised. The cumulation is equal to the sum of the individual effects (S). There will be partial overlap in time of the installation of the MOG2 platform alternative and the new wind farms, but this does not amplify the cumulative effect. There is no spatial overlap of different projects.

The backfill for the export cables outside the PEZ are identical to MOG2 island export cables. However, the route within the PEZ to the four platforms is distinctive. The cable route to the two southern platforms crosses over potential gravel zones in the Natura2000 area. This route must be finished with material that resembles the existing gravel zone as closely as possible. Potential gravel beds will also be regularly crossed in Natura2000 areas for the wind farm infield cables. However, provided the appropriate mitigation measures are applied, this need not mean permanent damage to this protected habitat. Moreover, the gravel beds are currently in a very unfavourable state of conservation.

The MOG2 platforms alternative results in minimal physical disturbance of the seabed during the construction phase of the platforms. Due to the locations chosen, only limited levelling is required (local displacement of sand). There is no cumulative effect for soil disturbance due to levelling (0).

The positive effect for soil disturbance by establishing an exclusive zone for the new wind farms in PEZ is the same as for the energy island (<S).

Due to the position of the four platforms in PEZ, the export cables are more likely to overlap spatially with the installation of wind farm infield cables. There will be (partial) overlap of the construction phase of the cables of both projects in time. The disturbance takes place in the PEZ zone that was designated for human activities by the MSP. The cumulative effect is smaller than the sum (<S).

#### 0.4.1.2.2 Operational phase

The effect of the construction phase continues during the operational phase for physical soil loss and seabed modification due to erosion protection.

Local erosion around platform foundations and the foundations of the wind turbines depends on the type of foundation and the erosion protection provided. If erosion protection is provided around the foundations, no local erosion is to be expected. During the operational phase, however, plumes of organic material will form in the wake of each of the six foundation piles of the four platforms. There are therefore four impact zones (for each platform separately) where cumulation with the nearest wind turbine in SW direction is possible. This may result in an impact greater than the sum (>S), but of limited magnitude with only the closest wind turbine to each platform.

#### 0.4.1.2.3 Decommissioning phase

In any case, it should be studied later and decided at the end of the operating period whether full removal of the platforms and erosion protection is desirable for the environment. In case of complete dismantling, the effects will be similar to those of the construction phase. There will only be a cumulative effect if the dismantling phase of the platforms and wind turbines is carried out simultaneously in PEZ. The expected lifetime of the platforms and windmills are both about 35 years. When the foundations and protection are removed, a pit will essentially be created at the level of each foundation. However, there will be no influence of the various foundation pits (different platforms and windmills) so that the cumulative effect is equal to the sum of the individual effects (S).

### 0.4.1.3 Cables

#### 0.4.1.3.1 Construction phase

The export cables for MOG2 do not result in a physical loss of the seabed, but they do alter the seabed after backfilling of the cable trenches (if the cable trenches are pre-dredged) and at cable crossings. At gravel beds, the soil will have to be finished after cable installation with a hard substrate that resembles the existing gravel bed as closely as possible. However, this is an existing hard surface and therefore not a structural change to the seabed. Reinforcement must be provided at 40 cable crossings (approx. 0.1 ha per crossing, i.e. approx. 4 ha of new hard substrate). These effects are localised around each project, so the cumulation of effects is equal to the sum of individual effects (S).

The export cables will cause temporary disturbance of the seabed in an elongated area in the BPNS. The disturbance largely takes place in zones that have been designated for human activities by the MSP (PEZ and cable corridor). Within the PEZ, there is a possible increased cumulative effect for soil disturbance and deposition of dredging plumes when the construction phase coincides with the wind farms (>S). The construction of the export cables for MOG2 is planned in the period 2025-2029

(including preparatory offshore works, phased implementation with 2 or 3 cables simultaneously or per cable system). The installation of export cables, the future wind turbines in PEZ and the infield cables in PEZ can take place simultaneously. The cumulative effect is limited as the works for the wind turbines take place within the PEZ and the works for export cables of MOG2 largely take place outside the PEZ.

#### 0.4.1.3.2 Operational phase

The effect of the construction phase on a seabed modification (cable crossings) continues during the operational phase.

#### 0.4.1.3.3 Decommissioning phase

The effects during decommissioning of the export cables are much lower than during the construction phase (no dredging required). No cumulative effects (0) are expected during the decommissioning phase.

### 0.4.2 Water

### 0.4.2.1 Island

#### 0.4.2.1.1 Construction phase

**Turbidity**

The construction of the island will cause a local and temporary increase in turbidity, especially during dredging. During dredging and (temporary) dumping, losses occur that cause sediment transport on top of the natural. Moreover, the dredging and (temporary) dumping works change the local morphology. This cumulates with levelling works for the new windmills in PEZ, but this is minimal. The radius of influence of the works on the turbidity is in most cases too limited for the turbidity plumes to reinforce each other. There will be a time lag between effects. The wind farms will only partially overlap in terms of construction period. However, this does result in a much longer period of turbidity disturbance, but with limited intensity. The cumulation is equal to the sum of individual effects (S).

There will also be a long period of overlapping construction and operation phases of various projects in the same zone with fishing (if simultaneous installation and bottom trawling), sand extraction (if simultaneous installation MOG2 export cables and sand extractions in approved zones), disposal of dredged material (if simultaneous installation MOG2 export cables, temporary storage and disposal in approved zones). It is not expected that cumulative effects will occur as most effects will be local and/or very temporary. Modelling of the dumping actions during the installation of the cables show that the turbidity cloud will drop below the natural values soon after the completion of the works (IMDC, 2022a). The cumulation is at most the sum of the individual effects (S).

**Influence on the physio-chemical characteristics**

During the construction phase of both the wind farms and the island, there will be an increased risk of accidental spills. However, many measures are in place under applicable regulations to prevent and, if necessary, quickly mitigate accidental spills. Any cumulative effects will consist of at most the sum of the individual effects (S).

#### 0.4.2.1.2 Operational phase

**Turbidity**

Hard infrastructure in a sandy environment results in erosion and deposition of erosion plumes in the environment (increased turbidity). In addition to these erosion plumes, plumes of organic material will also be formed, originating from both the wind turbines and the island. Cumulation is only possible if the turbines are sufficiently close to the island to interact with the turbidity plume caused by the island. The cumulation will therefore be the sum of the individual effects (S).

**Influence on hydrodynamics**

The island has an effect on hydrodynamics. Under the influence of the permanent structure, there will be a permanent change of currents and waves around the island. Under the influence of the island, current velocity will increase (especially the first years after construction) along the long sides of the island, and decrease along the short sides. The foundations of the wind turbines also exert a limited influence on currents, but the currents recover at a short distance from the turbine, so that no cumulative effect occurs (0).

Permanent changes in wave heights will occur under the influence of reflection waves on the island structure. The changes occur on the side of the island exposed to the waves. The total size of the waves depends on the height of the incoming waves. Given the small size of the wind turbines, it is assumed that they will not influence the size of the waves, so no cumulative effect occurs (0).

**Influence on the physio-chemical characteristics**

The island will operate simultaneously with the wind farms. There is a risk of accidental discharge of oil, chemicals, and/or contaminated water from the various substations and wind turbines present in the zone. However, various measures are taken to counteract possible pollution through the collection of pollutants, fire-fighting systems, regular maintenance, etc. Any cumulative effects are at most the sum of the individual effects (S).

#### 0.4.2.1.3 Decommissioning phase

The effects during the decommissioning phase will be similar to those during the construction phase. If several infrastructures are dismantled simultaneously, the same cumulative effects on turbidity are expected as during the construction phase (S).

### 0.4.2.2 Platforms

The MOG2 platform alternative results in minimal turbidity (depending on foundation and soil characteristics). Cumulation is possible with nearby activities that cause turbidity. The scope will be limited. The cumulative effect will not exceed the sum of the effects (S).

### 0.4.2.3 Cables

The impact on turbidity is assessed as temporary and localised for the construction of the export cables. Cumulation during the construction phase (and decommissioning) is possible with projects that cause turbidity in the same environment and take place simultaneously (>S). No cumulative effects are expected during the operational phase (0).

### 0.4.3 Climate and atmosphere

#### 0.4.3.1 Island and cables

##### 0.4.3.1.1 Construction phase

The expected total emissions of NOx, $SO_2$ , particulate matter and $CO_2$ during the project have been determined, taking into account the type of vessel, sailing distance, fuel consumption, sailing speed and the total time needed for execution of the various components of the project. The additional ship movements and associated emissions for the island and export cables cumulate with other shipping activities at sea (shipping, fishing, wind farm construction, sand extraction and dumping activities). The cumulative effect with other projects is greater than the sum of the effects (>S) as emissions accumulate in the atmosphere.

Materials production for the MOG2 island (caissons and erosion protection) accounts for by far the largest share of $CO_2$ emissions from the project. The cumulative effect of all materials production for various projects is greater than the sum of the effects (>S) as there is accumulation of greenhouse gases in the atmosphere.

##### 0.4.3.1.2 Operational phase

During the operational phase, limited vessel movements and repairs are required. However, emissions accumulate in the atmosphere so that the cumulative effect with other projects is greater than the sum of the effects (>S).

An important effect during the operational phase is the avoided emissions on land as a result of the fact that the net electricity production of the wind farms does not have to be generated by conventional production, whether or not in combination with nuclear. The MOG2 project and the new wind farms in PEZ are inextricably linked. The effect is the sum of the projects (S). The avoided emissions from the MOG2 project with all the new wind farms in PEZ will make an important contribution to achieving Belgium's climate objectives.

##### 0.4.3.1.3 Decommissioning phase

The impacts during decommissioning will be similar to those of the construction phase, although they are much lower for export cables (no dredging required). It is unclear whether the decommissioning of the different projects will take place in the same period (if decommissioning is opted for), but due to the accumulation of greenhouse gases in the atmosphere, the decommissioning of several projects gives rise to an increase (>S) of greenhouse gases in the atmosphere regardless of the phasing.

#### 0.4.3.2 Platforms and cables

##### 0.4.3.2.1 Construction phase

Because emissions accumulate in the atmosphere, the cumulative effect with other projects is greater than the sum of the individual effects (>S).

##### 0.4.3.2.2 Operational phase

Limited vessel movements and repairs are required during the operational phase. The cumulative effect with other projects is greater than the sum of the individual effects (>S) due to accumulation in the atmosphere.

In the case of the platform alternative including export cables, the total $CO_2$ emissions are more than offset by the avoided emissions from the new wind farms in PEZ. The effect is joint for both projects together (S).

#### 0.4.3.2.3 Decommissioning phase

In case of decommissioning, the effects will be similar to those of the construction phase. Due to the accumulation of greenhouse gases in the atmosphere, the decommissioning of several projects gives rise to an increase (>S) of greenhouse gases in the atmosphere regardless of the phasing.

### 0.4.4 Noise and vibrations

#### 0.4.4.1 Island and cables

#### 0.4.4.1.1 Construction phase

The noise of pile driving can be perceived underwater up to a relatively large distance, with only minor noise attenuation up to the project limits. This effect is limited in time during pile driving operations. No overlap in time is expected between piling activities for the energy island and for the new wind turbines in the PEZ. There is no cumulative effect (0).

The effect on noise from shipping and dredging of the MOG2 project with export cables and the new wind farms in the PEZ may be greater than the sum of the individual effects due to the possible temporal overlap, the long duration of increased noise levels and the large spatial distribution of the works (>S). In addition, increased vessel movements in and into the PEZ will negatively contribute to the achievement of GES D11 - continuous underwater noise.

#### 0.4.4.1.2 Operational phase

Shipping noise during the operational phase of MOG2 is minimal and negligible relative to all shipping in BPNS. No cumulative effects are expected.

#### 0.4.4.1.3 Decommissioning phase

The effects during decommissioning will be similar to those of the construction phase (excluding pile driving). In case of coinciding decommissioning of the MOG2 project and the wind farms in PEZ, the sum of effects is larger (>S).

#### 0.4.4.2 Platforms and cables

#### 0.4.4.2.1 Construction phase

The platforms would be built in phases over the period 2024/25 to 2029. This overlaps with the construction of the wind farms in PEZ. As the pile-driving activities only occur temporarily and an impulse noise (not continuous) is generated during pile-driving, the probability that two impulse noises from 2 projects would interfere with each other is small. If synchronous operation were to occur sporadically, the cumulative effect would cause a maximum increase of 3 dB in the peak level. The cumulative effect is expected to be equal to the sum of the effects (S).

The construction of the MOG2 platform alternative and the new wind farms in PEZ partly overlap in time. Especially during the period of installation of the transmission infrastructure on top of the platforms, this will involve a lot of shipping for the supply

of small equipment and personnel. Underwater noise due to vessel movements will increase with simultaneous construction of both projects. Analogous to the island, the impact on noise is estimated to be greater than the sum of the individual effects (>S). The increase in vessel movements in and to the PEZ will negatively contribute to meeting GES D11 - continuous underwater noise.

#### 0.4.4.2.2 Operational phase

Shipping noise during the operational phase of the platforms alternative is minimal and negligible relative to all shipping in BPNS.

#### 0.4.4.2.3 Decommissioning phase

In case of decommissioning, the effects will be lower than those of the construction phase (excluding pile driving). In case of coinciding decommissioning of the MOG2 project and wind farms in PEZ, the effect on noise can be higher than the sum of the individual effects (>S).

### 0.4.5 Fauna, flora and biodiversity

### 0.4.5.1 Macrobenthos, epibenthos and fish communities

During the construction phase of the MOG2 project, cumulative effects may occur with activities that cause soil disturbance, noise disturbance and an increase in turbidity. This concerns fishing, shipping, the construction of new wind farms, sand extraction and the dumping of dredged material. For the operational phase, the focus is on the interaction with the new wind farms in the PEZ and the EMF from the existing power lines.

#### 0.4.5.1.1 Island and cables

##### Construction phase

**Habitat disturbance**

For descriptor D6 of the MSFD, physical disturbance and/or destruction of the seabed as a result of dredging and dumping activities, development of offshore installations (wind farms, cabling, pipelines), beam trawling and sand extraction is a significant impact factor. Since disturbed habitats recover relatively quickly, and are given the opportunity to do so when the PEZ is closed for fishing, the cumulative effect is considered to be the sum of the effects (S).

**Turbidity and sedimentation**

This type of disturbance is mainly related to the dredging activities. During the construction of MOG2 an increase in turbidity due to sand extraction may also occur near the gravel beds. Finally, trawling in the vicinity of the works can also cause an accumulation in turbidity and sedimentation. However, this cumulative effect will only temporarily occur as the entire PEZ will eventually be closed for fishing. The cumulative effect of the increase in fine sediments in the water column and on the seabed is considered as the sum of the effects (S).

**Noise disturbance**

During the construction phase of MOG2 a moderate negative effect is expected on fish and epibenthos due to disturbance from the dredging of the island and cables, ship movements and to a limited extent, pile driving. The construction phase of the wind

farms in the PEZ will partly overlap with the construction of MOG2, especially with the construction of the transmission infrastructure on the island. The cumulative effect is expected to be greater than the sum of the effects (>S) due to the longer duration of exposure to high noise levels and disturbance, and the extended area within which these effects occur. For impacts to the GES D11 underwater noise, please refer to the section on impacts to marine mammals.

## Operational phase

**Exclusion of fisheries**

The benthic habitats of the BPNZ are under great pressure, mainly due to bottom trawling. Other activities such as dredging and dredge dumping, marine aggregate extraction, construction of wind farms, etc. also lead to locally intensive impacts on benthic habitats. Although a disturbance of benthic communities and fish fauna can be expected during the construction of MOG2 and the wind farms in the PEZ, during the operational phase, the absence of fishing and other bottom-disturbing activities will allow the seabed to recover. The absence of bottom disturbance is also crucial for the recovery of the gravel beds in the PEZ, the restoration of spawning and nursery grounds for fish and the development of long-lived, slow growing species (Belgische Staat, 2022a). Since MOG2 is located within the PEZ, the cumulative effect of excluding bottom trawling is less than the sum of the effects (<S).

**Deposition of organic material**

Around hard substrates in the water column an enrichment of the surrounding sediments with organic material is expected. Biodiversity and biomass also increase in the existing and future wind farms for this reason. Due to the large distance between structures, no spatial cumulation is expected. The cumulative effect is equal to the sum of the effects (S).

**Electromagnetic fields (EMF) and heat dissipation**

The effect of seabed warming is considered to be virtually non-existent for the benthos. The cumulative effect is therefore negligible. However, the strong increase of power cables in the BPNS (including the future infield cables of the wind farms in the PEZ) could possibly exert cumulative effects on sensitive species, such as cartilaginous fish, due to the frequent and dispersed presence of EMF, which furthermore deviate from each other in orientation, strength and physical occurrence (static or pulsating). Since the effects of EMF are still largely unknown, this also applies to the cumulative effects. In addition, there are major differences between EMF generated by an AC cable or a DC cable (DC cables generate a stronger field), and the EMF is largely cancelled out when cables are bundled and buried deeper. If EMF would indeed lead to the disturbance of the migration behaviour and dispersal of some species, the cumulative effect may be considered to be greater than the sum of the effects (>S). However, further research is recommended.

## Decommissioning phase

There is considerable uncertainty about how infrastructure in the BPNS will be decommissioned to protect, for example, valuable artificial reefs that have been created. Due to this uncertainty, the cumulative effect, if any, is considered to be the sum of the effects (S). It should be noted that if bottom-trawling activities are allowed again in the PEZ, there may be significant negative effects on bottom communities, fish fauna, gravel beds and spawning areas, as it is expected that after a long period of recovery a much better GES will have been reached than at present.

#### 0.4.5.1.2 Platforms and cables

For the platform alternative, no cumulative effects are expected on sedimentation, turbidity and biotope disturbance, given the low impact during installation works. For the other effects, as well as the effects related to the export cables are similar to those described for the scenario island and export cables.

### 0.4.5.2 Birds and bats

During the construction phase of the MOG2 project, cumulative effects may occur with activities that cause the disturbance of seabirds and increase turbidity. These include shipping, recreational boating, fishing, construction of new wind farms, sand extraction, and disposal of dredged material. For bats, no effects were expected during the construction phase of the island and the cables in chapter 5.5 Fauna, flora and biodiversity. Cumulative effects are therefore considered negligible during this phase. For the operational phase, the focus for birds and bats is on the interaction with the new wind farms in the PEZ.

#### 0.4.5.2.1 Island and cables

##### Construction phase

**Disturbance**

The additional vessel movements for the MOG2 project and the new wind farms in the PEZ will cause regular disturbance of species sensitive to disturbance, which are mainly found in the coastal zone, on top of the already existing disturbance caused by commercial and recreational navigation, including those for fishing and dumping activities. Whether or not the cumulative effect is greater than the sum of the effects will depend largely on the extent to which shipping to and from the PEZ will use the same route. The cumulative effect will be equal to or smaller than the sum of the effects (<S) if the supply route to the PEZ is optimised (this was proposed as a measure in sheet 9b of the MSFD 2022).

**Turbidity**

For cumulative effects on turbidity in the water column, the effect was found to be equal to the sum of the effects (S). Increased turbidity may interfere with foraging by visually hunting birds, although this effect is localized and temporary.

##### Operational phase

**Collision risk**

In the cumulative effect of the island and the wind farms, the positive effects of any attraction must always be weighed against a potential increase in mortality due to collisions. The attraction to the island for some species will depend on the space between the turbines (personal communication, Eric Stienen INBO, 2022). The new generation of wind turbines are increasingly larger with higher blade heights with more free flight space under the blades, and with greater minimum spacing that can create an acceptable corridor for birds between wind turbines.

Because there are still many uncertainties about the location of the future wind farms and the location in relation to the island, it is difficult to reliably and objectively weigh the positive effects against the negative effects. Due to the interaction between the attraction of species and the possible increased risk of collision, the cumulative effect is considered to be greater than the sum of the effects (>S). The same issues arise for bats as for seabirds. Similarly to birds, the cumulative effect is considered to be greater than the sum of the effects (>S).

### Decommissioning phase

General disturbance of birds will again occur during the decommissioning phase, although this is estimated to be smaller as no piling activities will be required. If the decommissioning of MOG2 coincides with other disruptive activities for marine mammals (e.g. dredging, sand extraction, shipping), the cumulative effect is expected to be equal to the sum (S) of the effects.

#### 0.4.5.2.2 Platforms and cables

As the platforms are much smaller in size than the island, there is little chance that birds will breed there. However, the four platforms will also strongly attract most species. The cumulative effect with the wind farms will be similar to that discussed for the island.

### 0.4.5.3 Marine mammals

During the construction phase, the effects of MOG2 will mainly cumulate with other activities that increase underwater noise, such as the construction of the new wind farms (in particular piling), fishing and shipping; and with activities that cause an increase in turbidity such as sand extraction and the dumping of dredged material. During the operational phase there will be cumulation with the effects of the new wind farms in the PEZ.

#### 0.4.5.3.1 Island and cables

### Construction phase

**General disturbance**

During the construction phase of MOG2, a moderate negative effect is expected on marine mammals due to disturbance from the dredging of the island and cables, ship movements and to a limited extent, pile driving activities. The construction phase of the wind farms in the PEZ will partly overlap with the construction of MOG2, especially with the construction of the transmission infrastructure on the island. The cumulative effect is expected to be greater than the sum of the effects (>S) due to the longer duration of exposure to high noise levels and disturbance, and the extended area within which these effects occur. The effect of disturbance should be closely monitored in the monitoring programme.

### Operational phase

**Food availability**

A small positive effect on the food availability of marine mammals was expected for the operational phase of the island. An increase in marine mammal prey around other hard substrates in the PEZ and existing wind farms is also expected. In addition, the exclusion of fishing can be expected to increase fish stocks in the PEZ, also leading to an increase in marine mammal food availability. The cumulative effect may result in the PEZ becoming an important foraging area for marine mammals. The cumulative effect is equal to the sum of the effects (S).

### Decommissioning phase

A general disturbance of marine mammals will again occur during the decommissioning phase, although this is estimated to be smaller as no piling activities will be required. If the decommissioning of MOG2 coincides with other disruptive activities for marine mammals (e.g. dredging, sand extraction, shipping), the cumulative effect is expected to be equal to the sum (S) of the effects.

#### 0.4.5.3.2 Platforms and cables

For the platform alternative, largely the same cumulative impacts are expected as for the island. The installation of a platform will have a similar impact on noise levels than the installation of a wind turbine with the same foundation diameter. Also during the operational phase, the food availability around the foundations of the platforms is estimated to be similar to the foundations of the wind turbines.

### 0.4.5.4 Hard substrates

There will be cumulation with other sources of hard substrate in the North Sea, being wrecks, existing and future wind farms, buoys and measuring stations, aquaculture, groynes and harbours.

#### 0.4.5.4.1 Island and cables

##### Operational phase

**Reef effect**

In the North Sea, a global increase in all kinds of artificial hard substrata can be observed. In these places, a significant increase in biodiversity and biomass can be expected due to the availability of hiding places and food (reef effect). Because of the increase in connectivity, we expect the cumulative effect to be greater than the sum of the effects (>S). A positive contribution to MSFD descriptors D1 (biodiversity) and D4 (ecosystem and food chain) can be expected.

**Increase in non-indigenous species**

However, improved connectivity between hard substrates also has a downside, through the spread of non-native species (NIS), known as the stepping stone effect. Descriptor D2 of the MSFD states that the introduction of new human-induced non-native species that alter an ecosystem should be avoided. Again, the cumulative effect is greater than the sum of the effects (>S). Although the effect is considered acceptable, some caution is recommended and further monitoring to confirm these results is desirable.

##### Decommissioning phase

The extent to which the dismantling of the island will lead to a cumulative effect will depend on whether other hard substrata are removed on the BPNS at that time, and whether other complex infrastructure is added. In a worst case scenario, where there is a reduction in artificial reefs, the effect is assessed as greater than the sum of the effects (>S), given the loss of connectivity.

#### 0.4.5.4.2 Platforms and cables

Although the platforms provide a much more limited increase in hard substrate, the cumulative effects are estimated to be greater than the sum of the effects, as for the island, due to the stepping stone effect and increased connectivity between artificial reefs.

### 0.4.6 Sea views and cultural heritage

#### 0.4.6.1 Island and cables

MOG2 and the new wind farms in PEZ are not visible from the coast. The construction does involve additional vessel movements in and out of the seaport for several years,

and maintenance and repairs for MOG2 will also require additional vessel movements throughout the life of MOG2 (although limited). This will overlap in time with ship movements for the new wind farms in PEZ and other shipping activities. The cumulative effects are equal to the sum of individual effects (S). The cumulative effects that will occur during the decommissioning phase are analogous to the construction phase.

#### 0.4.6.2 Platforms and cables

The installation and maintenance of the platforms also requires ship movements to and from the ports. This is more limited than for the island, but also cumulates with all other shipping activities (S).

### 0.4.7 Interaction with other human activities

#### 0.4.7.1 Fisheries

##### 0.4.7.1.1 Island

A 500 m safety zone will be established from the start of work on the island, and from the start of work on the new wind farms in PEZ (anticipated from 2026) the entire PEZ will be closed to fishing. The cumulative effect of the island with the new wind farms is smaller than the sum (<S) since the island is located in the PEZ. The presence of the island in combination with the wind farms could enhance a spill-over effect (positive effect) on fishing in Belgian waters (>S). In addition, the closure of a large contiguous area may increase the sailing time of fishing vessels. Due to the location of the island between the wind farms, this does not lead to an additional effect, so that the cumulative effect is smaller than the sum of the effects (<S).

The cumulation of sediment disturbance and vessel activities during island construction with other disturbance activities in the vicinity result in an enhanced effect for fish behaviour (>S).

##### 0.4.7.1.2 Platforms

The cumulative effect of the platforms alternative with the new wind farms on the loss of fishing grounds (exclusive zone) is smaller than the sum (<S) since the platforms are also located the PEZ. The cumulation of the platforms alternative with the windmills will possibly also increase the spill-over effect (>S). It is unclear whether the effect of the platforms would be larger or smaller than for the island (four small locations versus one large location).

Installation of the platforms involves pile driving. Simultaneous pile driving activities create an amplified effect (>S), but it is unlikely that any pile driving activities will occur simultaneously. These activities do not last long.

##### 0.4.7.1.3 Cables

The installation works (and dismantling) of the export cables in the coastal zone (6 nautical miles zone) will hinder fishing in the cable route, although this is limited given, on the one hand, the limited number of hours of fishing in the route and, on the other hand, the fact that the entire route will not be continuously blocked for fishing and that the works will only locally disturb the fish population. However, this cumulates with all other activities in the coastal zone in the same period as the MOG2 export cables (planned during 2025-2029, but only in phases). The cumulative effect is equal to the sum of individual effects (S).

The cumulation of sediment disturbance and vessel activities during export cable construction with other disturbing activities in the vicinity result in an enhanced effect for fish behaviour (>S). No cumulative effects are expected during the operational phase of the cable routes on fisheries (0). On the other hand, possible cumulative effects may be caused by the generation of electromagnetic fields (cables) (see 0).

#### 0.4.7.2 Sand extraction

##### 0.4.7.2.1 Island

The cumulation of sand requirements for the MOG2 energy island in combination with other projects requiring sand, and the cumulation of morphological changes in sand extraction zone 4d, is the sum of individual impacts (S).

##### 0.4.7.2.2 Platforms

No sand is required for the platform alternative (cumulation not applicable).

##### 0.4.7.2.3 Cables

The backfill of the pre-dredged trenches requires good quality thermally conductive material, i.e. sand. It is therefore possible that a minimum quantity must be extracted from an approved sand extraction zone during the installation of the cables (in the scenario with pre-trenching and backfilling). The extraction quantities in these zones are regulated and there is a reference level below which no extraction is allowed. This has a possible effect on other sand extraction activities. The cumulation of sand demand is the sum of individual effects (S).

#### 0.4.7.3 Dredging and dumping of dredged material

All island locations and platforms are at sufficient distance from dumping sites (cumulation not applicable). Some cable routes may overlap with dumping sites /replacement zones. Increased activities and projects, especially in the coastal zone, may make it more difficult to identify suitable dumping sites. The cumulation of impacts may become greater than the sum (>S).

#### 0.4.7.4 Renewable Energy Zone

MOG2 with the new wind farms together enable the production of renewable energy regardless of the configuration chosen. The cumulative effect is therefore not applicable (N/A). In the future, however, multiple use of the renewable energy zones will be explored and encouraged, for example by testing alternative systems for other renewable energy technologies. This would make these zones even more productive.

#### 0.4.7.5 Zones for commercial and industrial activities

Burying export cables for the alternative routes to De Haan and Ostend-Bredene that run through Zone D could potentially impact future use of this zone for commercial and industrial activities. Although the MSP 2020-2026 allows Zone D to be used up to 50% of its surface area, and therefore does not affect the level of use of the zone, the presence of the cables may limit the flexibility for spatial planning of future projects. Crossing this zone with export cables is not excluded according to the MSP, but must be agreed upon with the relevant authorities. Since this zone has not yet been filled in concretely, there is no cumulation with other projects (0).

#### 0.4.7.6 Scientific research and ocean observations

The cumulative effect of several projects together strengthens scientific research (>S), for example with respect to cumulative effects research. This effect is less pronounced for the export cables, although research into electromagnetic fields and the impact on biodiversity is still ongoing. In this sense, the proximity of multiple cables can contribute to scientific knowledge development (>S).

#### 0.4.7.7 Shipping

MOG2 cumulates with all other shipping activities at sea and increases risks for the shipping industry in general (safety) and certainly in combination with an increase in infrastructure at sea, which also increases the collision risk between ships (>S).

#### 0.4.7.8 Tourism and recreation

Given the large distance of the PEZ from the coast, no impact is expected on tourism and recreation. There is no cumulation (0). The cable installation in the coastal zone does cumulate with other projects in the coastal zone. The cumulative effect is taken as the sum of the individual effects (S). After all, the effect on tourism and recreation is partly subjective for each recreational user. Works can also have an attraction for some tourists.

### 0.4.8 Risks and safety

#### 0.4.8.1 Island

It is expected that the main cumulative effect for the Risk and Safety discipline will occur for the sub-aspect 'Shipping'. No major traffic flows will be closed off with the island. The MOG2 island is located amidst the future wind farms in PEZ. The cumulative effect will therefore result in a reduction in the risk of ships colliding with the island (<S).

A point of attention is the possible deepening in the shipping lane between the wind farms in PEZ due to the change in erosion and sedimentation patterns. Based on the current depth of the shipping lane and the sedimentation and erosion modelling, we do not expect the shipping lane to deepen (Svašek Hydraulics, 2022b) We do not expect the shipping lane to become too shallow as a result of MOG2 for vessels with draughts of up to 11 m (see section 5.8 Risks and safety). This applies to all three location options. No other projects are expected to cumulate for this aspect.

#### 0.4.8.2 Platforms

The cumulative effects for the platform alternative are the same as for the island (<S).

#### 0.4.8.3 Cables

Provided there is good cooperation with the offshore projects involved, no significant cumulative effects (0) are expected from the installation, operation and decommissioning of the cables in terms of risk and safety.

## 0.5 Cross-border effects

Considering the position and distance of MOG2 including export cables from neighbouring countries, and also considering the limited environmental impact per se (sediment plume and changes in soil transport in time and space is very small, no

transboundary impacts are expected in France, the Netherlands and the UK (minimum distance approx. 15 km from MOG2 to the border, and at least 6 km from platform A3). Effects of the project in these waters can therefore be excluded.

### 0.5.1 Soil and water

The numerical modelling studies (IMDC, 2022a; Svašek Hydraulics, 2022b) show that the influence of the island on hydrodynamics and sediment transport is limited to the immediate vicinity of the island and does not extend to the Belgian-French border and Belgian-UK border. Also the turbidity plumes generated by the creation of the sandbank, the superstructure, and the construction of the export cables do not exceed natural background concentrations in French, Dutch or UK territory.

### 0.5.2 Climate and atmosphere

During the construction and decommissioning phase, an increase in emissions is expected due to the increase in ship activities. Due to the already high concentration of ships in French, Dutch, UK waters and the rest of the North Sea, this effect can be considered negligible.

### 0.5.3 Sound and sea view

MOG2 will not be visible from the French coast due to the large distance. Also the noise pollution from dredgers is minimal and will be below the current background noise level at the French, Dutch and UK border.

### 0.5.4 Fauna, flora and biodiversity

There is currently one Natura2000 site across the border with France (Bancs des Flandres), but this is at a considerable distance from the MOG2 island (at least 30 km).

There are currently two Natura2000 areas across the border with the Netherlands in the vicinity of MOG2 cables (worst case landfall zone Blankenberge-Zeebrugge): the Vlakte van de Raan (Habitat Directive area) and the Voordelta (Birds and Habitat Directive area and designated wetland). The cables approach to at least 15 km of the Vlakte van de Raan (Dutch part) for the worst case landfall zone alternative Blankenberge-Zeebrugge. The numerical modelling for MOG2 shows that the sediment plume and changing sediment transport will not cross the Dutch border (IMDC, 2022a; Svašek Hydraulics, 2022b).

Across the UK border, the Southern North Sea nature reserve is located at least 18 km from MOG2. The numerical modelling for MOG2 shows that the sediment plume and altered soil transport will not cross the UK border (IMDC, 2022a; Svašek Hydraulics, 2022b).

### 0.5.5 Risks and safety

No cross-border risks or safety effects due to the long distance to the French, Dutch and UK border.

## 0.6 Conclusion

### 0.6.1 Island

The discussed effects of the island during construction, operation and decommissioning are mostly the same for the three alternative island locations (West 1, West 2, North). The most relevant differences are due to the different water depths at the three possible locations (West 1 shallowest, West 2 deepest). This has implications for the amount of material required (sand plateau, erosion protection), effects of depositing the sand plateau (only for site option West 2 and North), the associated emissions, as well as the ship movements required and their disturbance effects (noise, sea views, emissions, risks). Furthermore, the location option has a distinctive effect during the operational phase on local flow patterns and sediment transport, and hence morphology and bathymetry. The effects are not uniformly higher or lower for one location option: West 2 has the largest zone of influence with changes in erosion and sedimentation, and location North has the largest zone of influence for turbidity. These differences are relatively minor, making the final assessment the same. Only for some specific impacts a distinctive assessment was given:

- Location option West 1 results in slightly negative effects near a temporary storage site (soil, water, see model output) for the temporary storage of sediment from levelling works. These effects are absent in case of the alternative sites West 2 and North (sand plateau is constructed there, without prior excavation or levelling works). For West 1, there is still the possibility that the material can be stored on the island site itself, thus avoiding effects on a temporary storage site, but on the other hand shifting to the island site itself.
- Location option West 2 results in increasing erosion (model output) near wreck S 87, potentially exposing this wreck and making it more vulnerable. Around West 1 and North, no significant erosion/sedimentation changes are observed in the vicinity of this wreck (model output).
- Location option North results in a slightly negative impact on the Sector 4a Noordhinder extraction zone. This is because the island location North is located in Sector 4a Noordhinder which means that this zone will already be no longer/less usable for sand extraction sooner. This is temporary anyway as this zone is also within PEZ and will be taken out of use anyway with the closure for the new wind farms.
- Location option North is located on the edge of PEZ which reduces the risk of collision for birds attracted to the island during the operational phase of the wind farms.

### 0.6.2 Platforms

For the impacts discussed for the platform option, almost no differences between the two alternatives (AC platforms on monopiles or jackets) have been identified. The use of the suction bucket technique will greatly reduce noise disturbance during the construction phase.

### 0.6.3 Cables

Due to the relatively limited difference in length between the different route options, there are few differences in the expected impacts. The differences in impacts due to the different cable routes relate to the following aspects:

- Fauna, flora and biodiversity:
  - The cable route to the platform alternative crosses some additional potential gravel beds within Habitat Directive area Flemish Banks.
  - Cable route North 2 also crosses an additional potential gravel bed.
  - At landfall in Ostend-Bredene or De Haan, important habitats of divers and sea ducks respectively are crossed.
  - At landfall in Ostend-Bredene, the route crosses a larger area of Birds Directive Area SBZ-V2 compared to the other routes. At landfall in Blankenberge-Zeebrugge, a small area of Birds Directive Area SBZ-V3 is also crossed (see draft AA - external annex 1).

- Cultural heritage: at the Ostend-Bredene landfall, it will not be possible to maintain the minimum distance of 100 m from all wrecks present, and further route optimisations should be carried out to avoid damaging the wrecks present. A slightly negative impact may also occur with regard to present underwater cultural heritage in the case of the route alternative to the Ostend-Bredene zone.
- Fisheries: According to the fisheries impact report, most catches occur in the Ostend-Bredene cable corridor scenario. The installation effects for this option may therefore be greater for fishing (temporarily during installation).
- Dredging and dumping of dredge spoil: The cable routes to the Blankenberge-Zeebrugge and Wenduine zones cross the southern point of the Zeebrugge East replacement zone dredging dumping.
- Zones for commercial and industrial activities: The burying of export cables for the alternative routes to zones De Haan and Ostend-Bredene passing through Zone D could potentially impact on future use of this zone for commercial and industrial activities. Crossing this zone with export cables is not excluded in accordance with the MSP but must be agreed with the relevant authorities. There is therefore a slightly negative impact for the cable routes with landfall in the De Haan or Ostend-Bredene zone. There is no impact for the other routes.

In terms of cable configuration, bundling the HVDC cables will greatly reduce electromagnetic fields, reducing the possible effect on (cartilaginous) fish.

On the other hand, there are big differences in effects depending on the cable installation technique. The effects for the techniques of pre-trenching with backfill and ploughing have been discussed in detail in this EIR. This has a major impact on the number of vessel movements and their effects, as well as the need for temporary storage during pre-trenching to backfill the trenches afterwards. Backfilling the cable trenches may be associated with the need for external sand supply (from recognised extraction areas), because of losses occurring during temporary storage and dumping, and because of the required quality of the material needed for backfill (due to thermal conductivity). The installation technique ploughing will - as in pre-trenching with backfill - be preceded by pre-sweeping (removing highest dune tops), which also requires temporary storage of the material, but this is limited compared to pre-trenching.

### 0.6.4 Temporary storage sites

Four potential temporary storage sites were identified and investigated in this EIR. This took into account other activities in BPNS as much as possible. The effects addressed are mostly independent of the storage site. Two distinctive effects were identified:

- The southernmost potential temporary storage site corresponds to the Zone 1 replacement zone for dumping zone S1. The use of this zone may mean a reduction in future, still available disposal capacity, unless all temporarily storaged sediment is removed again. The potential use of this zone should be discussed and agreed with the relevant authorities.
- Potential storage sites 2 and 3 overlap with potential gravel beds according to the RBIN Gravel Model 2012. These gravel beds can be expected to remain permanently disturbed after storage of sediment. However, it is uncertain whether gravel effectively occurs here. Moreover, the gravel beds in the BPNS are currently in very poor conservation status due to high anthropogenic pressure. Final storage sites will be selected at sufficient distance from gravel beds to avoid burial and sedimentation as much as possible.

As a temporary work zone for the island, storage site 1 is considered the most suitable location as it is closest to the island locations. For the cable installation with pre-trenching, storage site 3 was adopted as a suitable location (central), but multiple locations could also be considered staggered (spreading smaller impacts).

### 0.6.5 Cumulative effects

The cumulative effects apply to all alternatives. There are no significant differences between location alternatives.

### 0.6.6 Cross-border effects

Certain alternatives are located closer to the border with neighbouring countries, but still at a considerable distance in relation to the sphere of impact.

- Island location West 1 is closer to borders France and UK but still at sufficient distance (15 km)
- Platform option with platforms is closer to French and UK borders (6 km for closest platform)
- Landfall zone Blankenberge-Zeebrugge is closest to the Dutch border but at a distance of 15 km.

There are no impacts that cross borders.

### 0.6.7 Final conclusion

No unacceptable impacts are expected during the construction, operation and decommissioning of the MOG2 project, for all discussed alternatives of both the island, export cables and platform alternative, provided the necessary mitigation measures are respected.