



Eindrapport stakeholdertraject
oktober 2022 - juni 2023

Visievorming **ONTMANTELN** **OFFSHORE WINDPARKEN** in het Belgisch deel van de Noordzee

Van Maele T. M., Desplenter N., Van Aken I., Degraer S.

Inhoud

VOORWOORD	4
BEGRIPPENLIJST	5
INLEIDING	6
TRAJECT	8
“Welk traject legden we af?”	8
Kick-off	8
Bijeenkomsten actieve werkgroep	8
“Waarover spreken we?”	10
1° Overzicht windparken in het Belgisch deel van de Noordzee	10
2° Eerdere initiatieven relevant voor offshore ontmantelen	10
3° Ontmantelingsopties	12
Welke opties staan bij ontmanteling vermeld in de milieuvergunning?	13
4° Mogelijkheden en bezorgdheden	14
BEOORDELING	15
“Welk scenario van ontmantelen van de huidige windparken in het Belgisch deel van de Noordzee, heeft de voorkeur?”	15
BEOORDELING ONTMANTELEN MONOPILE FUNDERING	15
NATUURBEHOUD EN -HERSTEL	15
VERVUILING	19
CIRCULARITEIT	21
FINANCIEEL ASPECT	25
VEILIGHEID	28
BEOORDELING ONTMANTELEN NIET-MONOPILE FUNDERINGEN	30
VISIE	31
VISIE bij REPOWERING	31
<i>Waarom de keuze voor het ‘reset scenario’?</i>	31
VISIE bij andere herbestemmingen	33
Advies toekomstige windparken	34
Advies voor zowel de Prinses Elisabeth-zone als de Oostelijke zone	34
Advies voor de Prinses Elisabeth-zone	35
Figuren- en tabellenlijst	37
BIJLAGEN	38
BIJLAGE 1 - Organisaties actieve werkgroep visietraject ONTMANTELEN OFFSHORE WINDPARKEN in het Belgisch deel van de Noordzee	38
BIJLAGE 2 - nog lopende en geplande initiatieven rond offshore ontmantelen	39

Gepubliceerd door

Ecologie en beheer van de zee (MARECO)

Aquatische en Terrestrische Ecologie (ATECO)

Operationele Directie Natuurlijk Milieu (OD Natuur)

Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN)

Vautierstraat 29 | 1000 Brussel | België

www.naturalsciences.be

mareco-odnature.naturalsciences.be

Dienst Marien Milieu

Federale overheidsdienst

Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu

Galileelaan 5/2 | 1210 Brussel | België

<https://www.health.belgium.be/nl/onze-Noordzee>

Te citeren als

Van Maele T. M., Desplenter N., Van Aken I., Degraer S. (2023). Visievorming ONTMANTLING OFFSHORE WINDPARKEN in het Belgisch deel van de Noordzee. Brussel: Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, OD Natuurlijk milieu, Ecologie en beheer van de zee, 40 pp.

DANKBETUIGINGEN

Met dank aan de deelnemers van het stakeholdertraject Visievorming ONTMANTELEN OFFSHORE WINDPARKEN in het Belgisch deel van de Noordzee, vertegenwoordigers van de industrie, de academische en beleids wereld en het bredere publiek.

VOORWOORD

Het uitwerken van een visie door middel van een stakeholderoverleg heeft verschillende voordelen. Allereerst biedt het de mogelijkheid om belanghebbenden samen te brengen en met elkaar in gesprek te laten gaan. Het leidt tot een beter begrip van elkaars standpunten en zorgen, en draagt bij aan het opbouwen van consensus.

Een ander voordeel is dat door belanghebbenden bij het proces te betrekken, de kans groter is dat de visie aansluit bij de behoeften en verwachtingen van de verschillende partijen. Hierdoor kan de visie breder gedragen worden en kunnen potentiële obstakels en tegenstrijdige belangen in een vroeg stadium worden geïdentificeerd en aangepakt.

Bovendien kan het betrekken van belanghebbenden bij het proces leiden tot meer betrokkenheid en eigenaarschap van de stakeholders ten aanzien van de visie. Dit kan de implementatie van de visie vergemakkelijken en het succes ervan vergroten.

Samengevat kan het uitwerken van een visie door middel van een stakeholderoverleg bijdragen aan een meer gedragen, haalbare en effectieve beleidsvisie.

~

Dit rapport geeft het resultaat weer van het stakeholdertraject rond opties met betrekking tot de ontmanteling van offshore windparken in het Belgisch deel van de Noordzee, een initiatief van de Vice-eersteminister en minister van Justitie en Noordzee, Vincent Van Quickenborne.

Dit traject had tot doel na te gaan wat er bij de stakeholders leeft rond het thema van ontmantelen, af te lijnen waar de stakeholders elkaar vinden en waar juist niet, en op basis van deze bevindingen advies met betrekking tot de ontmanteling van Belgische offshore windparken te verstrekken aan het beleid. Om de infrastructuur te ontmantelen zijn er verschillende opties; dit zowel voor de funderingen, de erosiebeschermingslagen als voor de kabels. De funderingen kunnen zowel volledig als gedeeltelijk worden verwijderd of volledig ter plaatse blijven. De erosiebeschermingslagen en de kabels kunnen worden verwijderd of ter plaatse blijven. De voor- en nadelen van de verschillende opties werden tijdens een open en transparant overleg bediscussieerd, met als doel te zoeken naar consensus. Waar een consensus niet kon worden gevonden, worden de verschillende visies weergegeven.

Het overleg kon rekenen op een brede maatschappelijke inbreng met vertegenwoordiging uit de industrie, academische wereld, beleid en publieke sector. Gezien de mix van de deelnemende profielen en competenties kan deze analyse geenszins worden gezien als een gedetailleerde ecologische, technische, juridische en/of socio-economische analyse. Dit rapport biedt informatie en inspiratie aan de federale overheid.

Tine Miet Van Maele & Steven Degraer

Koninklijk Belgisch Instituut

voor Natuurwetenschappen (KBIN)

Nele Desplenter & Ingrid Van Aken

Dienst Marien Milieu

FOD Volksgezondheid, Veiligheid

van de Voedselketen en Leefmilieu

BEGRIPPENLIJST

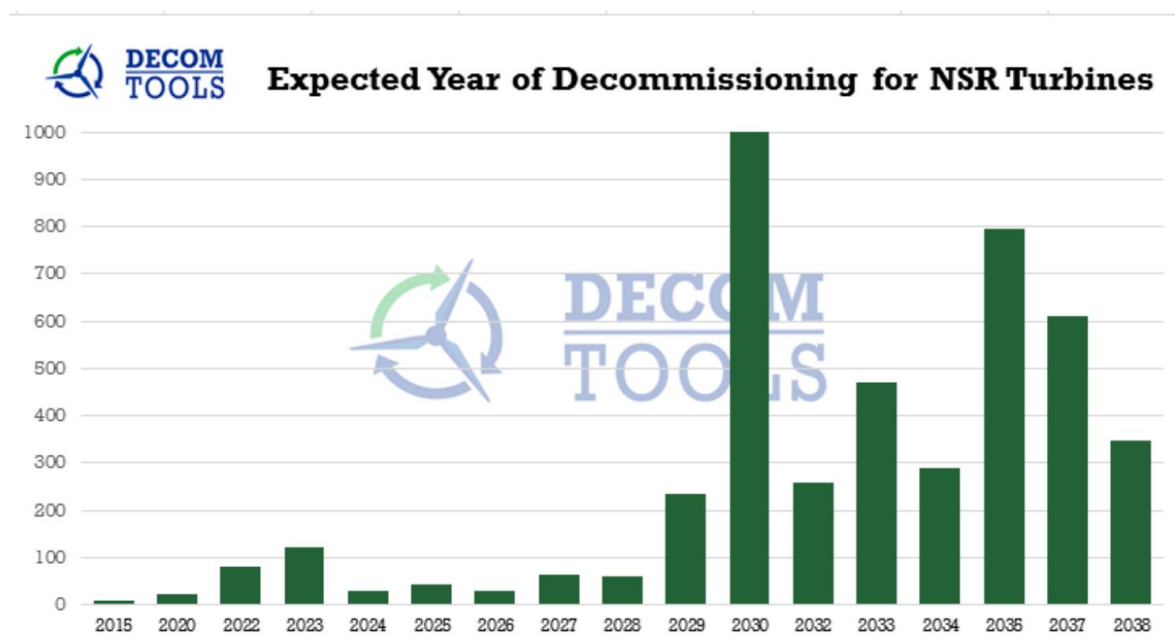
- **Afvalstof** - juridische definitie uit Richtlijn Afvalstoffen (2008/98/EG), art. 3.1:
elke stof of elk voorwerp waarvan de houder zich ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen;
- **Monopile** - definitie uit Wiktionary:
een fundering die bestaat uit een enkel structureel element met meestal een grote diameter dat de volledige belasting van een grote bovengrondse structuur draagt;
- **Ontmantelen** - acties aan het einde van de levensduur van infrastructuur;
- **Recycleren / recycling** - juridische definitie uit Richtlijn Afvalstoffen, art. 3.17”:
elke nuttige toepassing waardoor afvalstoffen opnieuw worden bewerkt tot producten, materialen of stoffen, voor het oorspronkelijke doel of voor een ander doel. Dit omvat het opnieuw bewerken van afval, maar het omvat niet energieteerugwinning, noch het opnieuw bewerken tot materialen die bestemd zijn om te worden gebruikt als brandstof of als opvulmateriaal;
- **Repoweren** - hergebruiken van de zone voor de productie van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen;
- **Refurbishen** - definitie uit het Interreg NSR project DecomTools – Beleidsaanbevelingen voor de ontmanteling van offshore en onshore windturbines in België:
het vervangen van bepaalde onderdelen van de windturbine zonder echter de externe kenmerken van de turbine te wijzigen. De levensduurverlenging van de windturbine gaat niet gepaard met werken, met uitzondering van de gebruikelijke onderhoudswerken;
- **Verontreiniging** - definitie uit Art. 3.4° Wet Marien Milieu 2022 & het OSPAR-verdrag:
het direct of indirect inbrengen in de zeebodem, de waterkolom en de atmosfeer van stoffen, materialen, energie, met inbegrip van onderwatergeluid, of uitheemse soorten, ten gevolge van menselijke activiteiten, waardoor schade optreedt of kan optreden.
Bv.
 - gevaar voor de gezondheid van de mens,
 - schade aan levende rijkdommen en mariene ecosystemen,
 - aantasting van de mogelijkheden tot recreatie,
 - hindering van ander rechtmatig gebruik van de zee.

INLEIDING

Windparken in de Noordzee zijn belangrijk voor onze energievoorziening. De eerste zone voor windturbines in het Belgisch deel van de Noordzee, ontwikkeld tussen 2008 en 2020, is goed voor een geïnstalleerd vermogen van 2,2 gigawatt. Gezien de grote uitdagingen op vlak van klimaatopwarming en energieomslag zal de energievoorziening vanop zee nog sterk toenemen.

Tegen 2028-2029¹ moeten de eerste windturbines, inclusief de interconnectoren naar het buitenland, verschijnen in een tweede zone voor hernieuwbare energie in het Belgisch deel van de Noordzee, de Prinses Elisabethzone, gedeeltelijk in Natura 2000-gebied. De doelstelling is om daar een bijkomend piekvermogen van minimum 3,15 en maximum 3,5 gigawatt te verkrijgen. Die doelstelling laat toe om het in het regeerakkoord vooropgestelde piekvermogen van 5,4 tot 5,8 gigawatt aan offshore windenergie te realiseren tegen uiterlijk 2030.

België behoort vanuit de haven van Oostende tot de wereldtop wat betreft de installatie en het uitbaten van offshore windparken. Het zal ook het eerste land zijn dat windturbines plaatst in natuurgebied op zee. Ondertussen komt de ontmanteling van de eerste generatie windturbines in zicht. Het belang van nauw overleg, zowel nationaal als internationaal, bij het ontmantelen van offshore windparken kan niet genoeg worden benadrukt.



Figuur 1 - Verwacht jaar van ontmanteling van windturbines in het Noordzeegebied (DecomTools - Interreg project - 2019)

De domeinconcessie van het allereerste Belgische offshore windpark, nl. C-Power, loopt af op 31 december 2034², maar kan nog 1 maal verlengd worden mits goedkeuring door de bevoegde administraties. Binnen het huidige wetgevende kader, moet de ontmanteling ten laatste gefinaliseerd zijn midden 2039.

¹ Uit: Publieke raadpleging 2023-02-28 - zie [FOD Economie](#).

² Uit: Publicatie Staatsblad 2014-01-27 - Milieuvergunning - Verlenging - [zie BMM](#).

Net zoals de installatie van de eerste offshore windparken pionierswerk was, zal ook de afbraak ervan dat zijn. Bovendien is ondertussen heel wat tijd verstreken sinds het opstarten en rijzen er heel wat vragen over dit gefaseerde ontmantelingsproces. Enerzijds volgen nieuwe technologieën zich razendsnel op en anderzijds evolueren de inzichten en de kennis rond de interactie tussen windparken en biodiversiteit.

Zowel naar technieken, benodigd materiaal, als naar kostprijs worden ondertussen heel wat nieuwe opties ontwikkeld die van nut zouden kunnen zijn bij de ontmanteling van een windpark. Er wordt vooral, maar niet alleen, verder gezocht naar oplossingen voor de end-of-life van de wieken en naar manieren om monopile funderingen in hun geheel uit de bodem te verwijderen. Ook naar het circulair en natuur-inclusief ontwerpen van windturbines wordt veel onderzoek gedaan.

Ook kan er, mits een wetswijziging, worden overwogen onderdelen van (enkele) windturbines te laten staan en deze een nieuwe bestemming te geven. De behouden constructies zouden bijvoorbeeld kunnen dienen voor waterstofwinning (in connectie met nieuwe windturbines), andere energietechnologieën (drijvende zonnepanelen, golf- of getijdenenergie) of aquacultuur. Vragen rond wenselijkheid en impact op het marien ecosysteem, veiligheid en verantwoordelijkheid moeten hiertoe eerst worden beantwoord.

Wat betreft biodiversiteit blijkt uit onderzoek³ dat in en rond de offshore windparken extra biodiversiteit onder water is ontstaan, het zogenaamde kunstmatige rif-effect⁴. De nieuwe harde substraten die offshore windparken leveren, worden begroeid door allerlei organismen. Dat kunstmatige rif ligt aan de basis van een heel rijke onderwaterfauna van ongewervelden waartoe verschillende vissoorten worden aangetrokken door de groeiende hoeveelheid voedsel. Ook sommige vogelsoorten, zoals sterns, en zeezoogdieren, zoals zeehonden, profiteren van het verrijkte voedselaanbod door het nieuw gecreëerde kunstmatig rif. Het kunstmatige rif-effect houdt een betekenisvolle verandering van het oorspronkelijk aanwezige ecosysteem in.

Voor meer achtergrondinformatie en een kernachtige contextschets van beleid, ruimtegebruik, milieu-impact, duurzaam gebruik en de socio-economische situatie van de Belgische offshore wind sector wordt verwezen naar de [thematikst Energie \(inclusief kabels en leidingen\) van het Compendium voor Kust en Zee](#).

³ Degraer, S., D.A. Carey, J.W.P. Coolen, Z.L. Hutchison, F. Kerckhof, B. Rumes & J. Vanaverbeke (2020). Offshore wind farm artificial reefs affect ecosystem structure and functioning: A synthesis. *Oceanography*, 33:48-57.

⁴ Artificieel of kunstmatig rif-effect duidt op het ecologische effect als direct en indirect gevolg van de introductie van infrastructuur, i.e. de funderingen en de erosiebeschermingslagen.

TRAJECT

“Welk traject legden we af?”

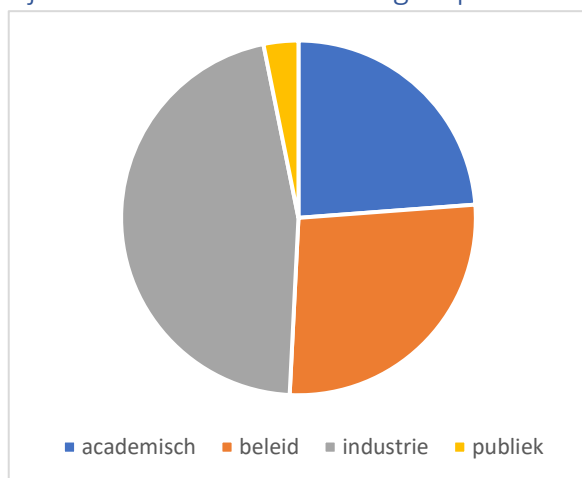
Kick-off

Om tot een zo breed mogelijk gedragen visie te komen rond het ontmantelen van offshore windparken in de Belgische Noordzee, werden belanghebbenden uit zowel de academische wereld, het beleid, de industrie als de publieke sector uitgenodigd. Een 120-tal geïnteresseerden meldden zich aan waarvan ongeveer 70 personen aanwezig waren op 18 oktober 2022 op de kick-off in Brugge van het stakeholdertraject rond ontmantelen van windparken. Tijdens de kick-off werd een eerste keer gepeild naar wat leeft onder de stakeholders door de opportuniteiten en bezorgdheden rond het ontmantelen van windparken te bevragen. Plan van aanpak en timing van dat traject werd toegelicht en bijgestuurd tijdens deze bijeenkomst (figuur 1).



Figuur 2 - Plan van aanpak & timing stakeholdertraject

Bijeenkomsten actieve werkgroep



In de vier daaropvolgende bijeenkomsten werkte een kleinere actieve werkgroep van een 40-tal personen hierop verder.

De deelnemers van deze werkgroep zijn ongeveer gelijk verdeeld tussen de academische wereld, het beleid en de industrie (figuur 2).

In totaal zijn 39 verschillende organisaties betrokken (bijlage 1). De publieke sector is (enkel) vertegenwoordigd door 4Sea, een coalitie van vijf Vlaamse natuurverenigingen.

Figuur 3 - Verdeling deelnemers actieve werkgroep rond ontmantelen offshore windparken

Tijdens elke bijeenkomst werd eerst gereflecteerd over de resultaten van het vorige overlegmoment en daarna in kleine groepen gedebatteerd over een volgende stap om ten slotte de nieuwe bevindingen plenair te bespreken. De resultaten kwamen in een tekst of tabel, en werden binnen de werkgroep rondgestuurd ter controle en ter vervollediging.

De verschillende onderwerpen die tijdens de bijeenkomsten werden aangepakt, zijn:

- Oplijsten (afgelopen en nog lopende) projecten rond ontmantelen
- Scherpstellen van het doel van het stakeholdertraject
- Beslissen over de relevantie om het ook te hebben over repoweren en/of recycleren
- Definiëren wat korte termijn en lange termijn betekent voor dit visierapport
- Nagaan van de verschillende ontmantelingsopties voor monopile funderingen
- Opportuniteiten en bezorgdheden naar boven halen en ordenen volgens thema
- Opties beoordelen per thema
- Opsporen van kennishiaten die bij de stakeholders naar boven komen
- Afwegen van belangrijkheid van de opportuniteiten en bezorgdheden binnen de thema's
- Nagaan van andere herbestemmingen als niet voor repowering zou worden gekozen
- Nagaan van eventuele verschillen bij ontmantelen van gravitaire⁵ en jacket funderingen
- Formuleren van adviezen aan de overheid
- Langetermijnvisie opstellen voor de nog te (her)bouwen windparken in de Oostelijke zone (als wordt geopteerd voor repoweren) en voor de toekomstige windparken in de Prinses Elisabethzone.

Uit de discussie tijdens de kick-off meeting bleek al snel dat ontmantelen niet los kan worden gezien van repowering. Repowering werd hier gedefinieerd als het hergebruik van de zone voor elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen en dus niet refurbishing of het hergebruik van de funderingen door er nieuwe palen (of masten) met gondel (nacelle) en wieken in te plaatsen. Ook andere herbestemmingen zoals de zones aanduiden als visgrond, natuurgebied, zandwinningszone, enz. kwamen aan bod.

Twee termijnen werden onderscheiden: de nabije toekomst en de verdere toekomst. In de nabije toekomst moet een visie worden gevormd over het ontmantelen van de huidige windparken in de Oostelijke zone. Anderzijds kunnen de nieuwe inzichten leiden tot suggesties voor de nog te (her)bouwen windparken en zo een impact hebben op het ontmantelen in de verdere toekomst.

⁵ Ook “gravity-based foundations” (GBF) genoemd.

“Waarover spreken we?”

1° Overzicht windparken in het Belgisch deel van de Noordzee

In de Belgische Noordzee werden drie types fundering gebruikt voor de huidige 399 windturbines (tabel 1) in de Oostelijke zone: zes gravitaire funderingen (of betonnen kegels gevuld met zand), 49 jacket funderingen (of metalen vakwerkstructuur op pin-piles verankerd in de zeebodem) en de 344 monopile funderingen (of stalen cilinders die rechtstreeks in de zeebodem worden verankerd; verder monopiles genoemd).

Tabel 1 - Overzicht windparken; info uit [rapport WinMon.BE 2022](#) & [website](#) van het Belgian Offshore Platform

Project	#	Capaciteit (MW)	Type fundering	Rotor diameter in m	Naaf hoogte in m LAT ⁶	Totale capaciteit in MW	Operationeel sinds	Diepte LAT ⁷ in m	Diameter	Afstand tot kust
Norther	44	8.4	monopile	164	107	370	2019	20-35	8-9 m	23
C-Power	phase 1	6	5	gravitair	126	94	325	2009	14-18	n.v.t.
	phase 2 & 3	48	6.2	jacket	126	94				2013
Rentel	42	7.4	monopile	154	106	309	2019	22-36	8 m	34
Northwind	72	3	monopile	90	72	216	2014	16-29	6-7 m	37
SeaMade = Mermaid + Seastar	58	8.4	monopile	167	109	487	2020	24,4 - 39,5	8,3	54
								22-38		40
Belwind	phase 1	55	3.1	monopile	90	72	171	2011	15-37	4,3
	Alstom Demo	1	6	jacket	150	100				2013
Nobelwind	50	3.3	monopile	90	72	165	2017	26-38	6-7	47
Northwester 2	23	9.5	monopile	164	106	219	2020	25-40	8-9	51

2° Eerdere initiatieven relevant voor offshore ontmantelen

Het interdisciplinaire onderzoeksproject [SeeOff](#) (01/11/2018 - 30/04/2022), onder leiding van de Hogeschool Bremen, resulteerde in een handboek over randvoorwaarden, technologie, logistiek, processen, scenario's en duurzaamheid van de ontmanteling van offshore windparken.

In november 2020 publiceerde WindEurope een document met richtlijnen voor de onshore industrie [Decommissioning of Onshore Wind Turbines – Industry Guidance Document](#) met ook voor de offshore industrie interessante informatie.

⁶ LAT = laagste astronomische tij.

⁷ diepte LAT is de minimale verticale afstand tussen het zeeoppervlak en de zeebodem op het laagste punt van het getijde.

[“DecomTools”](#) (Interreg North Sea Region project)” (01/08/2018-31/01/2023) waarin zowel POM West-Vlaanderen als Haven Oostende partner zijn, ging op zoek naar nieuwe processen en tools op vlak van logistiek, scheepsdesign, veiligheid en up- en recycling. Het resulteerde in een eerste aanzet, zowel qua beleidsaanbevelingen als qua ontwikkeling van concepten en tools voor de sector.

Wat betreft de impact van offshore windparken op de biodiversiteit in Belgische wateren bevatten de [WinMon.BE rapporten](#) en de bijhorende website over de monitoring van windparken veel informatie, ook relevant in het ontmantelingsverhaal. Daarnaast leverde het [EDEN2000-onderzoek](#), “*Exploring options for a nature-proof Development of offshore wind farms inside a Natura 2000 area*”, via 25 studies een belangrijke bijdrage aan het opvullen van verschillende hiaten in de wetenschappelijke kennis met betrekking tot de impact van offshore windparken op de biodiversiteit, dewelke gedeeltelijk relevant kunnen zijn voor het ontmantelingsverhaal.

In februari 2023 kwam het bericht dat het bedrijf [VESTAS](#) een oplossing vond voor de momenteel niet recycleerbare 10-15% van de bestaande windturbines dankzij het [CETEC](#) (*Circular Economy for Thermosets Epoxy Composites*) project. Volgens dit pilootproject is het binnen drie jaar mogelijk om de composieten [op te werken tot herbruikbare vezels en gerecycleerde epoxy](#) met dezelfde kwaliteit als nieuwe composieten, o.a. door thermosolvolyse.

Hieronder worden een aantal onderzoeken opgesomd die inzetten op het ontwikkelen van technieken om de monopiles volledig te verwijderen. Ook al staan die nog niet op punt om op grote schaal de grotere en dieper geplaatste offshore windturbines aan te pakken, toch blijkt hieruit dat de eerste stappen al zijn gezet.

- [Cape Holland vibrohammer](#)
 - o Getest op een kleinere monopile van Amalia Wind Farm in Nederland, die al drie jaar de ruwe omstandigheden van de Noordzee had ondergaan.
- [Dieseko vibrohammer](#)
 - o Deze referentie gaat over relatief kleine palen met een “kleine” vibrohammer.
 - o Intussen werd een nieuwe vier keer grotere installatie gebouwd bij het bedrijf De Meyer uit België.
- [IQIP Blue Hammer](#)
 - o Blue Hammer is een kleine startup die dit uniek concept van heihamer heeft ontwikkeld. Bij het testen van de heihamer werd verschillende keren een paal geplaatst en er nadien weer uitgehaald. Voor het verwijderen van de paal werd een nieuwe techniek ontwikkeld: de paal wordt bovenaan hermetisch afgesloten, opgevuld met water en dan door extra druk te zetten op het water uit de grond geduwd.

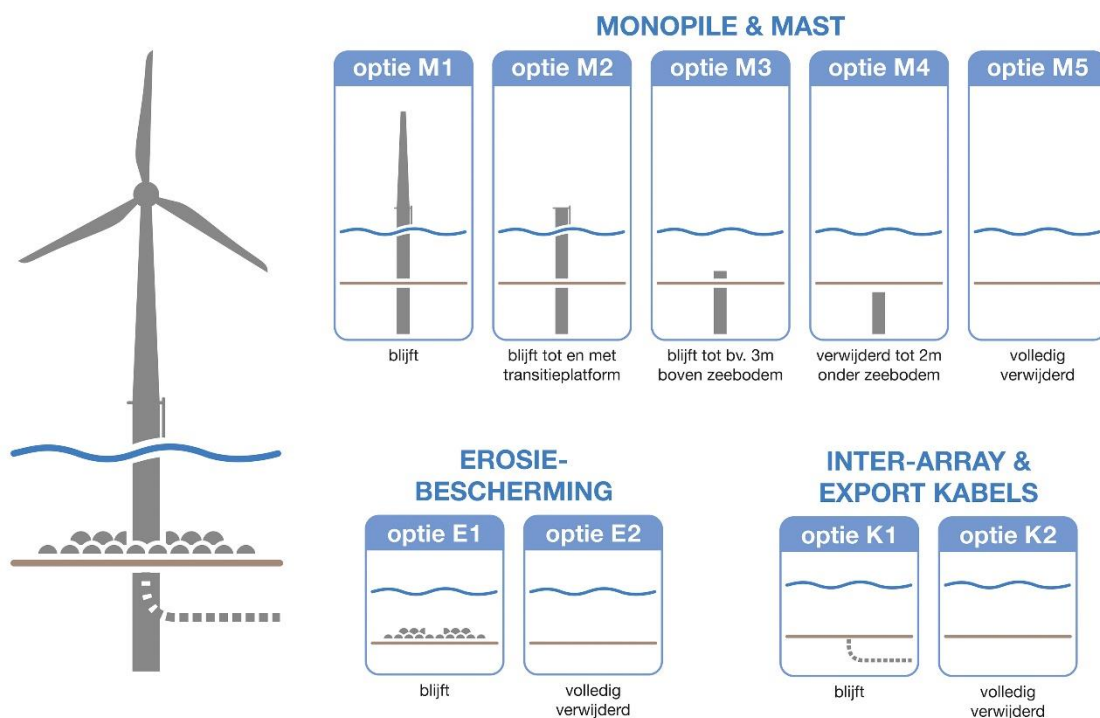
Een overzicht van nog lopende en geplande initiatieven rond offshore ontmantelen staat in bijlage 2.

3° Ontmantelingsopties

Om de infrastructuur van offshore windparken te ontmantelen zijn er verschillende opties; dit zowel voor de funderingen, de erosiebeschermingslagen als voor de kabels. De funderingen kunnen zowel volledig als gedeeltelijk worden verwijderd of volledig ter plaatse blijven. De erosiebeschermingslagen en de kabels kunnen worden verwijderd of ter plaatse blijven.

Omdat de meerderheid van de windturbines in het Belgisch deel van de Noordzee op monopiles staan, werd eerst dieper ingegaan op het ontmantelen van monopiles, daarna werd nagegaan of en hoe verschillend dit is voor de andere types van funderingen.

De opties bij het ontmantelen van de monopiles, de erosiebescherming⁸ en de kabels werden bewust elk apart geëvalueerd. Op die manier is de flexibiliteit maximaal om een scenario voor ontmantelen te kiezen door de verschillende opties te combineren.



Figuur 4 - Opties voor ontmantelen van monopiles

⁸ Ook *scour protection* genoemd; bestaat in de Belgische Noordzee uit steenbestorting.

Welke opties staan bij ontmanteling vermeld in de milieuvergunning?

In elke milieuvergunning, “ministerieel besluit tot machtiging voor de bouw en een vergunning voor de exploitatie” genoemd, staan (voor de verschillende windparken ongeveer in dezelfde bewoordingen) de volgende bepalingen inzake ontmanteling:

“De houder is verplicht de site in zijn oorspronkelijke staat te herstellen, overeenkomstig artikel 30 van het KB VEMA tenzij, na overleg tussen de bevoegde administraties en de houder op advies van het bestuur, er anders over besloten wordt door de minister. Ten laatste een jaar voor de voorziene ontmanteling moet het herstelplan voorgelegd worden aan het bestuur.”

“De houder is verplicht de gebruiksvoorwaarden na te komen zoals vermeld in bijlage I van dit besluit, overeenkomstig artikel 26 van het KB VEMA.”

Artikel 26 KB VEMA (Koninklijk besluit van 7 september 2003 houdende de procedure tot vergunning en machtiging van bepaalde activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België) stelt *“De minister kan aan het gebruik van de vergunning of machtiging alle gebruiksvoorwaarden verbinden die hij nuttig acht ter bescherming van het mariene milieu.”*

Artikel 30 KB VEMA stelt: *“De minister kan voorwaarden opleggen die bij het einde van de activiteit nagekomen moeten worden.”*

Bij de gebruiksvoorwaarden staat in elke milieuvergunning, in ongeveer dezelfde bewoordingen:

“...

Bij het verlopen van de vergunning/en of machtiging of het stopzetten van de activiteit dienen de bevoegde administraties door de houder op de hoogte te worden gebracht van hun intenties en voorstellen. De houder dient de nodige financiële middelen te voorzien om na de exploitatiefase de kabels te verwijderen en de site (inclusief eventueel verwijderen van de meetmast en transformatorplatformen en erosiebescherming) maximaal terug in zijn oorspronkelijke staat te herstellen.

...

De masten moeten tot op 2 meter onder de zeebodem worden afgezaagd. Niettemin dient rekening gehouden te worden met de erosie in het gebied. Indien het bestuur oordeelt dat de palen tot op een grotere afstand dan hier vermeld dienen te worden afgezaagd, om rekening te houden met de heersende erosie, dan behoudt het bestuur het recht om hieromtrent andere normen aan de minister voor te stellen.

De kabels dienen volledig uitgegraven/verwijderd te worden. Indien het gebruik van de kabels wordt verlengd, door de houder of ieder andere gebruiker, dient deze verlenging het onderwerp uit te maken van een nieuwe aanvraag conform de wet en haar uitvoeringsbesluiten.

...”

4° Mogelijkheden en bezorgdheden

De opportuniteiten en bezorgdheden die naar boven kwamen rond het ontmantelen van windparken in het Belgisch deel van de Noordzee konden worden samengebracht onder verschillende thema's:

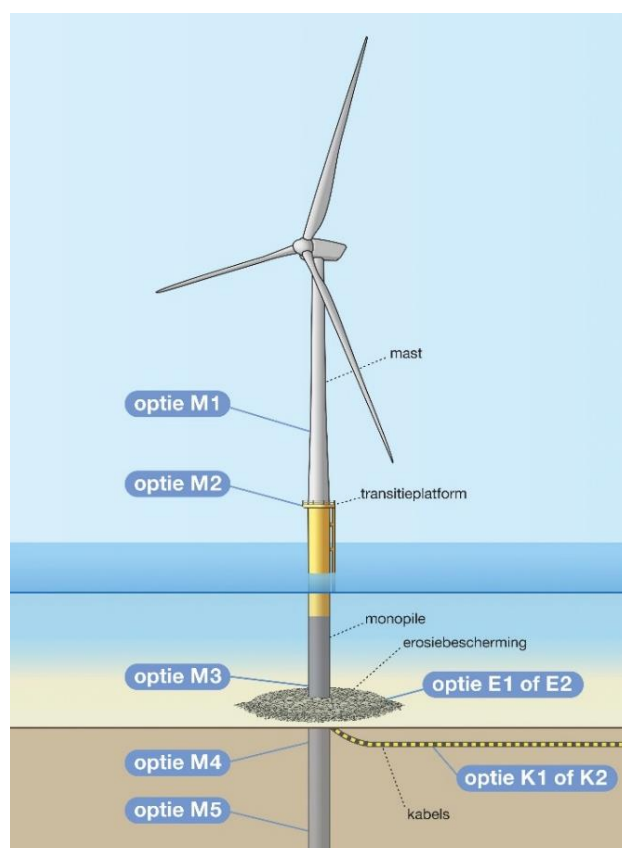
- Natuurbehoud en -herstel
- Vervuiling
- Circulariteit (verminder, hergebruik, recycleer)
- Financieel aspect
- Veiligheid
- Toekomstig gebruik
(repowering, aquacultuur, visserij, toerisme, onderzoek en testlocatie, zandwinning, marien reservaat)
- Bestuurlijk/juridisch aspect

Voor de evaluatie van de verschillende ontmantelingsopties werden de thema's natuurbehoud en -herstel, vervuiling, circulariteit, financieel aspect en veiligheid als uitgangspunt genomen. Elk thema omvat verschillende elementen, dewelke de leidraad vormden om de verschillende ontmantelingsopties één voor één te beoordelen. Het resultaat van deze oefening vormde de basis om te komen tot het voorgestelde voorkeursscenario.

BEOORDELING

“Welk scenario van ontmantelen van de huidige windparken in het Belgisch deel van de Noordzee, heeft de voorkeur?”

BEOORDELING ONTMANTELEN MONOPILE FUNDERING



Figuur 5 - Onderdelen monopile en opties voor ontmantelen

NATUURBEHOUD EN -HERSTEL

Oorspronkelijke natuur

De oorspronkelijke natuur in de Oostelijke windparkzone omvat een ecosysteem in hoofdzaak gekoppeld aan dynamische zandbanken. De benthische biodiversiteit is aangepast aan het leven in, op en boven permeabele, medium- tot grofzandige sedimenten gestructureerd door zandduinen en zandribbels (Van Hoey *et al.*, 2004⁹; Breine *et al.*, 2018¹⁰).

⁹ Van Hoey, G., Degraer, S. & Vincx, (2004). Macrobenthic communities of soft-bottom sediments at the Belgian Continental Shelf. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 59: p. 601-615.

¹⁰ Breine, N. T., De Backer, A., Van Colen, C., Moens, T., Hostens, K. & Van Hoey, G. (2018). Structural and functional diversity of soft-bottom macrobenthic communities in the Southern North Sea, *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 214: p. 173-184.

Offshore windparken leiden tot habitatverlies en habitatverstoring van de oorspronkelijke natuur. Habitatverlies is gekoppeld aan de ruimte ingenomen door de infrastructuur en is beperkt tot de voetafdruk en de onmiddellijke (meter schaal) omgeving van deze infrastructuur. Habitatverstoring is gekoppeld aan de fysische en biologische wijzigingen als gevolg van het artificieel rif-effect.

De door de windparken ingebrachte artificiële structuren op de zeebodem en doorheen de waterkolom wijzigen het hydrodynamische klimaat binnen het windpark. Hierdoor treden wijzigingen -vergroving en verfijning- op in de sedimentsamenstelling. Deze wijzigingen zijn vooral merkbaar in de onmiddellijke omgeving (tientallen meter schaal) van de funderingen en erosiebeschermingslagen.

De sedimentsamenstelling wordt verder gewijzigd als gevolg van de activiteit van de fauna die leeft op de funderingen en de erosiebescherming. Deze fauna filtert voedingsstoffen uit de waterkolom en gebruikt deze voor groei en reproductie. Afvalstoffen worden uitgescheiden als faecale pellets die naar de zeebodem zakken en de oorspronkelijke sedimenten verfijnen en verrijken met organisch materiaal. Deze verfijning en organische aanrijking worden geobserveerd tot tientallen meter van de turbines en erosiebeschermingslagen (Coates *et al.*, 2014¹¹) en er zijn aanwijzingen dat deze zich uitstrekken doorheen de volledige windparken en enkele kilometer daar buiten (Ivanov *et al.*, 2021¹²). Deze wijzigingen in de habitat vertalen zich door naar een veranderende benthische fauna. Voor meer informatie: zie [FaCE-It](#), [PERSUADE](#).

DUS, voor de oorspronkelijke natuur is volledige ontmanteling best omdat zo een herstel van de oorspronkelijke hydrodynamische condities en het oorspronkelijk aanwezige sediment met de daarmee geassocieerde fauna worden verwacht.

Wanneer wordt gekozen voor repowering, waarbij de zone opnieuw wordt bezet door verschillende structuren, zullen langdurige hydrodynamische verandering en habitatverlies en -verstoring opnieuw plaats vinden. Dit is een reden te meer om best zoveel mogelijk structuren weg te nemen zodat het negatieve effect op de oorspronkelijke en na te streven natuur minimaal blijft.

Het natuurlijk zacht substraat zal bij volledige verwijdering van de infrastructuur wel lokaal worden verstoord. De fauna kenmerkend voor dergelijke dynamische ecosystemen herstelt zich evenwel snel. Hierdoor wordt verwacht dat de impact al op korte termijn (enkele jaren schaal) niet meer detecteerbaar zal zijn. De koolstofopslag in de sedimenten zal in dat geval ook lokaal teniet worden gedaan.

DUS, de oorspronkelijke fauna herstelt zich snel na een korte, één maal in 25-30 jaar voorkomende en plaatselijke verstoring tijdens het ontmantelen.

¹¹ Coates, D. A., Deschutter, Y., Vincx, M., Vanaverbeke, J. (2014). Enrichment and shifts in macrobenthic assemblages in an offshore wind farm area in the Belgian part of the North Sea, *Marine Environmental Research*, Volume 95, 2014, p. 1-12,

¹² Ivanov, E., Capet, A., De Borger, E., Degraer, S., Delhez, E.J.M., Soetaert, K., Vanaverbeke, J., Grégoire, M. (2021). Offshore wind farm footprint on organic and mineral particle flux to the bottom. *Frontiers in Marine Science*.

De indirecte effecten die ontstaan door het verhinderen van bepaald medegebruik zouden dan weer een reden kunnen zijn om delen van structuren boven de bodem te behouden. De aanwezigheid van de structuren zal namelijk, mits enkele restrictieve randvoorwaarden (zoals afstand tussen de turbines en locaties van windturbines, erosiebeschermingslagen en kabels), een aantal andere activiteiten uitsluiten, zoals zandwinning en bodemberoerende visserij. De uitsluiting van bodemberoerende activiteiten biedt kansen om de oorspronkelijke biodiversiteit van dynamische zandbanken te behouden, te beschermen en te herstellen waar de habitat niet is verloren of verstoord. Een blijvende uitsluiting van bodemberoerende activiteiten zal er verder voor zorgen dat de koolstofopslag o.a. gekoppeld aan de organische aanrijking als gevolg van het artificieel rif-effect (Heinatz & Scheffold, 2023¹³) wordt behouden. Maar activiteiten toelaten of niet kan beter een beleidskeuze zijn die gevat wordt in regelgeving en kan geen reden zijn op zich om structuren te plaatsen en/of achter te laten.

Bij het repoweren van de zone zullen de restricties met betrekking tot bodemberoerende activiteiten (al dan niet per onmiddellijk) evenwel verder worden behouden, waardoor de positieve impact van deze uitsluiting op fauna en koolstofopslag doorheen de volledige windparken zich ook dan zal manifesteren.

Nieuwe natuur

Biodiversiteit ontstaan door de aanwezigheid van de windparken wordt beschouwd als nieuwe natuur en is in hoofdzaak direct of indirect gekoppeld aan het artificiële rif-effect.

Op de windturbines en de erosiebeschermingslaag errond vindt men als nieuwe natuur voornamelijk zeer algemeen voorkomende soorten terug, zoals mossel *Mytilus edulis*, zee-anjelier *Metridium senile* en het vlokreeftje *Jassa herdmani* (Degraer *et al.*, 2020). Deze dragen weinig bij aan de intrinsieke natuurwaarde, zoals vastgelegd in internationale en Europese conventies en richtlijnen (Habitat- en Vogel Richtlijnen, Europese Natuurherstelwet 'in voorbereiding', beschermingsstatus ...) én zoals wordt nagestreefd in de [huidige federale beleidsvisie](#) over behoud, bescherming en herstel van mariene natuur.

Deze zeer algemeen voorkomende soorten vormen een belangrijke voedselbron voor hogere trofische niveaus, o.a. (commercieel belangrijke) soorten zoals kabeljauw *Gadus morhua* en pladijs *Pleuronectes platessa*, die in hogere aantallen nabij de windturbines aanwezig blijken te zijn (Mavraki, 2020; Buyse, 2023). Het feit dat in de windparken meer schuilmogelijkheden zijn, speelt zeker ook een rol in deze hogere aantallen. Het is bovendien nog niet bewezen of deze lokale positieve effecten zich ook vertalen in het niveau van de populatiedynamiek van deze soorten op een grotere geografische schaal en over een langere tijdsperiode.

Vaak wordt ook gedacht aan windparken als broedkamer. Kleine kabeljauwen (0-jarigen) werden waargenomen nabij de windturbines (niet gepubliceerde data, Jan Reubens), maar de relatieve waarde als kraamkamer kan nog niet worden ingeschat. Het kan nog steeds even goed gaan over een aantal individuen dat in de windparken een habitat vindt terwijl de grote meerderheid van juveniele kabeljauwen zich buiten de windparken bevindt.

¹³ Heinatz, K. & Scheffold, M. I. E. (2023). A first estimate of the effect of offshore wind farms on sedimentary organic carbon stocks in the Southern North Sea. *Frontiers in Marine Science*, 16 January 2023, Sec. Global Change and the Future Ocean, Volume 9 - 2022 | <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1068967>,

Deze meerwaarden zijn gekoppeld aan de ecosysteemdiensten ‘voedselvoorziening’ en ‘waterkwaliteit’, eerder dan aan de intrinsieke meerwaarde voor de natuur en de biodiversiteit.

De connectiviteit in de zuidelijke Noordzee, gekenmerkt door sterke stromingen, is zeer hoog. Alle studies die al uitgevoerd werden naar bv. mosselen *Mytilus edulis* en de schaalhoorn *Patella vulgata* (De Mesel *et al.*, niet-gepubliceerde data, Coolen *et al.*, 2020) geven duidelijk aan dat de zuidelijke Noordzee goed geconnecteerd is gezien de larven van deze soorten grote afstanden (tot meer dan honderd kilometer) kunnen afleggen. De gekozen ontmantelingsoptie zal bijgevolg een verwaarloosbaar effect hebben op het zogenaamde stapsteeneffect.

De effecten gekoppeld aan het lokaal verhoogde voedselaanbod en extra habitat, schuil- en rustmogelijkheden manifesteren zich al enkele maanden tot jaren na de bouw van het windpark (Degraer *et al.*, 2020). Bij ontmantelen in de context van repowering zal het hard substraat opnieuw worden aangeboden waardoor die extra habitat, schuil- en rustmogelijkheden zich heel snel zullen herstellen. Bovendien ondergaan niet alle windparken tegelijk ontmanteling en repowering waardoor er in de buurt telkens vervanging zal komen van het aangeboden artificieel substraat.

Mocht voor de nieuwe natuur inderdaad een langetermijneffect op grotere geografische schaal blijken op niveau van voedselvoorziening, dan lijkt het erop dat bij ontmantelen best zoveel mogelijk structuren blijven staan.

Alleen is de meerwaarde van de nieuwe natuur niet deze waarnaar binnen natuurbehoud wordt gestreefd. Bovendien zal niet alles in één keer worden ontmanteld en zal bij repowering de nieuwe natuur omwille van de hoge connectiviteit zich snel opnieuw ontwikkelen.

DUS is voor de nieuwe natuur het positieve effect van het laten liggen van het hard substraat minimaal verschillend dan wanneer daarna met windturbines wordt gerepowerd. Hoe dan ook weegt dit eventuele voordeel niet op tegen de vele nadelen op andere vlakken, die in de hoofdstukken hierna nog worden beschreven.

Windparken faciliteren als nieuwe natuur ook ongewenste niet-inheemse soorten. Deze niet-inheemse soorten komen voornamelijk voor op harde substraten in de intergetijdenzone (Kerckhof *et al.*, 2016¹⁴). Aangezien intertidale harde substraten habitats in het offshore gebied van nature afwezig zijn in het Belgisch deel van de Noordzee en bij uitbreiding in de zuidelijke Noordzee, is het risico op verstoring van de natuurlijke processen door deze soorten verwaarloosbaar. Veel van deze soorten zijn ook gekend van o.a. aangelegde havenmuren, strandhoofden en offshore platformen.

Subtidaal komen in het offshore gebied ook een aantal niet-inheemse soorten voor, maar dat zijn er heel wat minder. Deze worden gevonden op scheepswrakken, op grindbedden en op andere natuurlijke en niet-natuurlijke harde substraten. Gezien deze soorten al wijdverbreid zijn, dragen windparken weinig bij aan het risico op invasiviteit.

¹⁴ Kerckhof, F., De Mesel, I., Degraer, S. (2016). Do wind farms favour introduced hard substrata species?, in: Degraer, S. *et al.* (Ed.) *Environmental impacts of offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Environmental impact monitoring reloaded*. pp. 61-75

DUS, het risico op een bijdrage aan de verdere proliferatie van de invasiviteit door niet-inheemse soorten bij het laten liggen en staan van de artificiële harde substraten wordt als laag ingeschat. Voor een absoluut 0-risico moeten de structuren evenwel worden verwijderd.

Let wel, de gemaakte beoordeling is heel specifiek voor de huidige windparken in het Belgisch deel van de Noordzee (= Oostelijke zone), die in hoofdzaak (90-95%) werden gebouwd op dynamische zandgrondgebieden. Deze beoordeling gaat bijgevolg niet één-op-één op voor de Prinses Elisabethzone, die deels in waardevol Natura 2000 Habitatrichtlijngebied ligt en waar er van nature wel harde substraten voorkomen (zie verder).

ONTBREKENDE KENNIS - BIODIVERSITEIT

- Meerwaarde nieuwe natuur voor de biodiversiteit en de visbestanden op grote ruimtelijke schaal en op lange termijn
- Kraamkamerfunctie van de windparken voor vissen
- Stapsteenfunctie voor inheemse en niet-inheemse soorten
- Impact op functioneren van het ecosysteem en de geleverde ecosystemendiensten, waaronder eventuele koolstofopslag
- Tegengaan eutrofiëring als gevolg van suspensievoeders op palen
- Exacte duur van de milieueffecten van ontmantelen

VERVUILING

Hoewel het op het eerste gezicht mogelijk lijkt om bepaalde vormen van vervuiling op korte termijn te voorkomen door windturbines te laten staan, kan dit op lange termijn eventueel tot meer vervuiling leiden. Het per direct weghalen van de infrastructuur zal evenwel op korte termijn extra fysieke vervuiling veroorzaken, maar het garandeert het vermijden van vervuiling op lange termijn.

Uitloging

Het voorkomen of beperken van uitloging dient de hoogste aandacht te krijgen. Dit gaat over metalen uit de kabels of uit de palen zelf, uit de verven, etc. en dat van zodra wordt geopteerd om (delen van) de funderingen te laten staan en/of kabels te laten liggen. Het is belangrijk situaties te vermijden waarbij een eventuele verontreiniging permanent moet worden opgevolgd en structurele oplossingen voor het probleem niet voor de hand liggen.

Paintflakes

De verwerking van de coating van de funderingen leidt tot de afgifte van *paintflakes* met mogelijks negatieve gevolgen in het mariene ecosysteem. Dit wordt momenteel onderzocht in het [project ANEMOI](#). Het laten staan van de funderingen zal leiden tot een langere afgifte van *paintflakes* dan wanneer de funderingen worden weggehaald. Ook wanneer een deel van de fundering wordt afgezaagd, komen er vervuilende '*paintflakes*' vrij in het ecosysteem. Daardoor lijkt de optie om de monopile geheel te verwijderen te verkiezen boven het afzagen boven of onder de zeebodem.

Calamiteiten

Als er structuren achterblijven, zowel boven het wateroppervlak of boven de zeebodem, verhoogt dat het risico op calamiteiten. Zeker bij extra scheepvaart tijdens het ontmantelen en bij het repoweren is het risico op aanvaren hoger. Afhankelijk van het soort calamiteit kan de daarmee gepaard gaande vervuiling variëren van verwaarloosbaar tot heel ernstig.

Achtergelaten materiaal

Los van het uitlogen en storend effect, is het achterlaten van kabels en delen van monopiles hoe dan ook geen optie. Zodra materiaal niet meer in gebruik is, wordt dit juridisch gezien als 'afval achterlaten' beschouwd en moet het als dusdanig worden behandeld.

Kabels zitten meestal ondergronds en worden dus dikwijls onvoldoende "gezien". Het blijven menselijk geïntroduceerde structuren die vroeg of laat weggehaald zullen moeten worden, bv. omdat ze in de weg liggen bij nieuwe infrastructuurwerken, bij zandwinning of omdat de componenten herbruikbaar zijn in een nabije of verre toekomst.

Geluidshinder

Bij het afbreken van infrastructuur is de hoeveelheid en totale duur van onderwatergeluid een bezorgdheid. Vooral impulsief geluid heeft negatieve effecten, bv. op zeezoogdieren zoals bruinvissen die algemeen voorkomen in Belgische wateren (Haelters *et al.*, 2011). In tegenstelling tot bij de bouw van een windpark wordt bij het verwijderen van de infrastructuur -voor zover nu al gekend- geen impulsief geluid geproduceerd. Toch kan een negatief effect van niet-impulsief geluid niet worden uitgesloten.

Het geluid houdt niet op na het ontmantelen aangezien daarna ook nog geluid wordt geproduceerd bij het repoweren. De ontmantelingsfase en een nieuwe installatiefase vormen daardoor één lange periode van geluidslast.

Sedimentpluim

Bij het verwijderen van infrastructuur die zich in de bodem bevindt, ontstaat onvermijdelijk een sedimentpluim doordat de bodem wordt beroerd. De omvang van de sedimentpluim zal afhangen van het moment waarop deze zich voordoet. De mate van impact van bodemverstoring bij bv. het verwijderen van een volledige monopile is afhankelijk van de gebruikte techniek. Ondanks het feit dat de technieken voor volledige verwijdering nog in ontwikkeling zijn, wordt verwacht dat de impact eerder tijdelijk en voornamelijk op lokaal niveau merkbaar zal zijn. Vanwege het dynamische karakter van het zandbanecosysteem in de huidige windparken in de Oostelijke zone zal de impact aanvaardbaar zijn. In de toekomstige windparkzone, de Prinses Elisabeth-zone, waar van nature hard substraat aanwezig is, zal een sedimentpluim veel meer impact hebben en wordt ze best vermeden.

Corrosie

Corrosie van (het overgebleven deel van) de monopile zal blijven plaats vinden, ook in het sediment. Hoewel het bekend is dat corrosie van metalen een ecologisch effect hebben, vergelijkbaar met deze van scheepswrakken, is de precieze impact niet bekend.

Carbon footprint

De carbon footprint tijdens het ontmantelen moet zo laag mogelijk worden gehouden, maar kan desnoods worden gecompenseerd. Mogelijks varen schepen tegen de tijd van ontmanteling al op hernieuwbare energie, wat de footprint aanzienlijk kan verminderen. Daardoor is het moeilijk de impact van de verschillende opties te vergelijken.

Visuele hinder

Het beoordelen van visuele vervuiling is niet van belang, aangezien de kans tot repowering met nieuwe windturbines groot is. In dat geval zal het uitzicht vrijwel gelijkaardig blijven.

ONTBREKENDE KENNIS - VERVUILING

- Vrijkomen ongezonde 'paintflakes' bij (gedeeltelijk) afzagen > momenteel onderzocht in ANEMOI project.
- Toepasbaarheid technieken voor volledige verwijdering monopiles, op grotere monopiles die al langer ter plaatse staan.
- Geluidshinder per verwijderingstechniek; totale geluidshinder.
- Negatief effect van niet-impulsief geluid op zeeorganismen.
- Doorgedreven vermindering van geluidproductie bij het wegnemen van de funderingen.
- Precieze mate en impact van corrosie wanneer een deel van de monopile achter blijft, zowel boven water als in het sediment. Opmerking: info corrosie scheepswrakken toepasbaar op deel monopile?
- Streven naar zo laag mogelijke carbon footprint

- CO₂-impact van verschillende werkzaamheden; totale levenscyclusanalyse.
- Baggervolume binnenin en buiten de paal, en voor het wegnemen van de erosiebescherming en de kabels.
- Al dan niet gebruik van geotextiel (bv. bij aanlanding kabels aan kust en/of bij kruising van kabels) om gevaar op vrijkomen van microplastics bij verwijdering in te schatten.
- Mate en snelheid van uitloggen metalen uit kabels.
- Hoeveelheid vrijgekomen "grouting" gedurende de verwijdering (maar ook gedurende de volledige operationele fase).

Grouting is de verbinding met een geïnjecteerde cement laag ter hoogte van het transitiestuk om de belastingen van de turbinetoren over te brengen op de stabielere monopile fundering van de turbine.

CIRCULARITEIT

Geopolitiek

Vanuit de Europese Commissie komen steeds vaker signalen dat Europa zelfvoorzienend moet worden, ook op vlak van grondstoffen en materialen. Dit kan enkel worden gerealiseerd door de materialen waarover we al beschikken zo lang mogelijk te blijven gebruiken en hergebruiken, en dus zeker geen materialen onbenut op zee achter te laten.

Druk op lokaal afvalbeheer

Voor 90% van de beter recycleerbare materialen, waaronder metaal, is een hoge maar beheersbare druk op het lokale afvalbeheer te verwachten omwille van capaciteiten die niet altijd lokaal beschikbaar zijn en de daaraan gekoppelde logistieke problemen (zie ook 'Verwerkingscapaciteit').

Voor de 10% moeilijker recycleerbare materialen, voornamelijk wieken maar ook kabels, batterijen en permanente magneten, is er een heel hoge druk omwille van onzekerheden over de te gebruiken technologie, beschikbare capaciteit en mogelijke afzetkanalen van het gerecycleerde materiaal, boven op de druk die verband houdt met logistieke problemen.

De druk op het lokale afvalbeheer (en de huidige verwerkingscapaciteit) werd duidelijk in kaart gebracht in het DecomTools project.

Verwerkingscapaciteit

Metalen en beton

Voor metalen en beton, de belangrijkste materiaalstromen bij de ontmanteling van respectievelijk monopiles en gravitaire funderingen in offshore windparken, zijn er in België voldoende verwerkingsmogelijkheden beschikbaar. Hoewel kleinere lokale bedrijven soms tijdelijk met opstapeling te maken kunnen krijgen, beschikken de grotere spelers, zoals schrootbedrijven in de zeehavens van Oostende en Gent, en brekers die instaan voor de verwerking van betonpuin van grote bouwplaatsen, over voldoende verwerkingscapaciteit. Om ervoor te zorgen dat deze materialen vlot worden doorgestuurd naar recyclagebedrijven, zijn de juiste randvoorwaarden (zoals locatie, maritieme toegang, kade- en terreinsterkte, oppervlakte en ontsluiting) voor potentiële havenlocaties en een efficiënte logistieke organisatie nodig. Het kan echter interessant zijn om meer verwerkingscapaciteit in de buurt van de ontmantelingshaven te voorzien om de logistieke kosten te verlagen.

Betonrecyclaten afkomstig van de offshore windparken zullen mogelijks met de nodige voorzichtigheid moeten worden ingezet in nieuwe toepassingen. De langdurige inwerking van zout zeewater op het materiaal zal dit materiaal mogelijk ongeschikt maken voor gewapend beton toepassingen.

Offshore kabels

In België is recyclagecapaciteit voorhanden voor de recyclage van grondkabels, maar voorlopig is nog niet helemaal duidelijk of deze installaties ook allemaal technisch in staat zijn om offshore kabels te verwerken en/of de vergunde capaciteit zal volstaan om dit extra volume te verwerken. Net als voor de andere materiaalstromen zal ook voor de kabels moeten bekeken worden of er omwille van logistieke redenen nood is aan meer lokale recyclagecapaciteit.

Permanente magneten

Voor de verwerking van permanente magneten, die zeldzame aardmetalen of *REE*¹⁵ bevatten, zijn er ook nog veel onduidelijkheden. Verwerking van dit materiaal kan in principe in de metallurgie, maar er is slechts weinig bekend over bedrijven in de EU die dit al doen. In België is alvast met zekerheid één metallurgisch bedrijf (Umicore) vergund voor terugwinning van *REE* uit magneten, maar het is voorlopig nog onduidelijk of het bedrijf dit ook al effectief of op grote schaal doet.

Wieken

De verwerking van wieken bestond tot nu toe voornamelijk uit vermaling en verdere inzet als vulstof in bouwproducten of, in de cementindustrie voor energierecuperatie en als bron van mineraal materiaal voor cement; alles bij elkaar geen aantrekkelijke bestemmingen. Bovendien moet zeker worden opgelet met het inzetten van de vulstof in bouwmaterialen omwille van potentiële latere problemen bij de recyclage van die materialen zoals onder meer door het vrijstellen van microplastics

¹⁵ *REE* = *Rare Earth Elements* = zeldzame aardelementen die in verschillende industriële toepassingen worden gebruikt vanwege hun unieke magnetische, optische en chemische eigenschappen.

en fijne vezels tijdens het breken. Net als bij de fijne minerale vezels van de asbestproblematiek is veiligheid ook hier een uiterst belangrijk aspect.

Kleinschalige initiatieven hergebruiken de wieken als onderdeel van een brug, fietsstalling, zitbank, klimtuig voor speeltuinen en geluidschermen naast snelwegen.

Voor de grote volumes die zullen vrijkomen bij offshore ontmantelingen is er nood aan goed opschaalbare recyclagetechnieken die resulteren in materialen waarvoor afzetkanalen kunnen worden gevonden. Er lopen heel wat onderzoeks- en proefprojecten in dit kader, waarbij een onderscheid kan worden gemaakt naar enerzijds ontwikkelingen richting goed recycleerbare wieken voor toekomstige windparken en anderzijds ontwikkelingen richting recyclage van de wieken voor de huidige te ontmantelen windparken. Recent heeft het bedrijf VESTAS met het [CETEC](#) project een oplossing uitgewerkt om de composieten op te werken tot herbruikbare vezels en gerecycleerde epoxy met dezelfde kwaliteit als nieuwe, o.a. door thermosolvolyse.

Voor de wieken van de huidige windparken in de Oostelijke zone zullen op relatief korte termijn knopen moeten worden doorgehakt met betrekking tot recyclagetechnieken en de daaraan gekoppelde logistieke vereisten. Het zoeken van geschikte locaties, het doorlopen van vergunningsprocedures en het opbouwen van installaties en/of opschalen van capaciteiten vergen tijd.

Eventueel kan worden uitgeweken naar recyclagemogelijkheden in andere lidstaten, maar ook dan zullen er logistieke vereisten zijn die lokaal zullen worden moeten ingevuld.

Een ander aandachtspunt bij het zoeken naar afzetkanalen voor gerecycleerd materiaal van de wieken is dat zeker ook moet worden gekeken naar de eventuele aanwezigheid van zorgwekkende stoffen. De aanwezigheid van dergelijke stoffen kan onder meer restricties opleggen met betrekking tot toepassingen waarin gebruik van het materiaal nog is toegestaan.

Stenen van erosiebescherming

De stenen van de erosiebeschermingslaag komen in principe in aanmerking voor hergebruik, zelfs voor hun oorspronkelijk doel. Op die manier hoeven ze niet eerst aan land worden gebracht. Het materiaal op zich houdt geen directe risico's in indien het blijft liggen in zee, maar volgens de afvalhiërarchie heeft hergebruik de voorkeur boven ongebruikt achterlaten. Bovendien liggen de stenen bij weghalen of bij hergebruik voor geen enkele herbestemming van de zone in de weg. Toch is het weinig waarschijnlijk dat de stenen van de huidige erosiebeschermingslagen spontaan zullen worden hergebruikt als erosiebescherming bij de repowering.

Een volledige verwijdering van de erosiebeschermingslaag wordt ook voorzien in de huidige milieuvergunningen waarin staat dat “de houder de nodige financiële middelen dient te voorzien om na de exploitatiefase de site (inclusief de erosiebescherming) maximaal terug in zijn oorspronkelijke staat te herstellen”. De parkuitbaters vragen echter om voor de erosiebescherming nog de mogelijkheid te laten om deze al dan niet (gedeeltelijk) ongebruikt te laten liggen, omdat het weghalen financieel weinig interessant en tijdrovend is, en de erosiebeschermingslaag geen beperking bij het repoweren inhoudt. Dit laatste wordt door mariene aannemers tegengesproken.

ONTBREKENDE KENNIS - CIRCULARITEIT

- Effect langdurige inwerking van zout zeewater op betonrecyclaten afkomstig van de offshore windparken; materiaal mogelijk ongeschikt voor gewapende toepassingen.
- Verder onderzoek naar alternatieve / betere ontmantelingstechnieken voor gravitaire funderingen.
- Is technologie om onshore kabels te recyclen dezelfde om ook offshore kabels te verwerken?
En zo ja, is de technische capaciteit van deze installaties, uitgerust voor de verwerking van onshore kabels, voldoende?
Volstaat de vergunde capaciteit om naast onshore kabels ook dit extra volume aan offshore kabels te verwerken?
 - AZ Kabel (Tielt); Dockx Recycling (Arendonk)
- Verwerking permanente magneten veel onduidelijkheden; één bedrijf in België is zeker vergund voor de terugwinning van REE¹ uit magneten, nog onduidelijk of ze dat ook zijn op grote schaal.
- Resultaten lopende onderzoeks- en proefprojecten enerzijds, o.a. wat betreft ontwikkelingen richting goed recycleerbare wieken voor toekomstige windparken en anderzijds ontwikkelingen richting recyclage wieken huidige windparken.
- Aanwezigheid zorgwekkende stoffen in de wieken
- Huidige beschikbare capaciteiten
- Ecodesign – ontwerpen met een zo laag mogelijke milieu-impact
- Juridisch mogelijk om levensduur parken te verlengen?
 - Is 10 jaar extra operationeel houden een optie?
 - EU-beleidsbeslissingen wenselijk; federale overheid (op basis van de technische grenzen van de materialen --> onderhoudsbedrijven huidige parken)
- Welke onderdelen komen nu wel al typisch in aanmerking voor reserve onderdelen? Wellicht gearbox en generator. Verder te onderzoeken.

FINANCIEEL ASPECT

Totale financiële kost

De financiële totaalcost is hoe dan ook heel belangrijk, maar moeilijk te beoordelen zonder de werkelijke kosten te kennen. Toch lijkt het aannemelijk dat uitstel van verwijdering van infrastructuur enkel op korte termijn een kostenbesparing is. De kosten van deze verwijdering zullen uiteindelijk toch volgen en zullen naar alle waarschijnlijkheid zelfs toenemen.

Op lange termijn zal het wellicht enkel moeilijker en duurder worden om de oudere constructies af te breken, af te voeren en te recyclen. De omvang van de toekomstige kosten wordt hierdoor steeds onzekerder. Alles wat verwijderd is, geeft geen onzekere toekomstige kosten meer.

Het is dus aangewezen om alles 'in één keer' te verwijderen, waarbij 'in één keer' een rekbaar begrip is. Hiermee wordt bedoeld dat de structuren verwijderd moeten worden in een aanéensluitende en logische opeenvolging, rekening houdend met beschikbare capaciteit (mensen en middelen) en in functie van de weersomstandigheden (o.a. seizoenen). Eventuele beperkte pauzes bv. om zaken te groeperen in functie van efficiëntie (schaaleffect) of om tijd te geven om de juiste technologie op punt te zetten, kunnen overwogen worden.

Kostenbesparing voor toekomstig hergebruik

Het is cruciaal om de windparken zodanig te ontmantelen dat er zoveel mogelijk opties open blijven voor toekomstig hergebruik van de zone, zowel voor repowering als voor andere huidige of toekomstige toepassingen. Financieel heeft dit het voordeel dat er geen onvoorziene kosten meer verwacht moeten worden en er ook geen extra langlopende verzekeringskosten zijn om het risico van achtergebleven, slecht of onzichtbare hindernissen voor scheepvaart en andere functies te dekken.

Kostenbesparing door hergebruik materialen

Bij het uitvoeren van een kosten-batenanalyse kan er sprake zijn van potentiële kostenbesparingen door hergebruik van materialen op andere locaties of door middel van recycling. Echter, dit aspect zal nooit doorslaggevend zijn bij de financiële afweging van het gekozen scenario.

Financiële besparingen door materialen, zoals stenen van de erosiebeschermingslagen ter plaatse te hergebruiken, worden als hoogst onwaarschijnlijk beschouwd. Integendeel, zowel het hergebruik ter plaatse als de volledige verwijdering van de erosiebeschermingslaag worden als heel kostelijk ingeschat.

Voorziene financiële middelen

Of de kosten al dan niet binnen de voorziene financiële middelen¹⁶ vallen, om het gebied maximaal terug in zijn oorspronkelijke staat te herstellen, is vooral belangrijk voor zowel de parkuitbaters als voor de maatschappij in het algemeen. De gebruiksvoorwaarden van de milieuvergunning stellen dat deze middelen moeten worden voorzien door de parkuitbaters. Uiteindelijk zal het de maatschappij (= wij allemaal) zijn die de kosten gaan dragen, hetzij omdat ze doorgerekend worden door de windparkoperatoren, hetzij omdat kosten niet behoeften voorzien te worden en de overheid zal moeten instaan voor de opruiming.

¹⁶ Afhankelijk van de vergunning is dit een provisie of een bankgarantie; deze laatste is niet in het bezit van de overheid. Hier zou dus nog actie ondernomen moeten worden.

Tot op vandaag werd ervan uitgegaan dat de ontmantelingsprocedure overeenstemt met het omgekeerde van de installatieprocedure. Vandaag wordt deze stelling meer en meer in vraag gesteld, om volgende redenen:

1. Uitgevoerde studies over verwijdering van bestaande monopiles wijzen op een grotere complexiteit dan verwacht (SeeOff studies, Dillinger Offshore Wind conference, Passat Trials Project...)
2. Ontmanteling van de funderingen houdt meer en complexere stappen in dan installatie (voorbereidende werken offshore in plaats van op het land, verwijderen stenen, baggeren, snijden, ...)
3. Lessen uit de ontmanteling van olie- en gasinstallaties tonen een grotere complexiteit dan oorspronkelijk verwacht in uitvoering en voorbereiding
4. De technische situatie van een offshore structuur na tientallen jaren verschilt merkkelijk t.o.v. het moment van installatie (corrosie, uitloging, verlies van grout, verzwakte hijspunten...)

Wat evenwel een positief effect kan hebben is het feit dat de installatieschepen tegenwoordig zo snel evolueren dat de ontmanteling mogelijks kan uitgevoerd worden met schepen die veel groter en efficiënter zijn dan de schepen waarmee de installatie werd uitgevoerd.

Samengevat bestaan er momenteel met betrekking tot de ontmantelingsscenario's nog heel wat onzekerheden op financieel gebied!

ONTBREKENDE KENNIS - FINANCIËEL ASPECT

- Werkelijke kosten ongekend
 - Meer- of minkost van het volledig verwijderen van de monopile
 - Mogelijke meerkost afbreken in twee keer
 - Extra kost ten gevolge van degradatie in de tijd; cf. kans dat ze vallen of afbreken en dan is opruimen nog veel moeilijker (of onmogelijk)
 - Extra kost en hinder voor nieuwe activiteiten in die zone naar de toekomst toe
 - Extra risico (en dus kost) omwille van slecht of onzichtbare hindernissen voor scheepvaart
 - De impact op de kost van energie van de verschillende scenario's.

- Wie is aansprakelijk voor achtergebleven resten (monopile/kabelspaghetti)?

- Volledige kosten-baten analyse, inclusief lange termijn impact ecosysteemdiensten (ESD) en levenscyclusanalyse (LCA) van alle opties zou moeten gebeuren.

Bedenking: welke indicatoren gaan dan bepalend zijn bij de keuze van beide methodes? Waar wordt meeste belang aan gehecht: impact ecosysteemdiensten, *climate change*, *resource depletion*, etc.

VEILIGHEID

Incidenten op zee, met personen, vaartuigen of van milieu-gerelateerde aard, moeten maximaal worden vermeden. In deze risicoanalyse van de verschillende strategieën voor personen en materiaal werd enkel gekeken naar de offshore context, met andere woorden, de veiligheidsrisico's aan de landzijde werden niet beschouwd.

Risicobeheersing tijdens ontmantelen

De risicobeheersing tijdens het ontmantelen is essentieel. De ontmanteling zelf is een tijdelijk maar zeer intensief proces. Operaties op zee houden altijd belangrijke risico's in. De operatie op zee creëert een obstakel ter plaatse, vergelijkbaar met wegenwerken op de weg. Dit kan leiden tot gevaarlijke situaties omdat het omliggende verkeer doorgaat terwijl een operatie bezig is.

De risico's van de activiteiten om te ontmantelen verhogen naarmate meer wordt ontmanteld wegens het complexer worden van de taken. Deze risico's zijn bij de bedrijven in kwestie wel gekend en onder controle, net zoals bij de bouw van de windparken. Voorbeelden zijn te vinden bij [Boskalis | Decommissioning](#), [DECOM | North Sea](#),...

Risicobeheersing na ontmantelen

Zodra bij het ontmantelingsproces infrastructuur (gedeeltelijk) ter plaatse blijft, is de risicobeheersing na het ontmantelen van wezenlijk belang. Dit proces is van langdurige aard en brengt bijgevolg bekende en onbekende lange termijnsrisico's met zich mee. Dit kan gevaarlijk zijn voor hergebruik van de zone voor dezelfde activiteiten of voor inname door nieuwe gebruikers, evenals voor het milieu. Zo blijft het onzeker hoeveel erosie in die zone zal plaatsvinden wat ertoe kan leiden dat eventuele achtergebleven structuren boven het zeebodemoppervlak komen uitsteken.

Navigatierisico's

Navigatierisico's moeten maximaal worden vermeden, zowel voor grote als voor kleine schepen. Hieronder valt het voorkomen van aanvaringen (o.a. bij het afdrijven van grote schepen tijdens zware stormen), evenals het handhaven van de veiligheid tijdens het ankeren. Elke bijkomende structuur in zee, zeker zonder functie, wordt als één te veel beschouwd. Kabels en achtergebleven delen van de monopiles kunnen, wanneer deze niet meer in gebruik zijn en niet meer worden opgevolgd, op lange termijn bloot komen te liggen. Naast economische motieven is het verwijderen van de volledige erosiebeschermingslaag en monopile, en in mindere mate de kabels, dus ook noodzakelijk voor de veiligheid van de scheepvaart.

Contractuele en verzekeringsrisico's

De extra risico's die het achterlaten van structuren met zich meebrengt, vertaalt zich ook naar contractuele risico's en verzekeringsrisico's. Duidelijkheid over aansprakelijkheid is noodzakelijk, evenals een adequate bescherming van de betrokkenen.

Bezettingsgraad van de zee

Het is essentieel om rekening te houden met de bezettingsgraad van de zee. Deze wordt nu visueel weergegeven in regelmatig bijgewerkte *heat maps* en gebruikt door instanties zoals scheepvaartbegeleiding. Hoe lager de bezettingsgraad, hoe veiliger. Dit pleit ervoor om zo weinig mogelijk structuren te laten staan. De ontmantelingsfase zelf is, net als de bouwphase, op zich al een huzarenstuk wat betreft het garanderen van de veiligheid voor alle betrokkenen.

Oneigenlijk gebruik

Structuren die achterblijven lokken vanzelfsprekend oneigenlijk gebruik uit: aanmeren aan de funderingen (jachten, duikers, vissers, migranten), kreeften vangen op en rond de

erosiebeschermingslaag, diefstal van kabels wegens koperwaarde, ... Dit brengt extra risico en gevaar met zich mee, die er niet zijn indien alle infrastructuur volledig wordt verwijderd.

Toeristische functie/overnachting

Even werd opgeworpen om delen van de fundering in te zetten voor economische activiteiten, zoals een hotel of casino. Dit scenario lijkt heel onwaarschijnlijk aangezien de funderingen oorspronkelijk ontworpen zijn met een beperkte levensduur voor ogen en nooit voor permanente bewoning. Voor bemane platformen gelden andere ontwerpcriteria. Bovendien is de gebruiksruimte die op een monopile kan worden voorzien eerder beperkt, waardoor het verre van vanzelfsprekend is. Misschien valt het nog net te overwegen als werkershub waar occasioneel en enkel indien nodig bv. bij slechte weersomstandigheden, kan worden overnacht. Hiertoe moet eerst een grondige risicoanalyse gebeuren.

ONTBREKENDE KENNIS - VEILIGHEID

- In de domeinconcessie en in de milieuvergunning is beschreven dat ontmanteling moet gebeuren. Maar wie blijft aansprakelijk als meer achterblijft dan oorspronkelijk voorzien? Wie zorgt voor signalisatie? Wie draagt hiervoor de verantwoordelijkheid, het beheer en de kosten?
 - Dit moet grondiger juridisch onderzocht worden. Op het eerste zicht lijken de vergunninghouders, nieuw en oud, hiervoor verantwoordelijk. Zodra de overheid toestemming geeft zaken achter te laten na afloop van de vergunningen, dan komt dit waarschijnlijk op de schouders van de Staat terecht.
- Wie blijft verantwoordelijk voor onderhoud en stabiliteit van de structuren zodat veiligheid niet in het gedrang komt?
- Methodes om volledig te ontmantelen bestaan. Hoe veilig zijn die?
 - Bij maritieme/offshore projectontwikkelaars navragen
- Wie kan de risicobeheersing na ontmantelen inschatten - levensduur hangt af van type gebruik (vermoeiing, corrosie ...)
 - Bij maritieme/offshore projectontwikkelaars navragen

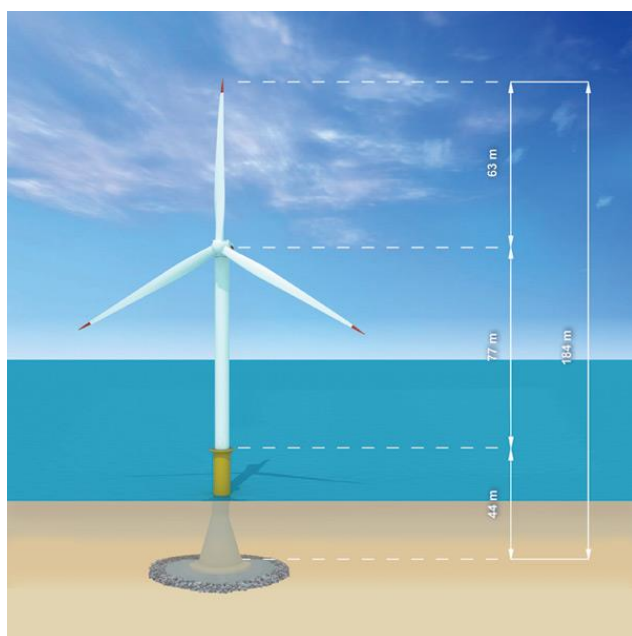
BEOORDELING ONTMANTELEN NIET-MONOPILE FUNDERINGEN

Bij het beoordelen van de verschillende opties tot ontmantelen van de andere (niet-monopile) funderingstypes, kwamen zo goed als geen verschillen naar boven.

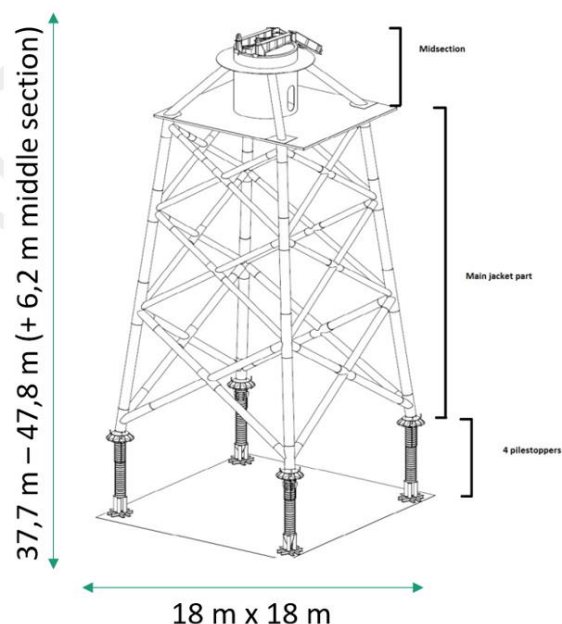
Wel verschilt de manier waarop een gravitaire fundering aan land wordt gebracht technisch van deze voor monopiles. Mogelijks wordt deze fundering eerst in kleinere stukken gebroken met behulp van gespecialiseerde apparatuur zoals breekhamers of hydraulische sloophamers. De gebroken stukken worden vervolgens van de locatie verwijderd en afgevoerd. Dit zal een belangrijke extra lokale verstoring met zich meebrengen. Verder onderzoek zal allicht alternatieve en misschien betere ontmantelingstechnieken voor de zes gravitaire funderingen kunnen identificeren.

De vier poten van de jacket fundering daarentegen kunnen gemakkelijker worden doorgezaagd dan een monopile. Rond de windturbines met een jacketfundering ligt ook geen erosiebeschermingslaag.

Los daarvan, gelden dezelfde opmerkingen als bij het ontmantelen van de monopile funderingen.



Figuur 6 - Gravitaire fundering



Figuur 7 - Jacket fundering

VISIE

VISIE bij REPOWERING

In het Belgisch deel van de Noordzee zijn momenteel verschillende windparken operationeel. Bij het einde van de levensduur van deze windturbines rijst de vraag of deze al dan niet volledig verwijderd moeten worden.

Wanneer de overheid, kiest voor een repowering van het gebied, lijkt volledige verwijdering van alle structuren (= reset scenario) de meest geschikte oplossing voor het ontmantelen van de huidige windparken in de Oostelijke zone. Dit betekent de site zo goed als mogelijk in zijn oorspronkelijke staat herstellen, door effectief alles weg te nemen tenzij dit voor de monopile fundering technisch niet haalbaar zou blijken te zijn. In dit laatste geval moet alles zo diep als mogelijk en minstens tot op twee meter onder de stabiele zeebodem worden verwijderd.

Alle structuren wegnemen stuit enkel op verzet bij de windparkuitbaters die graag de nuance toevoegen te opteren voor het verwijderen van structuren tot twee meter¹⁷ onder de stabiele zeebodem tenzij er geen obstakels zijn voor diepere verwijdering. Ook wordt voor de erosiebeschermingslaag graag nog de mogelijkheid opengelaten om deze al dan niet (gedeeltelijk) te laten liggen. Beide voorstellen zijn voornamelijk gestoeld op financiële argumenten op korte termijn en technische onzekerheden.

Waarom de keuze voor het 'reset scenario'?

Natuurbehoud en -herstel

Onderscheid moet worden gemaakt tussen biodiversiteit typisch voor het oorspronkelijk aanwezige habitat van dynamische zandbanken en de nieuwe biodiversiteit, typisch voor harde substraten en ontstaan door artificiële introductie van hard habitat.

De natuurlijk aanwezige en gewenste fauna van dynamische zandige substraten is aangepast aan een hoge dynamiek, waardoor deze een tijdelijke verstoring als gevolg van de ontmantelingsactiviteiten goed kan weerstaan.

Voor de nieuwe biodiversiteit die ontstaat als gevolg van het artificiële rif-effect, wordt het volledig verwijderen van structuren niet als problematisch beschouwd. De biodiversiteit wordt namelijk in een van nature dynamisch zandbanecosysteem niet als dusdanig interessant beschouwd om onaangeroerd te laten, omdat het een habitat betreft dat van nature niet voorkomt op die plaats. Bovendien zal bij ontmantelen in de context van repowering opnieuw hard substraat in de vorm van een nieuw windpark worden aangeboden, waardoor die extra habitat-, schuil- en rustmogelijkheden zich op korte termijn en gefaseerd zullen herstellen.

¹⁷ Bedenking van de groep: indien het financieel/technisch haalbaar is om tot twee meter diep te verwijderen, wordt de vraag gesteld of dezelfde techniek dan niet ook drie, vier, vijf, ... meter diep kan worden toegepast.

Veiligheid

De structuren die achterblijven zorgen voor meer problemen dan voordelen. Zo kunnen de achtergebleven delen een obstakel vormen voor scheepvaartbewegingen en kunnen ze gevaarlijk zijn voor andere gebruikers van de zee. Het is van groot belang om veiligheidsrisico's zo vergaand mogelijk te minimaliseren.

Afvalhiërarchie

Het is hoe dan ook raadzaam om ongebruikte waardevolle materialen te hergebruiken of te recycleren in plaats van ze ongebruikt in zee achter te laten.

Verschillende functies kunnen worden bedacht om een stuk van de fundering te behouden voor hergebruik (aquacultuur, passieve visserij, onderzoek, ...). Ervan uitgaande dat het gebied toch wordt heringericht voor duurzame energiewinning, kunnen deze functies even goed (of beter) voorzien worden op of aan de nieuw te bouwen structuren. In dat opzicht is het onnodig om een financieel en veiligheidsrisico te nemen door delen te laten staan. Het ontwerp van de nieuwe windturbines kan bijvoorbeeld rekening houden met de behoeften van aquacultuur of onderzoek, en extra ruimte bieden voor sensoren en monitoring.

Verder zullen achtergebleven structuren ook een negatieve impact hebben op het ecosysteem en de biodiversiteit van de zee. Er zal voor een lange periode sprake zijn van uitloging van allerlei soorten polluenten, waaronder koper en andere metalen, zinkanodes en afbladderende verf, kunststoffen en beton (waaronder ook de *grouting*).

Wetgeving

Het scenario waarbij de fundering, erosiebeschermingslagen en kabels volledig worden verwijderd, is in overeenstemming met de gangbare regelgevingen en overeenkomsten, waaronder de domeinconcessie en bijhorende milieuvergunning(en)¹⁸, het principe dat de vervuiler betaalt uit de wet marien milieu en de OSPAR-conventie dat volledige ontmanteling steeds de regel moet zijn.

Bovendien verdwijnt wanneer alles wordt verwijderd, ook de onduidelijkheid rond aansprakelijkheid voor de overblijvende structuren.

Technologie

De ontwikkeling van technologieën op het gebied van ontmanteling evolueert snel vanwege de grote markt vraag. Dit is onder andere ook duidelijk in de inzet om oplossingen te vinden voor het volledig verwijderen van monopiles. Er worden momenteel verschillende oplossingen getest om volledige verwijdering van de monopile fundering op grotere schaal toe te passen, zelfs bij grotere monopiles die al langere tijd in het water staan. Er is daarenboven ook een groeiende inzet op het verminderen van de milieu-impact van het ontmantelingsproces zelf.

Het is belangrijk dat dit aspect bij de nog te bouwen of te repoweren windparken al maximaal vanaf de ontwerpfase wordt meegenomen.

¹⁸ Naast de vermelding in de milieuvergunning dat de houder de site in zijn oorspronkelijke staat moet herstellen tenzij er anders over besloten wordt door de minister, wordt in de gebruiksvoorwaarden van diezelfde milieuvergunning opgelegd om de masten tot op 2 meter onder de zeebodem af te zagen. Een juridische uitklaring dringt zich bijgevolg op.

VISIE bij andere herbestemmingen

Indien het gebied een volledige of gedeeltelijke herbestemming anders dan repoweren zou krijgen, kan dat op sommige vlakken de beoordeling beïnvloeden. Toch blijft in de meeste gevallen ook het reset scenario met de volledige verwijdering van alle structuren de meest logische keuze omwille van dezelfde redenen als hierboven vermeld. Mocht bijvoorbeeld (een deel van) het gebied vrijkomen om functies zoals actieve visserij, zandwinning of marien beschermd gebied (MPA)¹⁹ toe te laten, dan is het verwijderen van alle structuren *de facto* ook de best denkbare voorbereiding van de site voor dit toekomstige gebruik.

Wanneer er geen repowering komt in het gebied en er geen nieuw te bouwen structuren komen, dan pleiten een aantal activiteiten voor het behoud van een gelimiteerd aantal funderingen waarvan het stuk boven het transitieplatform is verwijderd²⁰.

Enkele van die redenen zijn:

- het voorzien van bevestigingsstructuren nuttig voor aquacultuur en passieve visserij (bv. longlines, korven, ...);
- het voorzien van een onderzoeksbasis voor het monitoren van de zee en het klimaat (bv. voor sensoren, testen, ...);
- het bieden van een testlocatie voor nieuwe technologieën op het gebied van offshore windenergie en andere vormen van hernieuwbare energie (bv. drijvende zonnepanelen, waterstofwinning, ...);
- het gebruik als unieke attractie voor toeristen, vooral voor diegenen die geïnteresseerd zijn in de zee en in avontuur (bv. gebruik als observatiedek of “avonturenpark”, aanlegsteiger voor recreatieve duikers en snorkelaars).

Voor aquacultuur kan het in dat geval belangrijk zijn daarbij ook de erosiebescherming te behouden omdat dan de kans op spatvangst van Europese oesters verhoogt als gevolg van de verhoogde aanwezigheid van de soort. Het blijven liggen van de erosiebescherming heeft bovendien een positieve invloed op de (nieuwe) biodiversiteit wat kansen biedt voor passieve visserij en het recreatief duiken, alhoewel hier veiligheidsrisico's aan zijn verbonden (zie 'Veiligheid' hierboven).

Het ETF-project (MultiUse Purpose) wil verder inzetten op onderzoek naar de mogelijkheden van dit hergebruik (bijlage 2).

¹⁹ MPA = *Marine Protected Area*

²⁰ Het transitieplatform is het brede platform dat zich tussen de mast van de windturbine en de toren van de turbine bevindt. Het is geel van kleur en heeft een reling eromheen om de veiligheid van wie erop gaat te waarborgen.

Advies toekomstige windparken

Advies voor zowel de Prinses Elisabeth-zone als de Oostelijke zone

De bevindingen bieden ook inzichten in hoe de toekomstige windparken optimaal kunnen worden ingericht rekening houdend met de ontmantelingsfase. In het Belgisch deel van de Noordzee wordt op twee locaties de installatie van nieuwe windturbines gepland. Enerzijds komt de repowering van de Oostelijke zone er (hoogstwaarschijnlijk) aan, en anderzijds komt er een nieuwe windparkzone, genoemd de Prinses Elisabeth-zone.

Met betrekking tot adviezen voor beide zones kwamen voornamelijk aspecten naar boven rond het principe van circulariteit waarbij rekening moet worden gehouden met de afvalhiërarchie. De verschillende elementen van een windturbine (waaronder ook de fundering) moeten ontwikkeld worden op een manier dat het ontmantelen van deze elementen vereenvoudigt. Vóór de bouw van nieuwe windparken moet worden nagedacht over hoe de windturbines ontmanteld zullen worden, en moet het ontwerp hieraan worden aangepast.

AFVAL VERMIJDEN

Voor de huidige windparken in de Oostelijke zone is vermijden van afval niet meer mogelijk omdat alles er al aanwezig is. Des te belangrijker is het om daar bij repoweren, en in de nog te bouwen windparken, maximaal op in te zetten. Dit kan onder andere door meer modulair te werken zodat bepaalde onderdelen en structuren eenvoudiger en beter kunnen worden vervangen of hergebruikt.

Waar afval echt niet vermeden kan worden, is het cruciaal voor toekomstige windparken om de ontwerpen verder te optimaliseren zodat zelfde (of hogere) rendementen kunnen worden behaald met minder materialen.

HERGEBRUIK MAXIMALISEREN

Nu worden reserveonderdelen waar mogelijk en in beperkte mate al hergebruikt en, dat is en blijft van grote waarde. Voor andere onderdelen moet hergebruik bekeken worden in functie van technologische evoluties omdat dit momenteel nog niet mogelijk is. Door in de toekomstige windparken meer modulair te werken moet het eenvoudiger worden om meer onderdelen te hergebruiken (als reserveonderdeel of als onderdeel voor een nieuwe turbine).

De stenen die werden gebruikt voor erosiebescherming zijn in principe steeds opnieuw te gebruiken. Als de zone gerepowerd wordt, dan is het zinvol de stenen niet eerst aan land te brengen, maar meteen zoveel mogelijk te hergebruiken in dezelfde zone.

MATERIAAL HERSTELLEN

Herstel en onderhoud gebeuren nu al frequent om de levensduur en het rendement van de turbines optimaal te houden. Voor toekomstige windparken moet het turbine-ontwerp, inclusief de fundering, verder worden geoptimaliseerd zodat herstelbaarheid en/of vervangbaarheid van alle onderdelen gegarandeerd kan worden. Indien het hierdoor mogelijk wordt om de gebruiksduur van de turbines aanzienlijk te verlengen tegenover de huidige 20 à 25 jaar, dan kan er ook nagedacht worden over langer lopende concessies om te vermijden dat performante toestellen toch vroegtijdig zouden moeten worden ontmanteld.

RECYCLEREN

Recycleren is het bewerken en verwerken van afvalstoffen zodat er nieuwe producten van kunnen worden gemaakt. Het is belangrijk dat de elementen uit de toekomstige windparken die niet kunnen worden hergebruikt zoveel mogelijk kunnen worden gerecycleerd.

ENERGIERECUPERATIE

Energiereducatie is één van de huidige opties voor de verwerking van wieken, maar dit is door het materiaalverlies als vrij laagwaardig te beschouwen. Er zijn ontwikkelingen bezig die hoogwaardigere recyclage zullen mogelijk maken, waardoor het vanuit circulair materiaalstandpunt weinig zinvol is om in te zetten op verder uitbreiden van deze verwerkingspiste.

STORTEN

Voor veel materialen geldt al een stortverbod. Inzetten op meer stortcapaciteit is vanuit het circulair materialenbeleid totaal ongewenst.

Advies voor de Prinses Elisabeth-zone

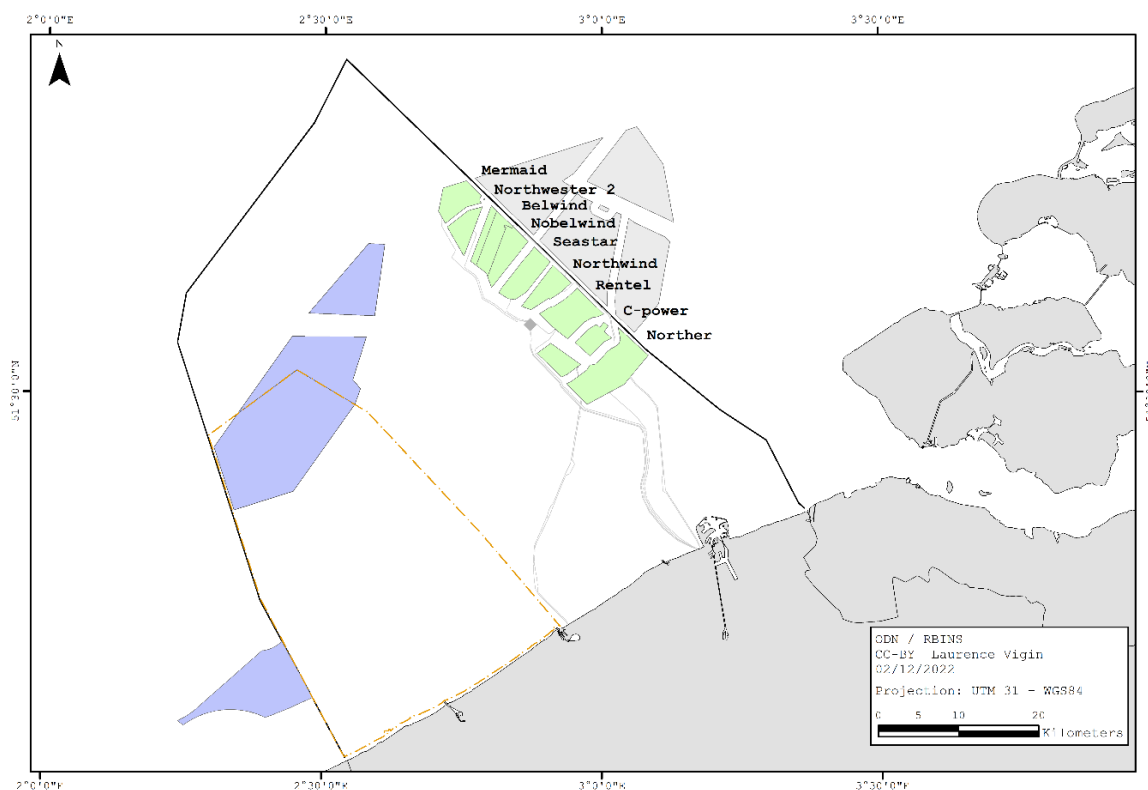
In de Prinses Elisabeth-zone bevinden zich, in tegenstelling tot in de Oostelijke windparkzone, uitgebreide geogene riffen, i.c. grindbedden (Habitatype 1170). Dit betekent dat er van nature hard substraat aanwezig is. Hierdoor zal bv. een sedimentpluim, ontstaan door acties bij het ontmantelen, veel meer impact hebben dan in dynamisch zandgrondgebied en wordt ze best vermeden. Anderzijds kunnen in de grindbedgebieden veel win-wins te halen zijn met het inplanten van een artificieel hard substraat habitat zoals funderingen en erosiebeschermingslagen. Waar omwille van de natuurwaarde in de eerste zone geadviseerd wordt om bij ontmantelen alles weg te nemen, liggen de feiten in de Prinses Elisabeth-zone daardoor anders.

De laatste 20 jaar is zowel de technologische kennis als de manier waarop er nu wordt gekeken naar (verstoring van) biodiversiteit sterk geëvolueerd. Net daarom wordt die discussie rond het ontmantelen van offshore infrastructuur, ook op OSPAR-niveau opnieuw gevoerd.

De grindbedden hebben momenteel nog een beperkte natuurwaarde omdat ze nog steeds intensief worden beroerd en bevist met sleepnetten. Indien de bodemberoerende visserij er 20-30 jaar zou worden uitgesloten als gevolg van de aanwezigheid van een windpark, zal zich hier een rijk ecosysteem ontwikkelen (zie [EDEN2000 studies](#)). Rekening houdende met alle beschouwingen uit dit rapport, kan bijgevolg overwogen worden om in de Prinses Elisabeth-zone, en meer bepaald in of nabij grindbedden, de kabels en/of de erosiebeschermingslagen (al dan niet gedeeltelijk) te laten liggen.

Met de huidige kennis en technieken kunnen kabels in of nabij grindbedden bij ontmanteling beter niet verwijderd worden om op die manier de rijke biotoop niet te verstoren. Dit zal niet voorkomen in de dynamische zandbanken van de huidige Oostelijke zone, omdat er van nature geen grindbedden aanwezig zijn. Een ander voorbeeld betreft het ontwerpen van erosiebeschermingslagen op een manier zodat deze sterk lijken op natuurlijke grindbedden. Wanneer een dergelijke erosiebeschermingslaag wordt aangelegd in of nabij een grindbedgebied, ontstaat er na 20-30 jaar ook een biodiversiteit die van nature in dat gebied voorkomt. Deze erosiebescherming later bij ontmanteling verwijderen en het gebied opnieuw compromitteren voor de volgende 20-30 jaar moet worden vermeden.

De nieuwe windparkzone, de Prinses Elisabeth-zone, komt gedeeltelijk in een Natura 2000-gebied (figuur 6). Dit betekent dat de lokale natuurwaarde er, omgekeerd aan de eerste windparkzone, op de eerste plaats komt.



Figuur 8 - Huidige en geplande zones voor hernieuwbare energie in en rond het Belgisch deel van de Noordzee (in oranje stippellijn Natura 2000-gebied).

Het Natura-2000 gebied, meer bepaald het habitatrictlijngebied “Vlaamse banken”²¹, is afgebakend omwille van zeer specifieke natuurwaarden. Dit betekent dat de functie hernieuwbare energiewinning kan worden uitgebouwd als deze de lokale natuurwaarden niet negatief beïnvloedt. Indien betekenisvolle negatieve effecten niet kunnen worden uitgesloten, zal de uitbouw van de Prinses Elisabeth-zone gepaard gaan met een verplichting tot compensatie voor de schade aan het natuurlijke milieu. Deze compensatie zal moeten worden bediscussieerd en overeengekomen met de Europese Commissie, zoals eerder is gebeurd bij de instelling van een [bodembeschermingsgebied ter compensatie](#) van de schade aan een Natura 2000-gebied bij de uitbouw van de Maasvlakte 2 in de Rotterdamse haven.

België is een van de eerste landen ter wereld dat een windpark zal uitbouwen in Natura 2000-gebied. Hierin heeft het land een pioniersrol, wat een niet te onderschatten druk oplevert. Er wordt nagedacht wat de gevolgen hiervan zijn en meer bepaald, hoe eventuele negatieve effecten kunnen worden vermeden en eventueel positieve effecten kunnen worden versterkt. De wetenschappelijke basis voor deze analyse werd recent versterkt door de [EDEN2000 studies](#).

²¹ Natura 2000-gebieden kunnen zowel habitatrictlijngebieden als vogelrichtlijngebieden zijn; er liggen momenteel geen windparken in vogelrichtlijngebieden.

Figuren- en tabellenlijst

Figuur 1 - Verwacht jaar van ontmanteling van windturbines in het Noordzeegebied (DecomTools - Interreg project - 2019).....	6
Figuur 2 - Plan van aanpak & timing stakeholdertraject	8
Figuur 3 - Verdeling deelnemers actieve werkgroep rond ontmantelen offshore windparken.....	8
Figuur 4 - Opties voor ontmantelen van monopiles	12
Figuur 5 - Onderdelen monopile en opties voor ontmantelen.....	15
Figuur 6 - Gravitaire fundering.....	30
Figuur 7 - Jacket fundering.....	30
Figuur 8 - Huidige en geplande zones voor hernieuwbare energie in en rond het Belgisch deel van de Noordzee (in oranje stippellijn Natura 2000-gebied).	36

BIJLAGEN

BIJLAGE 1 - Organisaties actieve werkgroep visietraject ONTMANTELEN OFFSHORE WINDPARKEN in het Belgisch deel van de Noordzee

1	Antea Group
2	Arcadis
3	Belgian Offshore Platform
4	Boskalis
5	De Blauwe Cluster
6	DECO Subsea NV
7	Departement Landbouw en Visserij
8	DG Scheepvaart
9	ENECO
10	ESM bv
11	FOD Economie - dienst Continentaal Plat
12	FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en VVVL – DG Leefmilieu – dienst Marien Milieu
13	GEOxyz
14	Haven Oostende
15	Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
16	International Marine and Dredging Consultants
17	Jan De Nul Group
18	Katholieke Universiteit Leuven
19	Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen
20	Luminus
21	Natuurpunt vzw
22	Nieuwpoort
23	OTARY NV
24	OVAM
25	Parkwind
26	POM West-Vlaanderen
27	Privé
28	Provincie West-Vlaanderen
29	Redercentrale
30	Rederij De Smit
31	SPF Economie, DG Energie
32	Stad Oostende / Haven Oostende
33	Strategie en Ontwikkeling Provincie West-Vlaanderen
34	Universiteit Antwerpen
35	Universiteit Gent
36	Virya Energy
37	Vlaams Instituut voor de Zee
38	WWF-België
39	Zeegra vzw

BIJLAGE 2 - nog lopende en geplande initiatieven rond offshore ontmantelen

Nog lopende projecten

Het project "[Circular Transition in Offshore Wind - CTO](#) - (VLAIO project)" - (01/01/2022-31/12/2024), gaat na hoe het levenseinde van offshore windturbines in het Belgisch deel van de Noordzee op een duurzame manier kan worden aangepakt en de industrie hiervoor wordt klaargestoomd.

Er zijn ook verschillende projecten gaande die zich richten op het recycleren, hergebruiken en circulair maken van de wieken:

- "[Blades2Build](#) (EU Horizon project)" (01/01/2023 - 31/12/2025) - Onderzoek en industrie ontwikkelen samen circulaire oplossingen voor windturbinebladen;

- "[EoLO-HUBs](#) (EU Horizon project)" (01/01/2023 - 31/12/2026) - Wind turbine blades **End of Life** through **Open HUBs** for circular materials in sustainable business models;

EoLO-HUBs zal een samenwerking op lange termijn tot stand brengen om ervoor te zorgen dat bijna 90% van de windturbinematerialen worden gerecycleerd, zodat tegen 2030 een circulaire economie ontstaat die banen genereert en de uitstoot van broeikasgassen vermindert;

- "[REFRESH](#) (EU Horizon project)" (01/01/2023 - 31/12/2026) - Smart dismantling, sorting and **RE**ycling of glass **Fibre RE**inforced composite from wind power **S**ector through **H**olistic approach;

REFRESH wil een nieuw circulair, slim systeem ontwikkelen en demonstreren voor een verbeterde recycling (>90%) van glasvezelversterkte composieten afkomstig van de ontmanteling of herwassing van windturbines, met een hoge zuiverheidsgraad.

- [Blade Made](#) uit Nederland is een bedrijf dat inzet op recyclage van composietmaterialen; zoals toepassing in speeltuinen en geluidsmuren;

- Het [RECYPALE](#) project van Centre Terre et Pierre (CTP) recycleert windturbinebladen.

Voor de nog te bouwen windparken zullen de resultaten van het [LICHEN BLADES](#) project, van de technische Universiteit uit Delft, belangrijk zijn omdat in dat project wordt gewerkt aan het ontwerp van bladen die langer meegaan en meer onderdelen bevatten die kunnen worden teruggewonnen en gebruikt in hoogwaardige toepassingen gedurende meerdere levenscycli.

Ook op te volgen voor de nog te bouwen windparken, is het Europees [MAREWIND](#) project, **MA**terials solutions for cost **R**eduction and **E**xtended service life on **WIND** offshore facilities waarbij zal worden gekeken naar oplossingen voor kostenvermindering en langere levensduur van offshore windfaciliteiten in het algemeen.

Recent werd een nieuw Interreg North Sea Region project opgestart rond chemische emissies: **ANEMOI** (*Chemical emissions from offshore wind farms: assessing impacts, gaps and opportunities*) met als partners ILVO, KBIN, POM West-Vlaanderen, UAntwerpen.

De Provinciale Ontwikkelingsmaatschappij West-Vlaanderen (POM West-Vlaanderen) diende het project “**Ready4Decom**” in onder de oproep “Belgium Builds Back” (thema WINDENERGIE). Dit project beoogt het verder in kaart brengen van juridische, logistieke, verwerkingstechnische alsook maatschappelijke kwesties op vlak van ontmanteling van onshore en offshore windturbines. De kick-off ging door op 31 mei 2023.

Geplande projecten

POM West-Vlaanderen zal een offshore wind decommissioning expertisecentrum oprichten via het ingediende ETF-project “**OWiDEX**”²² (gepland 01/09/2023 – 31/08/2025). Het doel is o.a. de gefragmenteerde kennis betreffende de ontmanteling van offshore windturbines samen te voegen in één enkel expertisecentrum ter ondersteuning van een evenwichtige besluitvormingsaanpak. Ook het KBIN, UGent, VUB, SIRRIS, OVAM en Parkwind zouden hier deel van uitmaken.

Bij FOD Economie werd een aanbestedingsprocedure opgestart nl. “Opstellen van een desktopstudie met betrekking tot de repowering van de oostelijke windzone, die een alomvattende, geïntegreerde juridische, een economische en een technische analyse behelst” (bijzonder bestek nr. 2022/77268/E2/REPOWERING).

Deze repoweringstudie zal binnenkort worden opgeleverd. Een voorstelling in een publieke workshop wordt voorzien in najaar 2023.

Bij FOD Economie werd ook nog een aanbestedingsprocedure opgestart nl. “Bijzonder bestek nr. 2022/78497/E2/ Offshore studie ontmantelingsprovisie”, met betrekking tot het beoordelen van de kosten en de bestaande voorziening voor de ontmanteling van de bestaande offshore windparken van de Oostelijke zone, in België. Deze studie betreffende de ontmantelingsprovisie zit nog in de aanbestedingsfase waarvan de evaluatie nog lopende is.

Projecten die nog wachten op goedkeuring

VUB/OwiLab (lead partner) heeft samen met, IMDC, UGent, KULeuven en Sirris een ETF-projectvoorstel (**MultiUse Purpose**) ingediend. Het project zal de haalbaarheid bestuderen van het (her)gebruik van bestaande infrastructuur voor hybride energieopwekking en/of herbestemming ervan voor golf/getijdenenergie of om opslagtechnologieën te accommoderen. Het heeft dan ook tot doel de opbrengst te verbeteren en de *Levelized Cost of Energy*²³ van de Belgische offshore zone te verlagen en een alternatief te bieden voor volledige ontmanteling van bestaande infrastructuur. In het project zullen de ervaren consortiumpartners een conceptuele, economische, juridische en structurele betrouwbaarheidsstudie uitvoeren naar het multi-(her)gebruik van bestaande infrastructuur en het gecombineerde gebruik van de maritieme ruimte.

²² Project ondertussen goedgekeurd – startdatum 1 september 2023

²³ LCOE staat voor *Levelized Cost of Energy*, een maatstaf voor de totale financiële kosten van de productie van elektriciteit tijdens de levensduur van een project, inclusief alle kapitaal- en bedrijfskosten, en gedeeld door de totale hoeveelheid geproduceerde elektriciteit. Het wordt vaak gebruikt om de kosten van verschillende soorten energieprojecten te vergelijken, zoals windenergie, zonne-energie en aardgas.