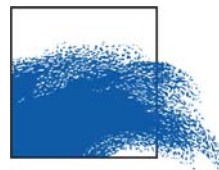


Milieueffectenbeoordeling van het NORTHER offshore windmolenpark ten zuidoosten van de Thorntonbank

November 2011



BMM
100 Gulledele
B-1200 Brussel
België



Milieueffectenbeoordeling van het NORTHER offshore windmolenpark ten zuidoosten van de Thorntonbank

Onderzoek van de aanvraag van de n.v. Norther voor een vergunning en machtiging voor de bouw en de exploitatie van een windmolenpark in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België:

Milieueffectenbeoordeling (MEB)

Deze MEB werd opgesteld door :

Bob Rumes, Marisa Di Marcantonio, Robin Brabant, Valerie Dulière, Steven Degraer, Jan Haelters, Francis Kerckhof, Sebastien Legrand, Alain Norro, Dries Van den Eynde Laurence Vigin en Brigitte Lauwaert

November 2011



BMM
100 Gulledelle
B-1200 Brussel
België

Inhoudstafel

1. INLEIDING.....	1
1.1 TECHNISCHE BESCHRIJVING VAN HET NORTHER WINDMOLENPARK	3
2. STATUUT EN STRUCTUUR VAN DE AANVRAGER.....	7
2.1 NAAM EN VENNOOTSCHAPSVORM.....	7
2.2 MAATSCHAPPELIJKE ZETEL	7
2.3 DE GEPUBLICEERDE STATUTEN	7
2.4 DE VERTEGENWOORDIGERS VAN DE VENNOOTSCHAP	7
3. METHODOLOGIE	8
4. JURIDISCHE ACHTERGROND	10
4.1 WETGEVING NATUUR EN MILIEU	10
4.2 ANDERE WETGEVING	15
4.3 BESLUIT	17
5. KLIMAAT EN ATMOSFEER.....	18
5.1 INLEIDING	18
5.2 TE VERWACHTEN EFFECTEN	19
5.3 BESLUIT	21
5.3.1 Aanvaardbaarheid.....	21
5.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen.....	21
5.4 MONITORING.....	21
6. HYDRODYNAMICA EN SEDIMENTOLOGIE.....	22
6.1 INLEIDING	22
6.1.1 Sedimenttransport en morfologische veranderingen.....	22
6.1.2 Turbiditeit.....	27
6.1.3 Klimaatsveranderingen	27
6.2 TE VERWACHTEN EFFECTEN	27
6.2.1 Inleiding	27
6.2.2 Funderingen	27
6.2.3 Erosiebescherming en erosieputten.....	29
6.2.4 Verhoging turbiditeit.....	30
6.2.5 Effecten op hydraulica.....	34
6.2.6 Vrijkomen van de kabels.....	35
6.3 BESLUIT	35
6.3.1 Aanvaardbaarheid.....	35
6.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen	36
6.4 MONITORING.....	36
6.4.1 Inleiding	36
6.4.2 Turbiditeit.....	37
6.4.3 Verplaatsing van het gestorte zand en klei.....	38
6.4.4 Erosie rond de palen of gravitaire funderingen	39

6.4.5 Erosie langs het kabeltracé	39
6.4.6 Rapportering	40
6.4.7 Samenvatting	41
7. GELUID EN SEISMISCH ONDERZOEK.....	43
7.1 INLEIDING	43
7.2 ONDERWATERGELUID	43
7.2.1 Inleiding	43
7.2.2 Te verwachten effecten	45
7.2.3 Besluit.....	47
7.2.4 Monitoring.....	48
7.3 GELUID BOVEN WATER.....	50
7.3.1 Inleiding	50
7.3.2 Te verwachten effecten	51
7.3.3 Besluit.....	51
7.3.4 Monitoring.....	51
7.4 SEISMISCH ONDERZOEK.....	51
7.4.1. Inleiding	51
7.4.2 Te verwachten effecten	51
7.4.3 Besluit.....	52
7.4.4 Monitoring.....	53
8. RISICO EN VEILIGHEID	54
8.1 INLEIDING	54
8.1.1 Situering van de zone	54
8.1.2 Huidige scheepvaartroutes en scheepvaartdruk.....	55
8.2 TE VERWACHTEN EFFECTEN	58
8.2.1 Industriële risico's.....	58
8.2.2 Invloed van het project op scheepvaart.....	58
8.2.3 Risico's te wijten aan de scheepvaart	62
8.2.4 Kabels.....	69
8.3 BESLUIT	70
8.3.1 Aanvaardbaarheid.....	70
8.3.2 Compensaties in milieuvoordelen.....	71
8.3.3 Voorwaarden en aanbevelingen.....	71
9. SCHADELIJKE STOFFEN.....	77
9.1 INLEIDING	77
9.2 TE VERWACHTEN EFFECTEN	79
9.3 BESLUIT	79
9.3.1 Aanvaardbaarheid.....	79
9.3.2 Voorwaarden en Aanbevelingen.....	79
9.4 MONITORING.....	80
10. MACROBENTHOS, EPIBENTHOS EN VISGEMEENSCHAPPEN	81
10.1 INLEIDING	81
10.2 TE VERWACHTEN EFFECTEN	84

10.2.1 Constructiefase.....	84
10.2.2 Exploitatiefase.....	86
10.2.3. Ontmantelingsfase.....	88
10.3 BESLUIT	88
10.3.1 Aanvaardbaarheid.....	88
10.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen.....	89
10.4 MONITORING.....	90
10.4.1. Kolonisatie en successie artificieel hard substraat in kustnabije zone.....	90
10.4.2. Ontwikkeling natuurlijke zacht substraat fauna (macrobenthos, epibenthos en demersale en benthische vissen) in windmolenzone, met speciale aandacht voor de <i>A. alba</i> biotoop.....	92
10.4.3. Impact van heien op fauna, o.a. commercieel belangrijk vis(larven).....	94
10.4.4. Impact uitsluiten visserij op de <i>A. alba</i> biotoop.	95
11. ZEEZOOGDIEREN	97
11.1 INLEIDING	97
11.1.1 Referentiesituatie m.b.t. zeezoogdieren.....	98
11.1.2 Nieuwe informatie	101
11.2 VERWACHTE EFFECTEN.....	104
11.2.1 Effecten tijdens de constructiefase	104
11.2.2 Exploitatiefase.....	106
11.2.3 Ontmantelingsfase.....	107
11.3 BESLUIT	107
11.3.1 Aanvaardbaarheid.....	107
11.3.2 Voorwaarden en Aanbevelingen.....	109
11.4 MONITORING.....	111
11.4.1 Monitoring vóór de aanvang van de werken.....	112
11.4.2 Monitoring tijdens de constructiefase	112
11.4.3 Monitoring tijdens de exploitatiefase	113
12 AVIFAUNA	114
12.1 INLEIDING	114
12.2 Te VERWACHTEN EFFECTEN	115
12.2.1 Constructiefase.....	115
12.2.2. Exploitatiefase:.....	116
12.2.3. Ontmantelingsfase.....	120
12.2.4. Cumulatieve effecten	120
12.3 BESLUIT	121
12.3.1 Aanvaardbaarheid.....	121
12.3.2 Voorwaarden en Aanbevelingen.....	122
12.4 MONITORING.....	122
13 ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN	125
13.1 INLEIDING	125
13.2 MOGELIJKE EFFECTEN.....	126
13.2.1 Fysisch.....	126
13.2.2 Op de fauna	127
13.2.3 Cumulatieve effecten	128

13.3 BESLUIT	128
13.3.1 Aanvaardbaarheid.....	128
13.3.2 Voorwaarden en Aanbevelingen.....	129
13.4 MONITORING.....	129
14. INTERACTIE MET ANDERE MENSELIJKE ACTIVITEITEN	130
14.1 INLEIDING	130
14.2 VERWACHTE EFFECTEN	130
14.2.1 Visserij.....	130
14.2.2 Maricultuur	132
14.2.3 Scheep- en Luchtvaart.....	132
14.2.4 Zand- en Grindwinning	133
14.2.5 Baggeren en storten van baggerspecie.....	134
14.2.6 Windenergie	135
14.2.7 Militair gebruik	136
14.2.8 Gaspijpleidingen en Telecommunicatiekabels	136
14.2.9 Toerisme en Recreatie	136
14.2.10 Wetenschappelijk Onderzoek en Oceanologische Waarnemingen.....	137
14.2.11 Cumulatieve effecten	137
14.3 BESLUIT	138
14.3.1 Aanvaardbaarheid.....	138
14.3.2 Voorwaarden en Aanbevelingen.....	138
14.4 MONITORING.....	139
15. ZEEZICHT	140
15.1 INLEIDING	140
15.2 VERWACHTE EFFECTEN	142
15.2.1 Constructiefase.....	142
15.2.2 Exploitatiefase.....	142
15.2.3 Ontmantelingsfase.....	149
15.3 BESLUIT	149
15.3.1 Aanvaardbaarheid.....	149
15.3.2 Voorwaarden en Aanbevelingen.....	149
15.4 MONITORING.....	149
16. CULTUREEL ERFGOED	151
16.1 INLEIDING EN MOGELIJKE EFFECTEN	151
16.2 BESLUIT	151
16.2.1 Aanvaardbaarheid.....	151
16.2.2 Voorwaarden en aanbevelingen.....	151
16.3 MONITORING.....	152
17. GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN.....	153
17.1 ALGEMEEN.....	153
17.2 EFFECTEN IN HET NEDERLANDS DEEL VAN DE NOORDZEE	153
17.3 INSTANDHOUDINGSDOELSTELLINGEN	155
17.4 ZEEZOOGDIEREN	159

17.4.1 Verwachte effecten: Constructiefase	159
17.4.2 Verwachte effecten: Exploitatiefase	160
17.4.3 Verwachte effecten: Ontmantelingsfase	160
17.4.4 Beoordeling	160
17.5 AVIFAUNA	161
17.5.1 Verwachte effecten: Constructiefase	161
17.5.2. Verwachte effecten: Exploitatiefase	162
17.5.3. Verwachte effecten: Ontmantelingsfase	163
17.5.4 Beoordeling	163
17.6 BENTHOS EN VIS	164
18. MONITORING	165
18.1 ALGEMENE VISIE	165
18.2 VOORGESTELD PROGRAMMA	168
18.3 VOORGESTELDE PLANNING	169
18.4 LOCATIE VAN DE MONITORINGSWERKZAAMHEDEN	170
18.5 SCHATTING VAN HET BUDGET	171
18.6 VOORWAARDEN	172
19. INHOUDSBEPALING JAARLIJKS UITVOERINGSVERSLAG	174
20. REFERENTIES.....	175

Lijst van afkortingen

A	Ampere
AC	Wisselstroom
ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler
a.d.h.v.	Aan de hand van
AIS	Automatic identification System
Al	Aluminium
Art.	Artikel
ASCOBANS	Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and North Seas (1992)
Bft	Beaufort
BMM	Koninklijk Belgische Instituut voor Natuurwetenschappen. Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee en Schelde-estuarium
bv.	Bijvoorbeeld
B-veld	Magnetisch veld
BW	Belwind n.v.
CEFAS	Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Sciences
CMACS	Centre for Marine and Coastal Studies
CREG	Commissie voor de Regularisatie van Elektriciteit en Gas
CP	C-Power n.v.
dB/dB(A)	Decibel/decibel (gecorrigeerd voor menselijk oor)
DC	Gelijkstroom
d.m.v.	door middel van
EC	Europese Commissie
EDP	Eldepasco –nu Northwind
EEG	Europese Gemeenschap
EEZ	Exclusieve Economische Zone
e.g.	Exempli gratia
EMSA	European maritime Safety Administration
ETV	Emergency Towing Vessel
E-veld	Elektrisch veld
FOD	Federale Overheid Dienst
g	Gram
GNB	Gemeenschappelijk Nautisch Beheer
GW	Giga watt
HF	high frequency
HAT	Highest astronomical tide
HMCS	Harmonised Mandatory Control System
HNS	Hazardous Noxious Substances
Hz	Hertz
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
ICAO	International Civil Aviation Organization
ICES	International Council for the Exploration of the Sea

IMO	International maritime Organisation
INBO	Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek
i.p.v.	In plaats van
i.v.m.	in verband met
JNCC	Joint Nature Conservation Committee
KB	Koninklijk Besluit
KB MEB	Koninklijk Besluit van 9 september 2003 met betrekking tot de regels betreffende de milieueffectenbeoordeling in toepassing van de wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België
KB VEMA	Koninklijk Besluit KB van 7 september 2003 houdende de procedure tot vergunning en machtiging van bepaalde activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België
KBIN	Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen
Kg	Kilogram
KHz	Kilohertz
Km	Kilometer
Kv	Kilovolt
L	Liter
LCA	Life Cycle Analysis
m	Meter
m³	Kubieke meter
m/s	meter/seconde
m.a.w.	met andere woorden
MB	Ministerieel Besluit
MCA	Maritime and Coastguard Agency
MD	Mandagen
MDK	Intern verzelfstandigd Agentschap voor Maritieme Dienstverlening en Kust
MEB	Milieueffectenbeoordeling
MER	Milieueffectenrapport
mg	Milligram
MIK	Maritiem Informatie Kruispunt
MMM Wet	Wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu van de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België (Marien Milieu Marin)
MRCC	Maritiem Reddings- en Coördinatiecentrum
MSL	Mean Sea Level
MW	Mega Watt
NERI	National Environmental Research Institute
n.v.	Naamloze vennootschap
NL	Nederland
nl.	Namelijk
o.a.	onder andere
OBS	Optical back scatter
OSPAR	Verdrag inzake de bescherming van het mariene milieu van de noordoostelijke Atlantische Ocean (1992)

OTS	Offshore Transformator Station
Pa	Pascal
Pers.comm.	persoonlijke communicatie
POD	Porpoise Detector
RIKZ	Rijksinstituut voor Kust en Zee
SAR	Search and Rescue
SBZ-H	Speciale Beschermingszone voor natuurbehoud
SBZ-V	Speciale Beschermingszone voor vogels
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SCANS	Small Cetaceans in the European Atlantic and North Sea
SEA	Strategic Evaluation Assessment
SEL	Sound Exposure Level
SF6	Zwavelhexafluoride
SL	Sound Level
SPL	Sound Pressure Level
SPM	Suspended Particulate Matter
SRK	Schelderadarketen
t	Ton
T	Tesla
TAW	Tweede Algemene Waterpassing
t.e.m.	tot en met
t.g.v.	ten gevolge van
t.h.v.	ter hoogte van
t.o.v.	ten opzichte van
TSM	Thomas-Sinclair matrix
TSS	Traffic Separation Scheme
UNCLOS	United Nations Conference on the Law of the Sea
V	Volt
VK	Verenigd Koninkrijk
V/m	Volt per meter
VTs	Vessel Traffic Services
ZVI	Zone van Visuele Impact
µm	Micro-meter
µPa	Micro-Pascal
µT	Micro-Tesla

1. Inleiding

De n.v. Norther diende op 11 mei 2011 bij de Minister bevoegd voor de bescherming van het mariene milieu een aanvraag in tot het verkrijgen van een vergunning en machtiging voor de bouw en exploitatie van het North Sea Power offshore windpark in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België. De aanvraag omvatte een milieueffectenrapport (MER) en werd simultaan betekend aan de Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee (BMM). De aanvraag heeft betrekking op een offshore windmolenpark ten zuidoosten van de Thorntonbank en op de bekabeling tussen de offshore structuren onderling en tussen het park en de Belgische kust, met inbegrip van de bijhorende meetmasten en transformatorplatformen en van alle samenhangende activiteiten.

Deze vergunning en machtiging zijn vereist krachtens de Wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België en zijn een voorwaarde voor de geldigheid van de domeinconcessie afgeleverd bij ministerieel besluit op 5 oktober 2009 door de Minister van Energie. In 2011 diende Norther bij de Minister van Energie een aanvraag in tot wijziging van de domeinconcessie. Deze wijziging bestaat uit een uitbreiding van het toegekende concessiegebied in zuidelijke richting tot een totale oppervlakte van ca. 44 km². Voor de inschatting van de milieueffecten werd in het MER (Arcadis, 2011) rekening gehouden met het uitgebreide concessiegebied. Ook in deze milieueffectenbeoordeling (MEB) wordt rekening gehouden met het uitgebreide concessiegebied (als worst case scenario). In het geval er duidelijke verschillen zijn in impact, dan worden beide scenario's apart besproken.

Er worden in het MER drie alternatieve configuraties gegeven die alle rekening houden met de aangevraagde uitbreiding. Deze configuraties onderscheiden zich in de eerste plaats in het vermogen van de aangewende turbines en het funderingstype.

- Configuratie 1: 86 windturbines met rotordiameter ca. 120 m, met een individueel vermogen tussen 3 en 4,5 MW, overeenstemmend met een totaal geïnstalleerd vermogen van ca. 320 MW. Funderingstype: monopile. Als typevoorbeeld geldt de Siemens SWT-3.6 turbine (3,6 MW per turbine → 310 MW totaal geïnstalleerd vermogen);
- Configuratie 2: 74 windturbines met rotordiameter ca. 130 m, met een individueel vermogen tussen 5 en 6,5 MW, overeenstemmend met een totaal geïnstalleerd vermogen van ca. 420 MW. Funderingstype: monopile, jacket of gravitaire fundering. Als typevoorbeeld geldt de 6M REpower turbine (6,15 MW per turbine → 455 MW totaal geïnstalleerd vermogen);
- Configuratie 3: 47 windturbines met rotordiameter ca. 150 m, met een individueel vermogen tussen 7 en 10 MW, overeenstemmend met een totaal geïnstalleerd vermogen van ca. 400 MW. Funderingstype: jacket of gravitaire fundering. Als typevoorbeeld geldt de Britannia C-150 turbine van Clipper Windpower (10 MW per turbine → 470 MW totaal geïnstalleerd vermogen).

Het windpark zou een jaarlijkse opbrengst van ca. 800 tot 1.500 GWh genereren, wat overeenkomt met het gemiddelde jaarverbruik van ca. 230.000 tot 430.000 gezinnen.

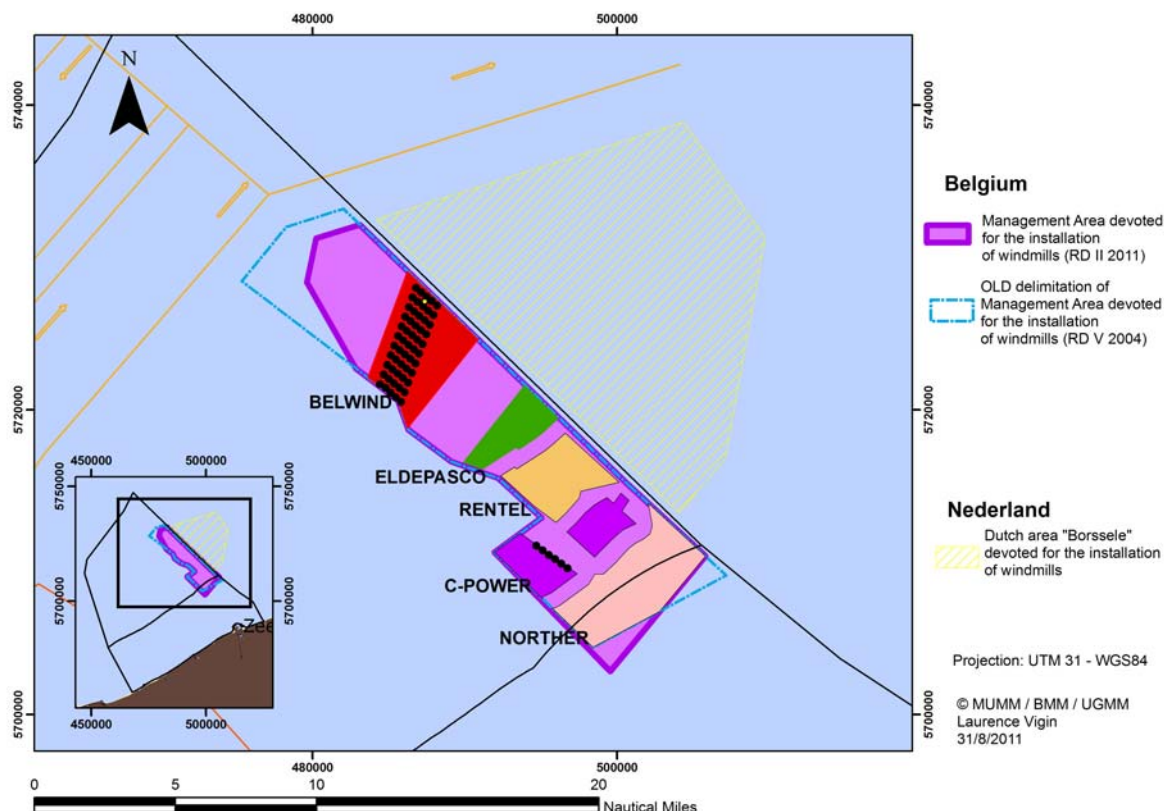
De kortste afstand van het park tot de Belgische kust is ter hoogte van Blankenberge en bedraagt 21 km voor de toegekende domeinconcessie en 19,5 km voor de uitgebreide domeinconcessie.

Krachtens de wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het marien milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België dienen de activiteiten waarvoor de aanvraag werd ingediend het voorwerp uit te maken van een milieueffectenbeoordeling door de bevoegde overheid. Het huidige document geeft de resultaten weer van deze milieueffectenbeoordeling.

Momenteel zijn er zes offshore windmolenparken waarvoor een concessie werd afgeleverd, zijnde:

1. het C-Power project op de Thorntonbank (operationeel sinds 2008)
2. het Belwind project op de Bligh Bank (operationeel sinds 2010)
3. het Northwind project (vroeger Eldepasco) op de Bank zonder Naam
4. het project Seastar gelegen in de zone tussen de Bank zonder Naam en de Bligh Bank (concessie ingetrokken MB 06/04/2011)
5. het project Rentel gelegen in de zone tussen de Thorntonbank en de Bank zonder Naam
6. voorliggend project Norther gelegen in het uiterste zuiden van de zone voor windenergie

Een overzicht van de locaties wordt gegeven in Figuur 1. De concessiegebieden bevinden zich in de zone bepaald in artikel 3 bis van het koninklijk besluit (KB) van 20 december 2000 betreffende de voorwaarden en de procedure voor de toekenning van domeinconcessies voor de bouw en de exploitatie van installaties voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden, in de zeegebieden waarin België rechtsmacht kan uitoefenen in overeenstemming met het internationale zeerecht, zoals gewijzigd door het KB van 17 mei 2004, 28 september 2008 en 8 februari 2011. De cumulatieve effecten van het Norther windmolenpark en de andere, reeds vergunde, parken worden in deze MEB, voor zover mogelijk is aan de hand van de beschikbare informatie samen geëvalueerd.



Figuur 1.1 Overzicht van de domeinconcessies voor offshore windmolenparken in het Belgisch deel van de Noordzee (BDNZ) met aanduiding van de nabijgelegen Nederlandse zone voor offshore windmolenparken.

1.1 Technische beschrijving van het Norther windmolenpark

De technische gegevens van de belangrijkste onderdelen van het windmolenpark worden gegeven in tabel 1.1. Deze Tabel werd opgesteld met alle beschikbare up-to-date informatie, zijnde: de aanvraag, het MER en bijkomende informatie bekomen door rechtstreeks contact met de aanvrager.

Voor het opstellen van deze MEB werd gebruik gemaakt van de gegevens uit tabel 1.1, deze kunnen soms een weinig verschillen met de gegevens in het MER.

Tabel 1.1. Overzicht technische kenmerken.

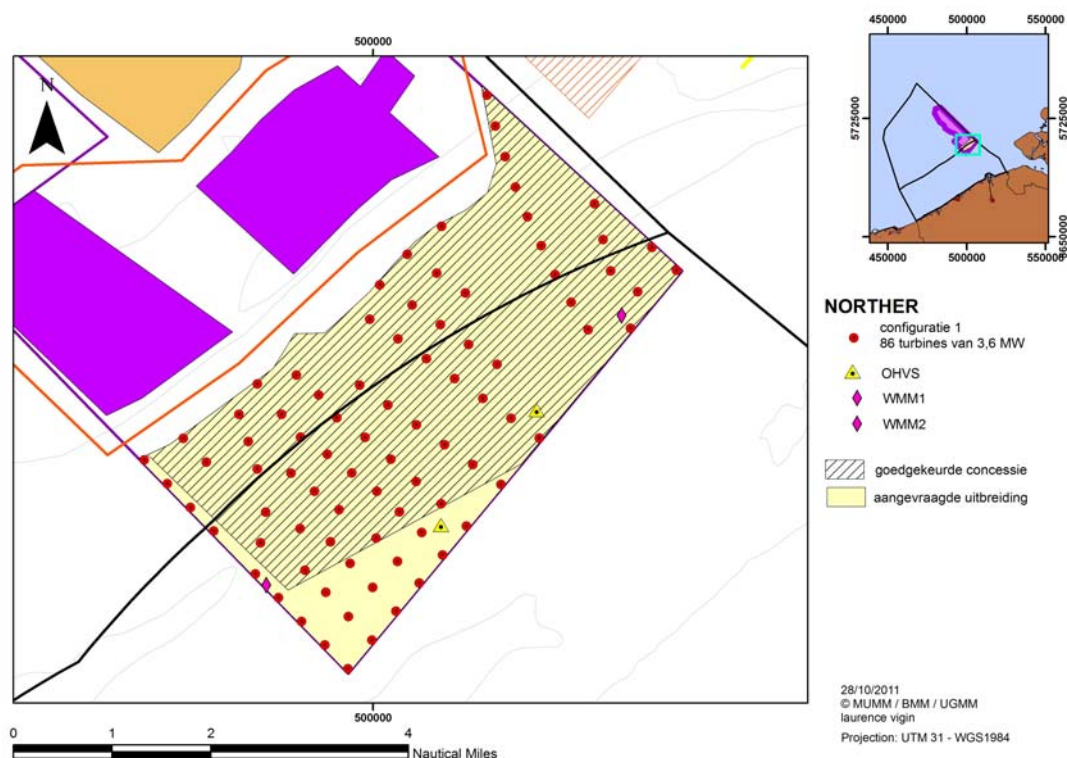
Onderwerp	Omschrijving
Locatie	
Situering	• Gelegen op 19.5 à 30 km van de kust; • Ten zuidoosten van de Thorntonbank langs de grens met Nederland; • Het projectgebied ligt in het uiterste zuidoosten van de zone afgebakend voor de inplanting van offshore windparken vastgelegd door het koninklijk besluit van 17/05/2004, gewijzigd door het KB van 28/09/2008 en 08/02/2011; • De noordelijke grens van het projectgebied ligt op ca. 1 km van de domeinconcessie van C-Power nv, met inachtneming van de bufferafstanden.
Oppervlakte concessiegebied	Ongeveer 44 km ²

Parkinrichting	• Inplanting: drie alternatieve configuraties verder vermeld • Diepte van de zeebodem ter hoogte van het concessiegebied: -14 tot -30 meter TAW¹; • Te respecteren afstanden tot de Interconnector gasleiding en de 'Seapipe' gasleiding van Statoil (500 m)² en telecom- en elektriciteitsleidingen (250 m), en te respecteren bufferzone van 1000 m rond de zone waarvoor C-Power een domeinconcessie verkregen heeft.
Windturbines	
Inplanting	Drie alternatieve configuraties hierna vermeld
Type - Vermogen - Rotordiameter	3 tot 10 MW per turbine; diverse turbines komen hiervoor in aanmerking. Voor de drie alternatieve configuraties wordt gewerkt met typevoorbeelden: • Configuratie 1: windturbines met rotordiameter 120 m, met een individueel vermogen tussen 3 en 4,5 MW, overeenstemmend met een totaal geïnstalleerd vermogen van ca. 320 MW. Als typevoorbeeld geldt de Siemens SWT-3.6-120 turbine (Figuur 1.2); • Configuratie 2: windturbines met rotordiameter 130 m, met een individueel vermogen tussen 5 en 6,5 MW, overeenstemmend met een totaal geïnstalleerd vermogen van ca. 420 MW. Als typevoorbeeld geldt de 6M REpower turbine (6,15 MW turbine) (Figuur 1.3); • Configuratie 3: windturbines met rotordiameter 150 m, met een individueel vermogen tussen 7 en 10 MW, overeenstemmend met een totaal geïnstalleerd vermogen van 400 MW. Als typevoorbeeld geldt de Britannia C-150 turbine van Clipper Windpower (10 MW turbine) (Figuur 1.4).
Aantal	Voor de drie alternatieve configuraties zijn volgende aantallen kenmerkend: • Configuratie 1: 86 turbines; • Configuratie 2: 74 turbines; • Configuratie 3: 47 turbines.
Productie	Circa 800 tot 1.500 GWh/jaar
Fundering windturbines	
Ofwel monopile	De monopile (of monopaal) is een stalen buispaal die in de grond geheid en/of geboord wordt. De diepte waarover geheid moet worden om een stabiele fundering te bekomen, hangt af van het bodemprofiel. Rond de paal wordt een erosiebescherming aangebracht. Dit funderingstype kan gebruikt worden bij configuratie 1 en 2.
Ofwel jacket	De jacket fundering bestaat uit een vakwerktoren, opgebouwd uit stalen buizen met vier steunpunten en wordt zelf gefundeerd met geheide palen. Norther voorziet geen erosiebescherming rondom dit funderingstype. Dit funderingstype kan toegepast worden bij configuratie 2 en 3.
Ofwel gravitaire fundering	Een gravitaire fundering bestaat uit een massieve betonnen blok, die overgaat in een smallere sectie, waarop de windturbine gemonteerd wordt. De fundering wordt geprefabriceerd op land en wordt vanaf het schip of ponton neergelaten op de vooraf vlak gemaakte zeebodem. Rond de fundering wordt een erosiebescherming aangebracht. Dit funderingstype kan toegepast worden bij configuratie 2 en 3.
Windmeetmast	
Aantal	2 masten (optioneel)
Positie	Afhankelijk van de configuratie, in het zuidwesten of het zuidoosten van de zone

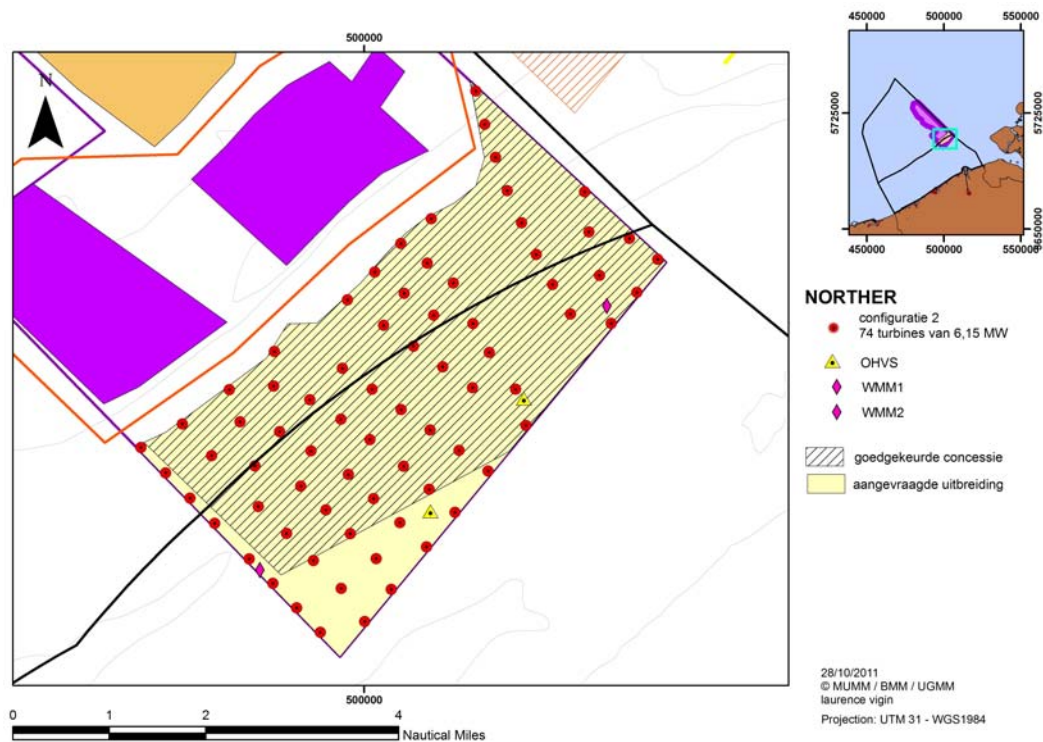
¹ De Tweede Algemene Waterpassing (TAW) is de referentiehoogte waartegenover hoogtemetingen in België worden uitgedrukt. Een TAW-hoogte van 0 meter is gelijk aan het gemiddeld zeeniveau bij laagwater te Oostende.

² In het alternatief 1 van het Norther kabeltracé kan het noodzakelijk zijn om hierop een uitzondering te maken, ter hoogte van kruising met de vaargeul 'Scheur'

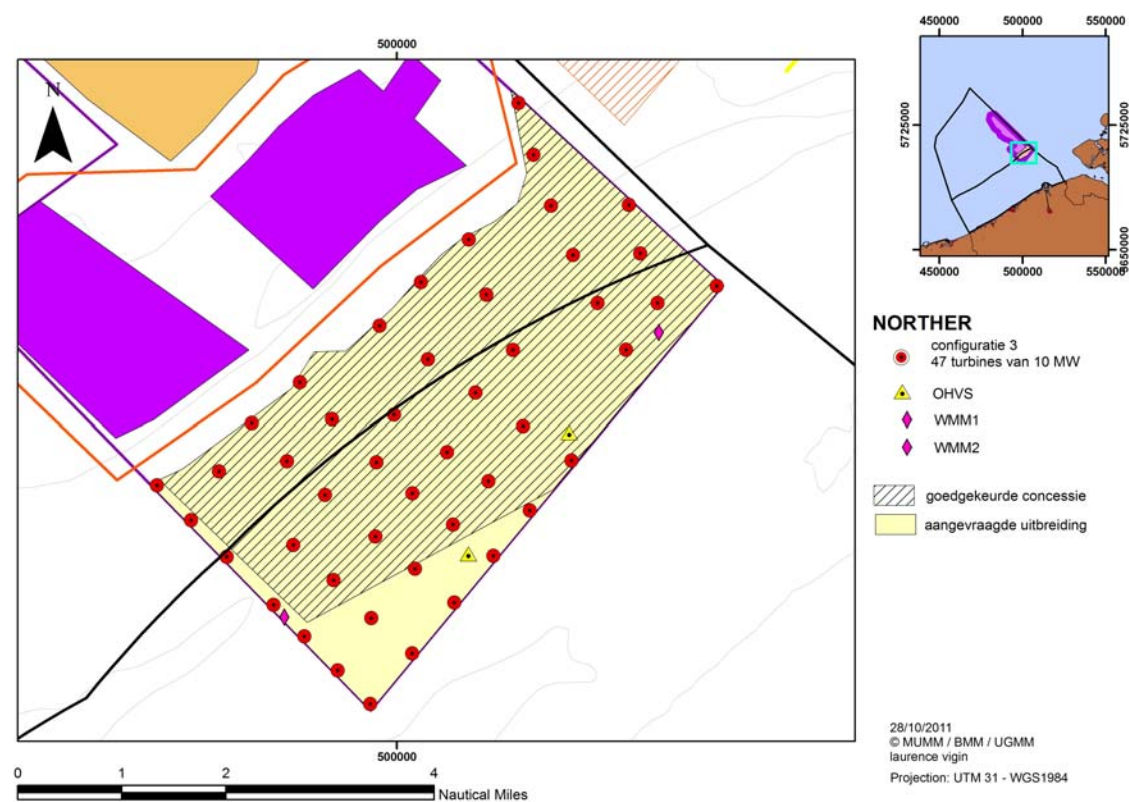
Fundering hoogspanningsstations en windmeetmast	
Type	• Hoogspanningsstations: monopile of jacket fundering • Windmeetmast: monopile
Positie	Langs de zuidoostelijke grens
Elektrische infrastructuur	
Parkkabels binnen het windpark	• De windturbines worden in groepen van telkens ca. 30 MW verbonden op 33 - 36 kV (wisselspanning) met een onderzeese kabel; • Aanlegdiepte kabels: ca. 1 m in de zeebodem.
Offshore transformatorstation (OTS)	• Aantal: twee; • Step-up transformatoren 33 – 36 kV → 150 kV of 220 kV
Kabels naar land	• Vermogenkabels van 150 kV of 220 kV (wisselspanning); • Kabeltracé: respectievelijk links van de communicatiekabel die het gebied doorkruist en rechts van de Interconnector 2 alternatieve routes • De bekabeling zal gebeuren volgens de richtlijnen opgesteld door de bevoegde overheid • Aansluitingspunt: Zeebrugge.
Exploitatie	
Besturing en bewaking windpark	SCADA-systeem (Supervisory, Control And Data Acquisition) vanuit een controlekamer op het land
Frequentie gepland onderhoud	1 maal per jaar, exclusief ongepland onderhoud en reparaties
Logistiek – toegang naar windpark	Toegang met behulp van onderhoudsschepen (windcats) of toegang met behulp van helikopters.



Figuur 1.2 Schematisch overzicht van configuratie 1 – 86 windturbines met rotordiameter ca. 120 m, met een individueel vermogen tussen 3 en 4,5 MW – met aanduiding van de originele domeinconcessie en de uitbreiding.



Figuur 1.3 Schematisch overzicht van configuratie 2 – 74 windturbines met rotordiameter ca. 130 m, met een individueel vermogen tussen 5 en 6,5 MW – met aanduiding van de originele domeinconcessie en de uitbreiding.



Figuur 1.4 Schematisch overzicht van configuratie 3 – 47 windturbines met rotordiameter ca. 150 m, met een individueel vermogen circa 10 MW – met aanduiding van de originele domeinconcessie en de uitbreiding.

2. Statuut en structuur van de aanvrager

2.1 Naam en vennootschapsvorm

De aanvrager is de Naamloze Vennootschap NORTHER.

Norther NV werd opgericht door:

De Naamloze Vennootschap AIR ENERGY,
met zetel te 1300 Waver, Av. Pasteur 6, gebouw H, ingeschreven met ondernemingsnummer BTW BE 0475.012.760

en

Mr. Frédéric DAWANS
wonende te 5031 Grand-Leez, Rue de la Place 39

en

Mr. Luc REGOUT
Wonende te 5031 Grand-Leez, Rue de Perwez 17

Het kapitaal omvat 10.000 aandelen die een kapitaal van één miljoen Euro vertegenwoordigd, zonder aanduiding van hun nominale waarde.

2.2 Maatschappelijke Zetel

De maatschappelijke zetel van de vennootschap bevindt zich te B -5031 Grand-Leez, Rue de la Place 41.

2.3 De gepubliceerde statuten

De statuten van het moederbedrijf Air Energy werden neergelegd bij de griffie van de rechtbank van Koophandel te Namen op 15 juni 2001.

2.4 De vertegenwoordigers van de vennootschap

De Algemene Vergadering die gehouden werd na de oprichting, benoemde tot bestuurders van de vennootschap voor een duur van zes jaar, de mandaten lopen af onmiddellijk na de Algemene vergadering van 2014:

- a) Mr. Frédéric DAWANS wonende te 5031 Grand-Leez, Rue de la Place 39
- b) Mr. Luc REGOUT Wonende te 5031 Grand-Leez, Rue de Perwez 17
- c) De Naamloze Vennootschap AIR ENERGY, met zetel te 1300 Waver, Av. Pasteur 6, gebouw H, ingeschreven met ondernemingsnummer BTW BE 0475.012.760

De bestuurders kiezen woonplaats in hun respectieve zetel of woonplaats.

3. Methodologie

Na ontvangst van het milieueffectenrapport van het project onderzoeken de verschillende experts van de BMM de onderwerpen met betrekking tot hun expertise. Hierbij wordt gelet op de vermelde gegevens en referenties. Indien nodig worden bijkomende gegevens gevraagd, worden bijkomende studies uitgevoerd en wordt bijkomende literatuur geconsulteerd om alle relevante aspecten van de verwachte milieu-impact te onderzoeken en evalueren. Voor de disciplines die dit vereisen, worden modellen gebruikt om bepaalde voorspellingen te kunnen doen.

Al deze informatie wordt door de experts verwerkt om tot een gefundeerde beoordeling te komen van het project voor wat betreft zijn discipline. De beoordeling houdt ook rekening met de aanleg van de kabels en met het cumulatief aanwezig zijn van meerdere windmolenparken en andere activiteiten in de zone.

Op basis van zijn beoordeling bepaalt de expert of het project aanvaardbaar is voor zijn discipline. Zo niet meldt hij de eventuele milderende maatregelen die kunnen genomen worden om de activiteit aanvaardbaar te maken. Indien besloten wordt dat de activiteit aanvaardbaar is, gaat de expert na of er aanbevelingen kunnen gedaan worden of bepaalde voorwaarden dienen opgelegd te worden voor het uitvoeren van de activiteit. De expert stelt indien nodig ook het monitoringsplan op voor de discipline van zijn expertise.

Op basis van de beoordelingen van alle experts wordt een algemeen besluit genomen over de aanvaardbaarheid van het project in zijn geheel (over alle disciplines). Eventuele mitigerende maatregelen worden voorgesteld. De aanbevelingen en voorstellen voor voorwaarden waaraan moet voldaan worden door de vergunninghouder, het cumulatieve aspect en de monitoring worden eveneens voor het geheel van het project onderzocht.

De voorwaarden en aanbevelingen worden per discipline voorgesteld in de desbetreffende hoofdstukken. Indien bij de monitoring van de activiteit een significant negatieve impact vastgesteld wordt op het mariene milieu, kunnen bijkomende mitigerende maatregelen gesteld worden door de minister.

De milieueffectenbeoordeling wordt als document bij het advies gevoegd dat de BMM aan de minister bevoegd voor het mariene milieu verstrekt. De minister zal, mede op basis van dit advies, de vergunning al dan niet toekennen.

Voor het goede verloop van de activiteiten en om de hoogst mogelijke graad van milieubescherming te verzekeren, is het van belang dat al de windmolenparken in de bij KB van 16 mei 2004 afgebakende zone onderworpen worden aan dezelfde regels. In het bijzonder is het van belang dat de monitoring van het milieu en de controle van de activiteit gecoördineerd en optimaal kunnen gebeuren. Hiertoe

dienen, *mutatis mutandis*, de algemene, niet project- of sitespecifieke bepalingen van de machtigingen en vergunningen dezelfde te zijn voor alle parken.

Bijgevolg is de BMM van oordeel dat de algemene bepalingen van de vergunningen van C-Power, Belwind en Northwind de artikelen van de besluiten en de niet-specifieke gebruiksvoorwaarden - opgenomen moeten worden, in voorkomend geval, in de aan Norther te verlenen machtiging/vergunning.

De uitgevoerde milieueffectenbeoordeling focust op het betrokken concessiegebied en op de meest recente elementen in kennis over de effecten op het milieu in de verschillende disciplines. De in het verleden gemaakte beoordelingen, voorwaarden, aanbevelingen en monitoringsprogramma's worden getoetst aan de nieuwe beschikbare informatie en waar nodig geactualiseerd. Er wordt tevens rekening gehouden met mogelijke cumulatieve effecten.

De standpunten, opmerkingen en bezwaren ontvangen tijdens de consultatieprocedure worden in een apart document uitgebreid besproken. Indien relevant werden ze meegenomen in deze milieueffectenbeoordeling.

4. Juridische achtergrond

4.1 *Wetgeving Natuur en Milieu*

In het MER wordt een degelijk overzicht gegeven van de van toepassing zijnde nationale en internationale wetgeving. Recent werd op internationaal niveau bepaalde wetgeving in voege gesteld en deze wordt hierna besproken in het kader van deze MEB. Ook de recentste nationale wetgeving die van specifiek belang is voor deze MEB wordt hier ter verduidelijk meegegeven.

Marine Strategy Framework Directive (MSFD)

Alhoewel er in de Europese wetgeving reeds verschillende richtlijnen bestaan (EIA/SEA/Natura 2000/WFD/ICZM), bestaat er nog geen wetgeving die alle mariene waters beschermt. De MSFD bepaalt daarom het kader waarin EU lidstaten de nodige maatregelen moeten nemen om een goede milieustatus te houden of te bereiken tegen ten laatste 2020. Iedere lidstaat moet progressief een eigen “mariene strategie” (actie plan) opstellen bestaande uit verschillende stappen. Hiervoor moeten ze ook onderling samenwerken in het bijzonder met de omliggende lidstaten en waar mogelijk gebruik maken van regionale zeeconventies zoals bv. het OSPAR Verdrag. In juli 2010 heeft de EC criteria en 11 methodologische standaarden (descriptors) voor een goede milieustatus (Good Environmental Status - GES) uitgebracht voor gebruik door de lidstaten. Voor dit dossier zijn vooral volgende standaarden van toepassing:

- 1: De biologische diversiteit wordt behouden. De kwaliteit en het voorkomen van habitats en de verspreiding en dichtheid van soorten zijn in overeenstemming met de heersende fysiografische, geografische en klimatologische omstandigheden.
- 2: Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.
- 4: Alle elementen van de mariene voedselketens, voor zover deze bekend zijn, komen voor in normale dichtheden en diversiteit en op niveaus die de dichtheid van de soorten op lange termijn en het behoud van hun volledige voortplantingsvermogen garanderen.
- 6: Integriteit van de zeebodem is zodanig dat de structuur en de functies van de ecosystemen gewaarborgd zijn en dat met name benthische ecosystemen niet onevenredig worden aangetast.
- 7: Permanente wijziging van de hydrografische eigenschappen berokkent de mariene ecosystemen geen schade.
- 8: Concentraties van vervuilende stoffen zijn zodanig dat geen verontreinigingseffecten optreden.
- 11: De toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, is op een niveau dat het mariene milieu geen schade berokkent.

Van de lidstaten wordt verwacht dat ze tegen juli 2012 een beschrijving en beoordeling maken van de

huidige milieutoestand, met inbegrip van de milieu impact van menselijke activiteiten en socio-economische analyse. Bovendien moeten zij ook de GES bepalen die ze willen verwezenlijken en milieudoelen vastleggen met de bijhorende indicatoren. Tegen juli 2014 worden monitoringsprogramma's verwacht voor alle mariene wateren en vanaf 1 januari 2015 moeten de monitoringsprogramma's operationeel zijn. Deze kaderrichtlijn werd omgezet in de Belgische wetgeving met het KB van 23 juni 2010 betreffende de mariene strategie voor de Belgische zeegebieden (BS 13/07/2010).

Daarnaast worden de mogelijke effecten van de constructie en exploitatie van offshore windparken behandeld in het kader van het OSPAR Verdrag ter bescherming van het noordoostelijke deel van de Atlantische Oceaan (Parijs, 1992).

Habitat –en Vogelrichtlijngebieden in België en Nederland

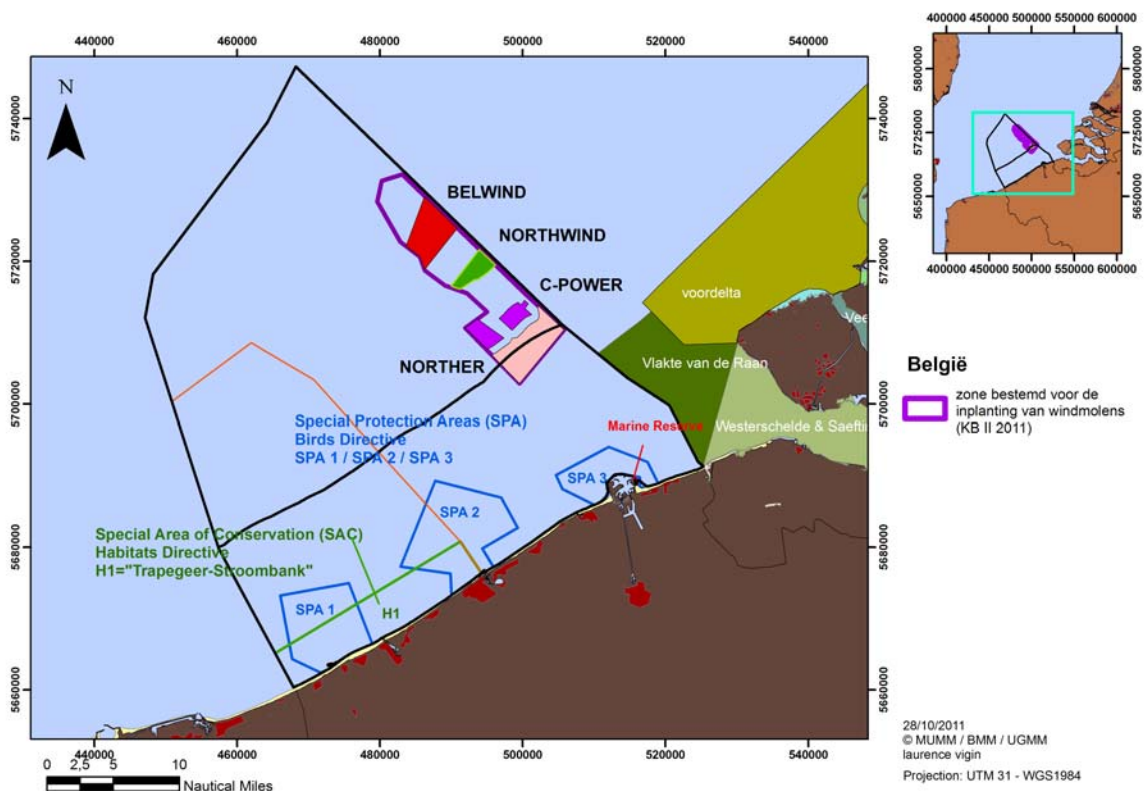
➤ België

België voerde de Vogel en Habitatrichtlijnen uit met het instellen van verschillende KB's. Een overzicht van deze KB's wordt beschreven in het MER. Als leidraad voor deze MEB wordt hierna een overzicht van de verschillende ingestelde zone's gegeven.

- 3 zones aangeduid als speciale beschermingszones (KB van 14 oktober 2005):
 - een zone rond de haven van Nieuwpoort (SPA1);
 - een zone rond de haven van Oostende (SPA2);
 - een zone rond de haven van Zeebrugge (SPA3)
- 3 zones aangeduid als speciale zone voor natuurbehoud (SBZ-H):
 - een zone genaamd "Trapegeer Stroombank"(KB van 14 oktober 2005), zich uitstrekkende van Oostende tot de grens met Frankrijk, van de laagwaterlijn tot drie mijl in zee (H1);
 - een zone genaamd "Vlakte van de Raan", op en rond de gelijknamige zandbank. Bij arrest nr. 179.254 van 1 februari 2008 heeft de Raad van State artikel 8, 2°, van het koninklijk besluit van 14 oktober 2005 tot instelling van speciale beschermingszones en speciale zones voor natuurbehoud in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België, vernietigd (BS 25/04/2008). Het artikel 8, 2°, heeft betrekking op de Vlakte van de Raan". Bijgevolg is de Vlakte van de Raan niet meer aangeduid als SBZ-H.
 - Op 3 juni 2010 werd het document ondertekend ter aanmelding van een uitbreiding van het Trapegeer - Stroombank habitatgebied in de Belgische Noordzee. De aanmelding werd formeel via de permanente vertegenwoordiger aan de Europese Commissie overgemaakt. Van zodra de EC het gebied op haar lijst van "Gebieden van Communautair Belang" plaatst zal het gebied onderworpen zijn aan de bepalingen van de Habitatrichtlijn.
- 1 gericht marien reservaat aangeduid, met name een zone aansluitend aan het Vlaamse natuurreservaat "Baai van Heist" (KB van 5 maart 2006).

Een overzicht van deze zones wordt weergegeven in Figuur 4.1.

Bij het aanlanden van de kabel in Zeebrugge zal de speciale beschermingszone rond Zeebrugge doorkruist (SBZ-V3) worden. De mogelijke effecten hiervan worden besproken in het hoofdstuk avifauna. De in 2004 aangeduide windmolenzone en meer in het bijzonder de originele concessie van Norther, ligt op minimum 24,8 km afstand van het Trapegeer–Stroombank habitatgebied (23,6 km voor de uitgebreide concessie). Rekening houdend met de ruimtelijk beperkte aard van de meeste effecten zal in deze MEB geen rekening gehouden worden met de bepalingen van de Habitatrichtlijn en de Vogelrichtlijn voor dit gebied.

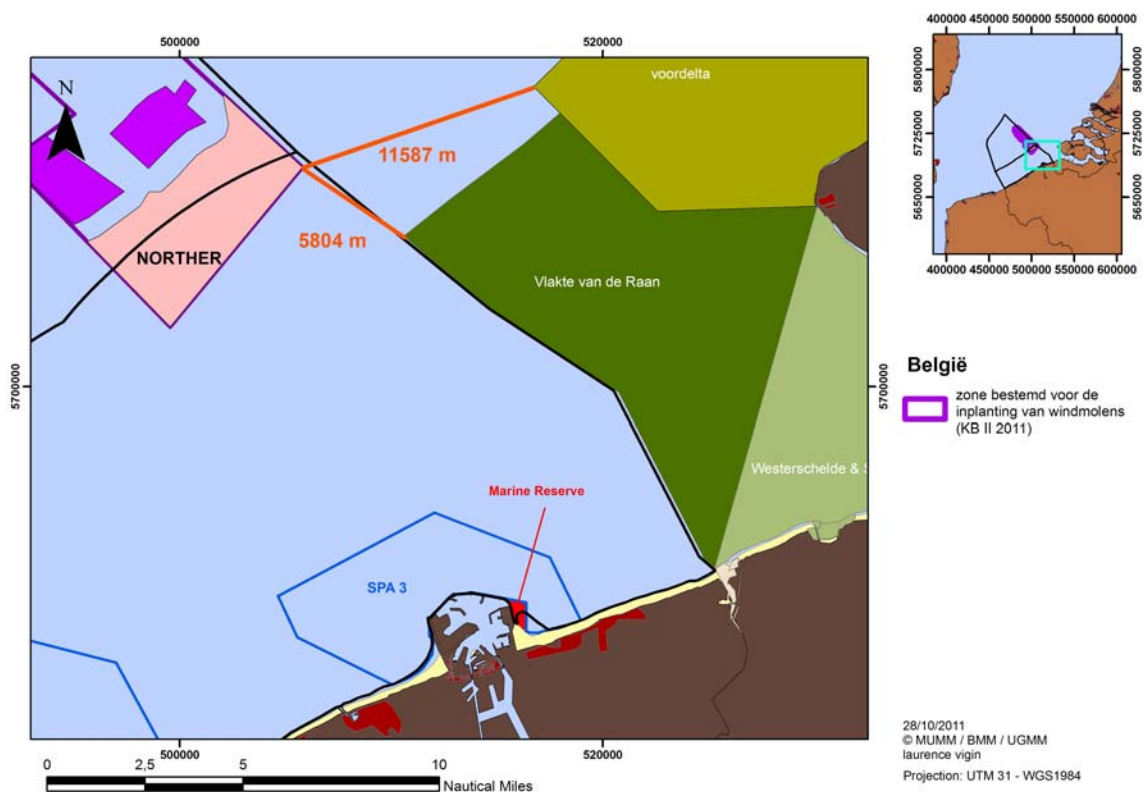


Figuur 4.1. Overzicht van de Belgische beschermde gebieden.

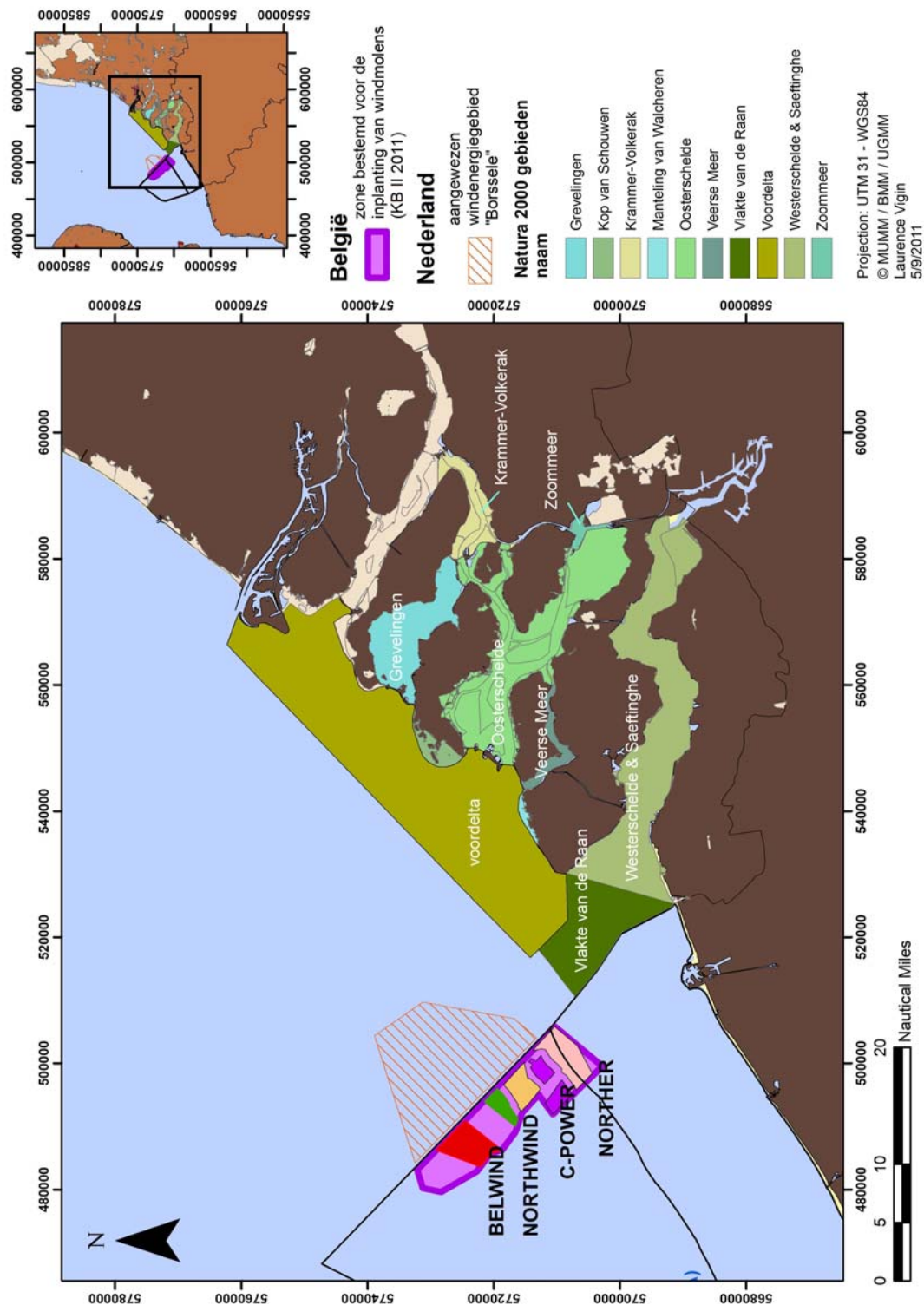
➤ Nederland

De Norther concessie ligt op een afstand van 5.8 km tot de Vlakte van de Raan' en 11.5 km van tot de Voordelta (Figuur 4.2) en bijgevolg zal rekening gehouden worden met de bepalingen van de Habitatrichtlijn en de Vogelrichtlijn voor deze gebieden. Dit gebeurt door een passende beoordeling op te stellen alvorens over te gaan tot beslissingen over het al dan niet toekennen van de activiteit. Deze passende beoordeling houdt rekening met de instandhoudingsdoelstellingen (i.f.v. de soorten en habitats waarvoor de site werd aangeduid) die voor het gebied werden opgesteld. De milieueffectenbeoordeling gekoppeld aan de bij de KB's van 2003 voorziene vergunningsprocedure

voor mariene activiteiten houdt inspraakmogelijkheden in en wordt samen met de instandhoudingsdoelstellingen voor de Vlakte van de Raan door de Federale overheid beschouwd als een passende beoordeling die tegemoet komt aan de vereisten van de Habitatrichtlijn, artikel 6. Een overzicht van de Nederlandse Natura 2000 zones die zich binnen de mogelijke beïnvloedingszone van het voorgestelde Norther windmolenpark bevinden wordt weergegeven in Figuur 4.3. De mogelijke effecten van het Norther windmolenpark op de Nederlandse Natura 2000 gebieden worden besproken in hoofdstuk 18 van deze MEB.



Figuur 4.2. Afstanden van het Norther park tot de Nederlandse Natura 2000 gebieden.



Figuur 4.3. Overzicht van de Nederlandse beschermde gebieden binnen de mogelijke beïnvloedingszone van het Norther windmolenpark. Naast het Norther windmolenpark worden ook de drie reeds volledig vergunde Belgische windmolenparken aangeduid net als het Nederlandse windenergiegebied Borssele.

EU Guidance document

In maart 2010 heeft de EU een “Guidance document on wind energy developments and Natura 2000” uitgebracht. Dit document legt uit hoe te verzekeren dat nieuwe windenergieprojecten compatibel zijn met de Vogel- en Habitatrichtlijn. Artikel 6(3) en 6(4) van de Habitatrichtlijn bepalen de te volgen procedure bij het plannen van nieuwe ontwikkelingen die een Natura 2000 site kunnen beïnvloeden. Dit geldt niet enkel voor ontwikkelingen in die gebieden zelf, maar ook voor deze ontwikkelingen die buiten het Natura 2000 gebied liggen en een invloed zouden kunnen hebben op een nabijgelegen Natura 2000 gebied.

Soorten

In verband met de planten en dieren uit Annex IV van de Habitatrichtlijn, zijn de verplichtingen van Artikel 12, lid 1 tot 3 van de Habitatrichtlijn omgezet in nationale wetgeving in **het KB van 21 december 2001** betreffende de soortenbescherming in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België. Door dit KB worden een aantal diersoorten, waaronder alle zeezoogdieren, strikt beschermd. Onder meer het vangen, verwonden, doden, vervoeren, en opzettelijk verstoren van zeezoogdieren is verboden. Er wordt in deze MEB bijzondere aandacht aan deze soorten gegeven.

4.2 Andere wetgeving

Een overzicht van de niet natuur en milieu gerelateerde wetgeving wordt gegeven in het MER. Enkel recente wijzigingen of wetgeving die het lezen van deze MEB vergemakkelijken worden hierna gegeven.

Zand- en grindwinningszone

Bij KB van 24 december 2010 betreffende de afbakening van sectoren in exploratiezone 4 voor de exploratie en de exploitatie van de niet-levende rijkdommen van de territoriale zee en het continentaal plat, werd een nieuwe zand- en grindwinningszone aangeduid ten westen van de Belgische windmolenzone, ter hoogte van de Bligh Bank. Op 2 februari 2011 heeft de Vlaamse overheid, met name het agentschap Maritieme Dienstverlening en Kust (MDK), afdeling Kust bij de FOD Economie, een aanvraag ingediend voor zandwinning binnen sector 4 (in deelsectoren 4a, 4b, 4c en 4d). De concessievergunning werd afgeleverd bij MB van 22 september 2011 (BS 05/11/11). Op 19 mei 2011 hebben tien leden van de Federatie van Invoerders en Producenten van Gebaggerde Zeegranulaten (Zeegra vzw), een aanvraag ingediend voor zandwinning binnen sector 4 (in deelsectoren 4a, 4b, 4c en 4d). MDK en Zeegra vzw vragen respectievelijk een totaal van 20 en 12 miljoen m³ zand aan voor een periode van 10 jaar te ontginnen in de nieuwe sectoren. Gelijktijdig en conform de wetgeving werd bij de BMM een milieu effectenrapport (MER) ingediend (IMDC, 2010).

Windmolenzone

In overeenstemming met het internationaal zeerecht duidt het KB van 17 mei 2004 een zone in de Belgische zeegebieden aan voor de bouw en exploitatie van installaties voor de productie van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen. Dit KB werd gewijzigd door het KB van 28/9/2008 en 3/2/2011. De eerste wijziging (2008) voorziet in een verschuiving van bevoegdheden voor het

adviseren van de minister van Economie en dit m.b.t. concessiedossiers. Waar die bevoegdheid tot nu toe lag bij de CREG, wordt dit door de wijziging gelegd bij de afgevaardigde van de minister van Economie. Dit geldt voor alle toekomstige aan te wijzen concessies. De laatste wijziging (2011) heeft betrekking tot de aanpassing van de zone aan de meest noordelijke en zuidelijke zijde. De aanpassing werden ingegeven na overleg binnen de kustwachtpartners over de scheepvaart in de omgeving van de windmolenparkenzone. Door deze aanpassing werd een veiliger scheepvaartverkeer beoogd.

Milieuvergunningen

Bij ministerieel besluit van 14 april 2004 werd aan de n.v. C-Power een machtiging verleend voor de bouw en een vergunning voor de exploitatie van een windmolenpark van 60 windturbines, met een nominaal vermogen van 3,6 MW per windturbine, inclusief de kabels, voor de productie van elektriciteit uit wind op de Thorntonbank in de Belgische Zeegebieden. Dit besluit werd gewijzigd met de ministeriele besluiten van 10 mei 2006 en van 25 april 2008. Naar alle drie besluiten samen wordt verwezen als “het MB CP” of “de vergunning C-Power”. Op datum van deze MEB (nov 2011) zijn 6 windturbines volledig operationeel, werden 24 jacketstructuren geplaatst op funderingen en nog eens bijkomend alle prepiles voor de 18 toekomstige windturbines.

Bij ministerieel besluit van 20 februari 2008 werd aan de n.v. Belwind een machtiging verleend voor de bouw en een vergunning voor de exploitatie van een windmolenpark voor de productie van elektriciteit uit wind op de Bligh Bank in de Belgische Zeegebieden (genoemd “MB BW” of “de vergunning Belwind”). Op datum van deze MEB (nov 2011) zijn 55 windturbines volledig operationeel.

Bij ministerieel besluit van 19 november 2009 werd aan de n.v. Northwind (vroeger Eldepasco) een machtiging verleend voor de bouw en een vergunning voor de exploitatie van een windmolenpark voor de productie van elektriciteit uit wind op de Bank zonder Naam in de Belgische Zeegebieden (genoemd “MB EDP” of “de vergunning EDP”). Op datum van deze MEB (nov 2011) zijn de werken op zee in voorbereiding maar nog niet gestart.

Domeinconcessies

Bij ministerieel besluit van 5 oktober 2009 werd een domeinconcessie aan de NV Norther toegekend voor de bouw en de exploitatie van installaties voor de productie van electriciteit uit wind in de zeegebieden (Thorntonbank).

Bij ministerieel besluit van 4 juni 2009 werd een domeinconcessie aan de THV Rent-a-port, Electrawinds afgekort THV RENTEL toegekend voor de bouw en de exploitatie van installaties voor de productie van electriciteit uit wind in de zeegebieden (Zuidwest-Schaar tussen de Thorntonbank en de Bank zonder Naam).

Bij ministerieel besluit van 24 maart 2010 werd een domeinconcessie aan de tijdelijke handelsvennootschap SEASTAR toegekend voor de bouw en de exploitatie van installaties voor de

productie van electriciteit uit wind in de zeegebieden gelegen tussen de Bank zonder Naam en de Bligh Bank. Dit MB werd op 3/2/2011 geschorst door de Raad van State en definitief ingetrokken door het MB van 6 april 2011.

4.3 Besluit

De aanvraag van Norther n.v. wordt behandeld in het kader van een compleet en gepast federaal rechtsstelsel dat rekening houdt met de Europese regelgeving inzake natuurbehoud. De concessie ligt op een afstand van 5.8 km van het dichtste Nederlandse Natura 2000 gebied en op ~18 km van het dichtste Belgische SBZ-V gebied. Uit deze milieueffectenbeoordeling zal blijken of het leggen en/of de exploitatie van de elektriciteitskabels significante gevolgen kan hebben voor het SBZ-V gebied dat doorkruist moet worden. De BMM concludeert dat er *a-priori* geen juridische (in de vorm van een bindend verhoogde milieubescherming) en geen beleidsmatige (in de vorm van een structuurplan of een visie van mariene ruimtelijke ordening) beperkingen zijn voor de installatie van het park op de gekozen locatie.

5. Klimaat en atmosfeer

- de effecten van het windmolenpark op het lokale windregime zijn significant, maar vrijwel beperkt tot het concessiegebied
- de invloed van het voorgesteld windmolenpark op het globale klimaat is verwaarloosbaar
- realisatie van het windmolenpark zou een significante bijdrage leveren tot de reductiedoelstellingen van België in het kader van het Kyoto-protocol en de NEC-richtlijn
- de voornaamste negatieve effecten op de atmosfeer situeren zich tijdens de constructie van de onderdelen en de bouwfase
- doorgedreven hergebruik van grondstoffen (ontmantelingsfase) zorgt er voor dat windenergie een ecologische levenscyclus heeft in vergelijking met andere elektriciteit opwekkende technologieën
- globaal genomen kan men verwachten dat het project een algemeen gunstig effect zal hebben op de atmosfeer en de klimatologische factoren die relevant zijn voor deze milieueffecten-beoordeling

5.1 Inleiding

De opwarming van het wereldwijde klimaat is een feit zoals blijkt uit de wereldwijde toename in de luchttemperatuur, alsook de opwarming van de oceanen, de wereldwijde afname van sneeuw en ijs en de stijging van het gemiddelde zeeniveau (IPCC, 2007). Tijdens de klimaatconferentie in Kyoto werd beslist om maatregelen te nemen om wereldwijd de emissie van broeikasgassen terug te dringen teneinde de effecten van antropogene klimaatsveranderingen te beperken. In navolging van dit protocol moeten de industrielanden de uitstoot van CO₂-equivalenten³ tussen 2008 en 2012 met 5,2% verminderen. De EU-lidstaten besloten om hierin nog verder te gaan en willen een daling van 8%. Hierbij krijgt elke lidstaat een doelstelling afhankelijk van de huidige emissie en de economische kracht. België kreeg een emissie reductiedoelstelling van 7,5% t.o.v. 1990. De totale uitstoot van broeikasgassen in België in het jaar 2009 (de laatste beschikbare gegevens) bedroeg 124,4 miljoen ton CO₂-equivalenten (FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de voedselketen en leefmilieu) ofte een daling met 8,3% in vergelijking met 1990. Bijkomende inspanning blijven echter noodzakelijk aangezien de EU beslist heeft om tegen 2020 (post-2012 actie) de emissies met minstens 20 % te verminderen t.o.v. het niveau van 1990 (European Commission, 2008). Ook de uitstoot van algemene luchtverontreinigende componenten CO, SO₂, en PM₁₀ dient beperkt te worden, dit in het kader van de NEC-richtlijn (2001/81/EG)⁴.

Het Europese energiebeleid is gebaseerd op twee doelstellingen om de milieudruk te verminderen. Naast een reductie van de CO₂-uitstoot moet ook het aandeel energie geproduceerd uit hernieuwbare bronnen stijgen. In 2001 werd de Europese richtlijn 2001/77/EG betreffende de bevordering van elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare energiebronnen op de interne elektriciteitsmarkt

³ CO₂-equivalenten bestaan naast CO₂ uit zes andere broeikasgassen: CH₄, N₂O, NO_x, CO, HFC en SF₆.

⁴ Europese Richtlijn van 23 oktober 2001 inzake nationale emissieplafonds voor bepaalde luchtverontreinigende stoffen.

uitgevaardigd. Deze richtlijn legt iedere lidstaat een indicatief streefcijfer op voor de bijdrage van hernieuwbare energiebronnen in de totale elektriciteitsconsumptie. Dit objectief moest in 2010 bereikt worden. Voor België was het streefcijfer 6%. Ondertussen heeft de EU zich geëngageerd om tegen 2020, 20 % van de elektriciteitsconsumptie op te wekken uit hernieuwbare energiebronnen (België: 13%). In het kader hiervan werd gesteld dat offshore windenergie hierbij een belangrijke rol te spelen heeft (communicatie van de EC eind 2008 -COM 2008/768).

Windenergie kan, indien op een respectvolle manier wordt omgegaan met het ecosysteem, een duurzame, hernieuwbare energiebron zijn die op termijn de conventionele energiebronnen gedeeltelijk kan vervangen. Het koninklijk besluit van 17 mei 2004⁵ voorziet een mariene zone in de EEZ van België in de Noordzee voor de productie van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen. Momenteel zijn er in België reeds twee offshore windmolenparken die elektriciteit leveren aan het net. Een derde park is volledig vergund en de constructie hiervan wordt gestart in 2013.

Voorliggend project is het vierde windmolenpark waar een machtiging en vergunning voor wordt aangevraagd. Het totale vermogen van het park zal tussen de 310 MW (86 turbines van 3,6 MW) en 470 MW (47 turbines van 10 MW) bedragen. Dit resulteert in een netto elektriciteitsproductie van 800-1500 GWh/jaar. Dit komt overeen met 0,92-1,72% van de netto Belgische elektriciteitsproductie, die 87.046 GWh/jaar bedroeg in 2009 (eurostat, 2010).

5.2 Te verwachten effecten

A. Klimatologische factoren

Op lokale schaal zal het windregime in de concessie beïnvloed worden door de aanwezigheid van de turbines. Enerzijds komt dit door het feit dat de turbines zelf een obstakel vormen voor de wind. Anderzijds gaan de windturbines energie onttrekken aan de wind, hetgeen een turbulente zogstroming met lagere windsnelheden veroorzaakt achter de rotor. Deze zogeffecten (parkeffect) zullen de lay-out van het park bepalen omdat de ontwikkelaar rekening moet houden met het productieverlies (lagere windsnelheden) en de vermoeidheidsbelasting van de turbines (turbulentie) (Mathys *et al.*, 2009). Nielsen (2003) berekende dat een optimale efficiëntie bekomen werd met een tussenafstand van 8 tot 9 rotordiameters (minimum afstand tussen twee rijen turbines volgens de dominante windrichting). De configuraties voorgesteld in het MER resulteren in een (globale) tussenafstand van 5 tot 9 rotordiameters in de overheersende windrichting. In het geval van een tussenafstand van 5 rotordiameters kan men een gemiddeld verlies van ca. 22% verwachten dat merkbaar blijft tot meer dan 3 km achter de turbine (Arcadis, 2011). Mogelijke effecten van de exploitatie van het windpark op het globale klimaatstelsel door vermeden emissies worden hieronder besproken (B. atmosfeer).

Tijdens de constructie- en ontmantelingsfase is er geen impact op het lokaal en globaal klimaat te verwachten.

⁵ Het Koninklijk besluit van 17 mei 2004 tot wijziging van het Koninklijk besluit van 20 december 2000 betreffende de voorwaarden en de procedure voor de toekenning van domeinconcessies voor de bouw en de exploitatie van installaties voor de productie

B. Atmosfeer

Life cycle analysis

In de evaluatie van de effecten die een offshore windmolenpark op het klimaat heeft, moet er een afweging gemaakt worden tussen de emissies tijdens de bouw van het park en van alle elementen die er deel van uitmaken en de vermeden emissies tijdens de exploitatiefase. Hiertoe kan het best een Life Cycle Analysis (LCA) worden gedaan. Op basis van een LCA van een Vestas V90-3,0 MW turbine (Vestas, 2005) werd in het MER een extrapolatie uitgevoerd (o.a. rekening houdend met de grotere afstand tot de kust, de diepte ter plekke en de omvang van de turbines) waaruit blijkt dat de windturbines hun eigen energie-input ca. 11.5-39.4 keer kunnen opleveren. Dit resulteert in een energierugverdiëntijd van 6 tot 21 maanden. De werkelijk gerealiseerde energierugverdiëntijd zal sterk afhankelijk zijn van de gekozen types turbines, fundering en installatietechnieken (zie bv. Properzi *et al.*, 2002 en Martínez *et al.*, 2010), maar zal waarschijnlijk binnen de bovenstaande range vallen. De belangrijkste energiekosten doen zich voor tijdens productiefase. Deze omvat het winnen van de grondstoffen tot en met de productie van de onderdelen en beslaat ongeveer 150% van de totale energieconsumptie. Dit wordt echter deels gecompenseerd tijdens de ontmantelingsfase, waarbij doorgedreven recyclage een energiewinst van ~60% oplevert (Vestas, 2005; Martinez *et al.*, 2009).

Emissies

Op basis van de LCA van Vestas (zie hierboven) werd er in het MER een inschatting gemaakt van de atmosferische emissies voor CO₂, SO₂ en NO_x per turbine. Rekening houdend met 47 tot 86 turbines, een levensduur van 20 jaar en een nettoproductie van 800 tot 1500 GWh/jaar kwam men tot volgende resultaten:

Tabel 5.1: Vermeden emissies als gevolg van de exploitatie –van het windpark (bron: MER North)

		Geproduceerde emissies North		Vermeden emissies		Emissiebalans	
		Sea Power Project		(Klassieke productie ⁶)			
		800 GWh	1.500 GWh	800 GWh	1.500 GWh	800 GWh	1.500 GWh
CO ₂ ,	ton/jaar	4.200	7.875	576.000	1.080.000	-571.800	-1.072.125
SO ₂	ton/Jaar	18	34	570	1.067	-552	-1.033
NO _x	ton/jaar	16	31	582	1.092	-566	-1.061

Op basis van bovenstaande tabel zou men kunnen besluiten dat de elektriciteitsproductie door het windpark ter vervanging van deze door klassieke energieproductie aanleiding kan geven tot een positief effect op de luchtkwaliteit aan land en een reductie van het broeikaseffect en de zure depositie. De vermeden emissies zullen in werkelijkheid beduidend (ongeveer de helft) minder zijn dan deze die hierboven berekend werden indien men rekening houdt met het aandeel van ~50% nucleaire energie in de Belgische productie (Eurostat, 2010). De realisatie van het windpark zal desondanks leiden tot het afremmen van de stijgende emissies van broeikasgassen en luchtverontreinigende componenten. Deze

van elektriciteit uit water, stromen of winden, in de zeegebieden waarin België rechtsmacht kan uitoefenen in overeenstemming met het internationale zeerecht.

⁶ Klassieke thermische elektriciteitsproductie – emissiefactoren berekend op basis van gegevens VMM

vermeden emissies van broeikasgassen en verontreinigende stoffen zijn niet onbelangrijk in het kader van de Belgische en Europese reductiedoelstellingen.

5.3 Besluit

5.3.1 Aanvaardbaarheid

Het valt niet te verwachten dat de productie van de windturbines en de bouw en exploitatie van dit park een negatieve invloed zullen hebben op de lokale luchtkwaliteit.

Indien de geproduceerde energie door het Norther project aanleiding zou geven tot een equivalente vermindering van geproduceerde energie d.m.v. klassieke thermische productie dan zou dit leiden tot een positief effect op de luchtkwaliteit. In de realiteit valt het te verwachten dat de hernieuwbare energie geproduceerd door de verschillende offshore windmolenparken de uitstoot niet zal verminderen, maar dat er een vertraging van de groei van de emissie van broeikasgassen kan worden bekomen. Op wereldschaal is dit positieve effect verwaarloosbaar maar in het kader van de Belgische reductiedoelstellingen is dit niet onbelangrijk.

Het Norther project komt overeen met 15,5 % (86 turbines van 3,6 MW) tot 23,5 % (47 turbines van 10 MW) van de doelstelling van het Federaal Planbureau om 2000 MW offshore windenergie te installeren tegen 2020.

Deze overwegingen maken het duidelijk dat het project een algemeen gunstig effect kan hebben op de atmosfeer en de klimatologische factoren die relevant zijn voor de milieueffecten-beoordeling. Dit project draagt bij tot het realiseren van de vooropgestelde emissiereductiedoelstellingen en past binnen de nationale en Europese energiestrategie.

5.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen

De BMM heeft geen specifieke voorwaarden en aanbevelingen voor dit onderdeel.

5.4 Monitoring

De BMM vraagt geen monitoring voor dit onderdeel

6. Hydrodynamica en sedimentologie

6.1 Inleiding

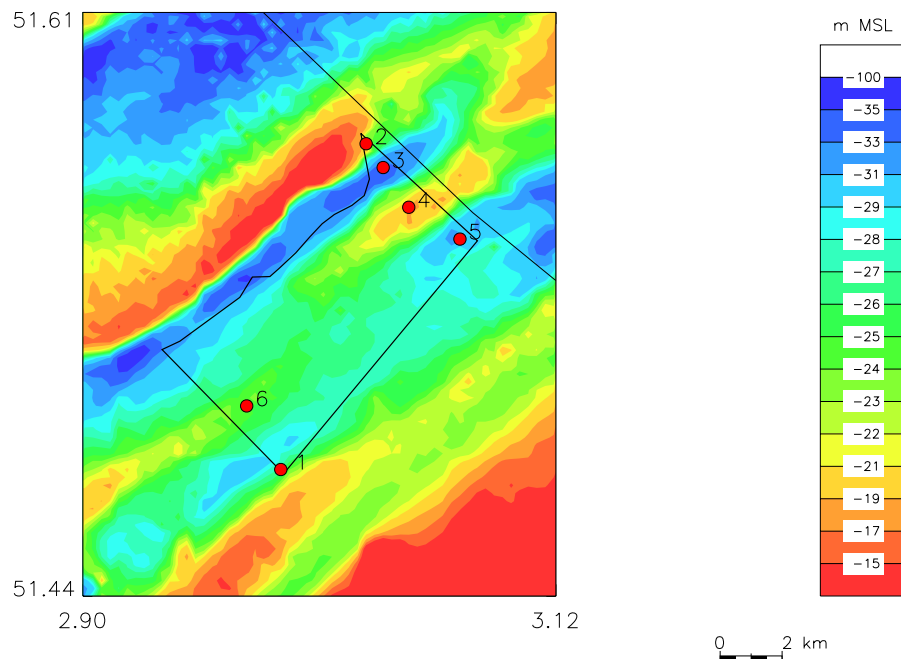
Het geplande project zal, afhankelijk van de uitvoering, bepaalde effecten hebben op de lokale sedimentologie. Het is duidelijk dat de te verwachten effecten afhangen van het type fundering en de configuratie die zal worden toegepast. Er moet hierbij worden opgemerkt dat er nog onzekerheid bestaat over de juiste funderingen die zullen worden gebruikt. In het MER wordt melding gemaakt van de mogelijkheid van het gebruiken van monopiles, jacket funderingen of gravitaire funderingen (zie Tabel 1.1). De belangrijkste te verwachten effecten zijn de verhoging van de turbiditeit tijdens de werken en het optreden van erosie rond de palen tijdens de exploitatiefase. Deze erosie zal bij de installatie van monopiles of gravitaire funderingen worden tegengegaan door het aanbrengen van erosiebescherming. Bij het gebruik van gravitaire funderingen zullen ook belangrijke bagger- en dumpingswerken plaats vinden. Ook de mogelijkheid van het vrijkomen van de kabels moet worden gecontroleerd.

Een monitoring wordt voorgesteld die moet verzekeren dat de verhoging van de turbiditeit aanvaardbaar blijft, dat geen erosieputten optreden, die de stabiliteit van de windmolens in gevaar kan brengen, en dat de kabels bedekt blijven.

6.1.1 Sedimenttransport en morfologische veranderingen

Aangezien er weinig informatie beschikbaar is over het actuele sedimenttransport en de morfologische veranderingen in het gebied, worden in Van den Eynde (2011) hydrodynamische modellen, golfmodellen en sedimenttransportmodellen gebruikt om meer inzicht te krijgen in heersende de hydrodynamische en sedimentologische omstandigheden in het concessiegebied. De belangrijkste conclusies worden hieronder vermeld.

De waterdiepte op de locatie van de concessiezone voor het windmolenpark varieert van 14 tot 30 m ten opzichte van TAW. De bathymetrie van het gebied, zoals het is gebruikt in het hydrodynamisch model MU-BCPF, met een roosterresolutie van ongeveer 258 m x 275 m, wordt voorgesteld in Figuur 6.1. In deze bathymetrie varieert de diepte in het totale gebied tussen 18,9 m en 33,5 m ten opzichte van het gemiddelde zeeniveau (MSL).



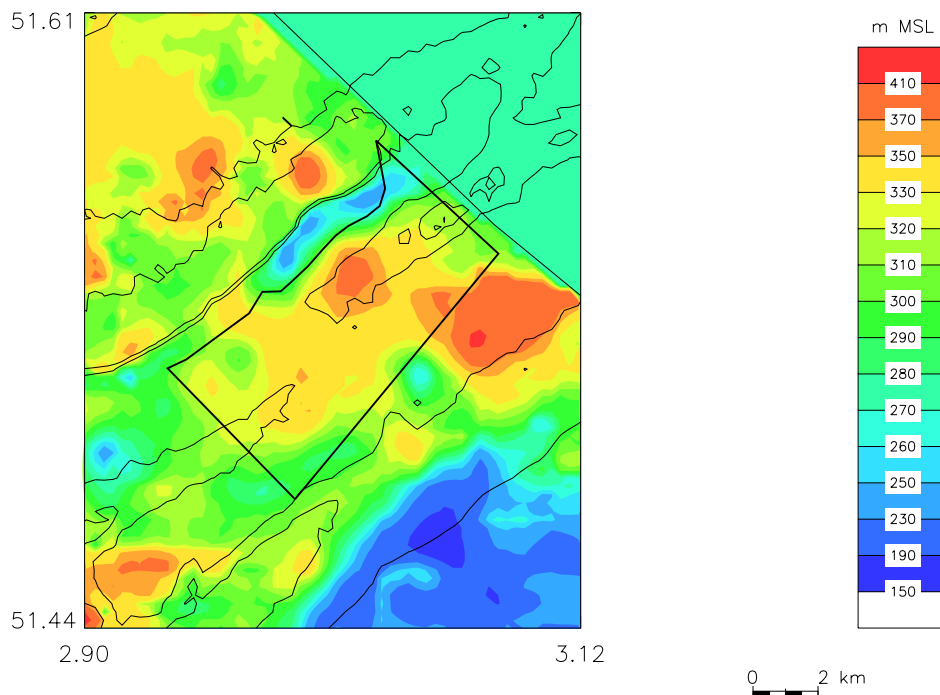
Figuur 6.1: Bathymetrie van het gebied met het MU-BCPF model (ten opzichte van gemiddeld zeeniveau of Mean Sea Level). Uit: Van den Eynde, 2011.

In Van den Eynde (2011) worden de over de diepte gemiddelde stromingen in het concessiegebied gemodelleerd met het MU-BCPF model. De over de diepte gemiddelde stromingen variëren ruwweg tussen 0,15 m/s en 0,9 m/s.

Wat de golven betreft, wordt in het MER vermeld dat op het dichtstbijzijnde station Akkaert Zuid, maximale golfhoogte tussen 6 en 7 m worden waargenomen, en dat op de Schouwenbank, voor de Nederlandse kust een golfhoogte van 3 m in 1,5 % van de tijd wordt overschreden (Arcadis, 2011). In Van den Eynde (2011) wordt de significante golfhoogte gemodelleerd en wordt gedurende de periode 1 februari 2004 tot 1 april 2004 vier maal een significante golfhoogte van 2,9 m overschreden.

In het MER wordt vermeld dat in het gebied middelmatig zand wordt teruggevonden, met een mediane korrelgrootte variërend van 250 μm tot 300 μm . Ten noorden van de Gootebank komt, volgens het MER, een beperkte zone voor met fijner materiaal (125 μm tot 250 μm).

Ter vergelijking met deze informatie wordt in Figuur 6.2 de kaart met de mediane korrelgrootte weergegeven, zoals die wordt gebruikt in het zandtransportmodel MU-SEDIM. Deze kaart was gebaseerd op de gegevens die werden verzameld in het kader van het MAREBASSE project (Van Lancker *et al.*, 2005). In dit model vinden we in de concessiezone middelmatig tot grof zand terug met een mediane korrelgrootte tussen de 290 en de 370 μm . Ten noorden van de concessiezone, in de geul ten zuiden van de Thorntonbank, is de mediane korrelgrootte veel kleiner, tot minder dan 200 μm . Merk op dat er geen goede informatie is op het Nederlands grondgebied. Het is in ieder geval duidelijk dat een exacte bepaling van de korrelgroottes niet echt goed gekend is tot op heden.

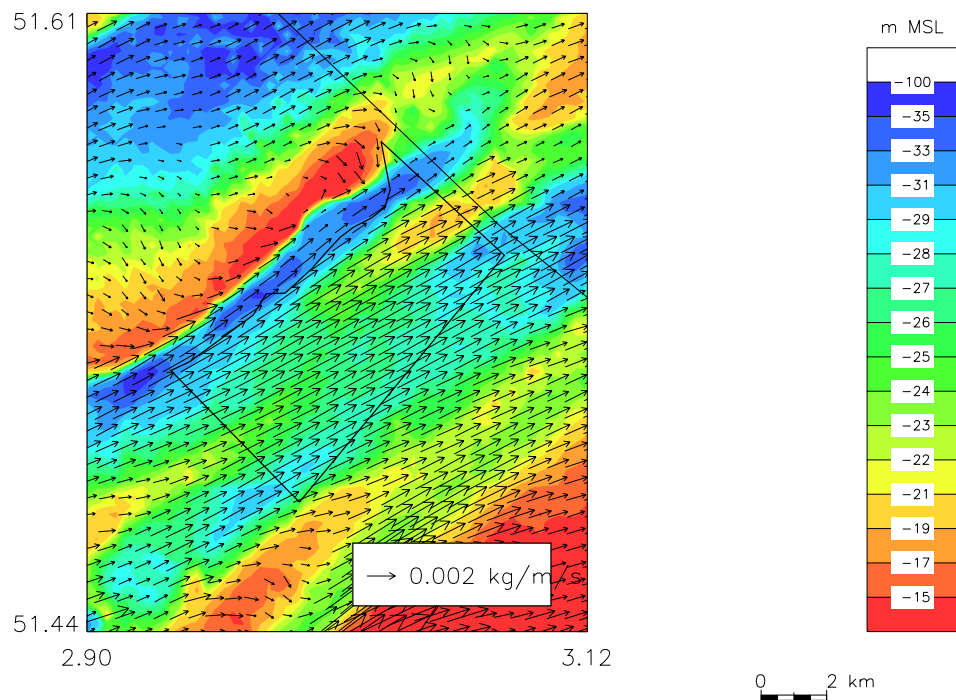


Figuur 6.2 Mediane korrelgrootte in de buurt van het windmolenpark ter hoogte van het North Sea Power windpark. Uit: Van den Eynde, 2011.

Merk op dat, zoals in het MER wordt beschreven, de quartaire zandlagen hier veel dunner zijn en dat de dikte van de quartaire lagen op het grootste deel van het concessiegebied, behalve op de Rabsbank, minder is dan 2,5 m of zelfs minder dan 0,5 m, vooral in de geulen. Onder deze quartaire zandlagen is het tertiair terug te vinden, met afwisselende kleilagen en zandhoudende kleilagen. Het is dus duidelijk dat de lagere mediane korrelgrootte in de geul ten noorden van het concessiegebied en ten zuiden van het concessiegebied een aanduiding zijn van de dagzomende tertiaire lagen. Direct ten zuidoosten van de concessiezone, tegen de Nederlandse grens, is de mediane korrelgrootte beduidend groter, wat kan wijzen op de mogelijke aanwezigheid van grindlagen.

Het MER vermeldt tot slot dat er in het zuidwestelijk gedeelte van de zone, zandduinen voorkomen met een hoogte van maximaal 3 m, met hun steile kant naar het noordoosten gericht, wat kan wijzen op noordoostelijk sedimenttransport (Lanckneus *et al.*, 2001). De amplitude van de zandduinen op de Thorntonbank en op de Rabsbank kunnen oplopen tot 5 m.

In het MER wordt zeer weinig informatie gegeven over het verwachte sedimenttransport in het concessiegebied en over de te verwachten morfologische evolutie. Er is hierover weinig informatie beschikbaar. In het MER wordt vooral referentie gedaan naar de informatie die beschikbaar is voor de Thorntonbank (Van den Eynde, 2005). In Van den Eynde (2011) wordt daarom het sedimenttransport gesimuleerd met het zandtransportmodel MU-SEDIM. Uit deze simulaties blijkt het sedimenttransport vooral in noordoostelijke richting te gaan (zie Figuur 6.3), wat overeenkomt met de asymmetrie van de zandduinen, zoals hierboven aangegeven.

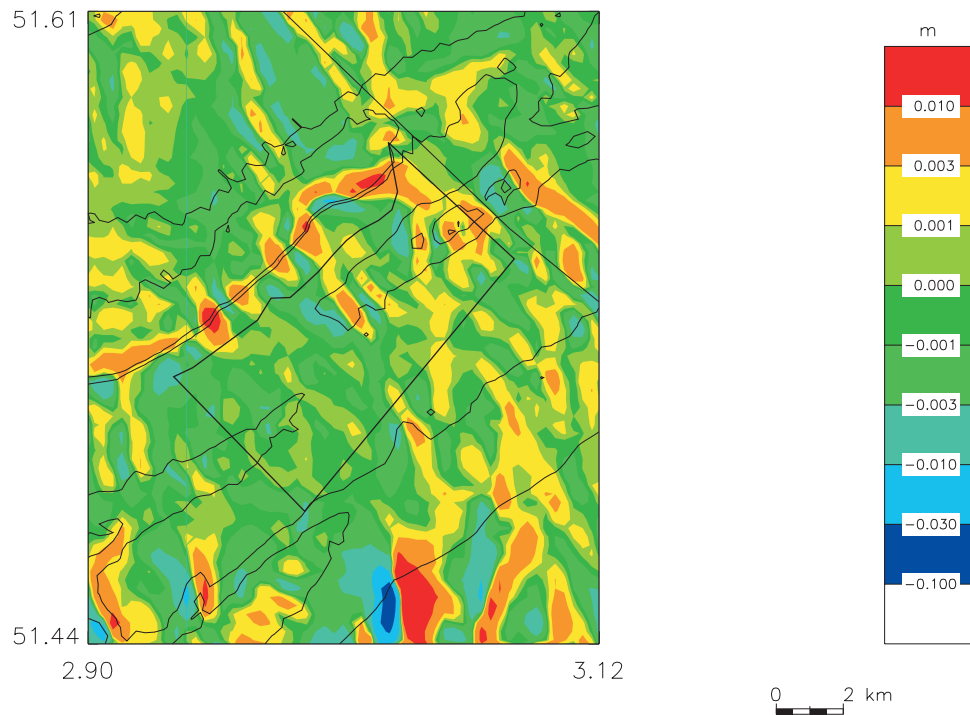


Figuur 6.3 Gemiddeld sediment transport voor de periode 1/2/2004 – 1/4/2004, zonder meteorologische omstandigheden. Eén vector per 4 roosterpunten wordt getoond. Uit: Van den Eynde, 2011.

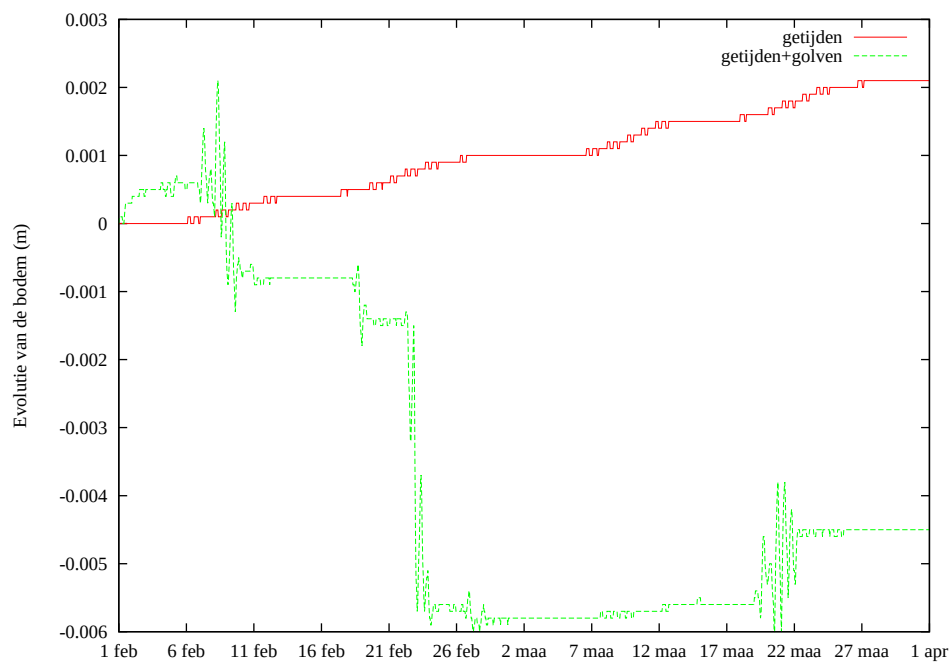
Het sedimenttransport in het gebied is redelijk klein en resulteert in een beperkte depositie in het concessiegebied (Figuur 6.4). De erosie en sedimentatie ten gevolge van de getijden blijven in ieder geval beperkt met waarden van minder dan 1 cm over de periode van twee maanden.

Het is wel duidelijk dat stormen en de bijhorende golven een belangrijke impact kunnen hebben op het erosie- en sedimentatiepatroon. Uit een simulatie voor dezelfde periode maar met inrekening van de meteorologische effecten, maar vooral van de golven op het sedimenttransport, blijkt dat het residuele sedimenttransport op sommige plaatsen gedraaid is. Het feit dat het sedimenttransport onder de invloed van de golven niet alleen in sterkte maar ook van richting kan veranderen, werd onder andere beschreven in Giardino et al. (2008).

In Figuur 6.5 wordt de evolutie van de erosie en sedimentatie in het meest ondiepe punt in het concessiegebied (punt 4 – zie Figuur 6.1) getoond, voor de simulatie met enkel getijden en voor de simulatie met getijden en golven. De invloed van drie stormen op 8 februari, 22 februari en 22 maart zijn duidelijk. Over het algemeen blijven de morfologische veranderingen echter beperkt.



Figuur 6.4: Evolutie van de bodem (in m) voor de periode 1/2/2004 – 1/4/2004, onder de invloed van het sedimenttransport zonder meteorologische omstandigheden. Uit: Van den Eynde, 2011.



Figuur 6.5: Evolutie van de bodem in punt 4 voor de simulaties. Uit: Van den Eynde, 2011.

6.1.2 Turbiditeit

Door het zandige karakter van de oppervlaktelaag zal de turbiditeit ter hoogte van het concessiegebied lager zijn dan in het turbiditeitsmaximum voor de Belgische kust. In dit turbiditeitsmaximum worden grote variaties van het materiaal in suspensie waargenomen met zeer hoge natuurlijke concentraties, tot 15 g/l aan de bodem, vooral tijdens en na stormen. De concentraties ter hoogte van de Gootebank en Rabsbank zullen waarschijnlijk minstens een factor 10 lager liggen. In het MER wordt vermeld dat de maximale concentraties offshore rond 300 mg/l liggen, maar dat deze enkel sporadisch optreden. In het gebied van de Vlaamse Banken wordt normaal een geringe concentratie (< 10 mg/l) verwacht.

6.1.3 Klimaatsveranderingen

Veranderingen in stromingskarakteristieken en morfologie op het BCP onder invloed van de klimaatsveranderingen kunnen de komende jaren een rol spelen. Vooral de verandering van het voorkomen en de intensiteit van stormen kunnen van belang zijn. In het MER wordt vermeld dat er een toename van de extreme stroomactiviteiten kan worden verwacht. Recent onderzoek, *e.g.*, Ullmann *et al.* (2009), Van den Eynde *et al.* (2011), Van den Eynde (2011), lijkt er echter op te wijzen dat voor de Belgische kustzone geen stijging van het aantal stormen of van de stormintensiteit verwacht wordt. Er is echter nog steeds veel onduidelijkheid hieromtrent.

6.2 Te verwachten effecten

6.2.1 Inleiding

De te verwachten milieueffecten van een windmolenpark op de lokale hydrodynamica en sedimentologie worden voorgesteld in het MER en werden reeds uitvoerig besproken in de milieueffectenbeoordelingen (MEB), die door de BMM werden opgesteld voor het windmolenpark op de Thorntonbank (BMM, 2004), voor de veranderingen aan het oorspronkelijke MER voor hetzelfde windmolenpark op de Thorntonbank (BMM, 2006), voor het windmolenpark op de Bligh Bank (BMM, 2007) en op de Bank Zonder Naam (BMM, 2009). Hier wordt vooral ingegaan op de specifieke informatie van het huidige project of op nieuwe recente informatie.

De belangrijkste te verwachten effecten zijn de verhoging van de turbiditeit tijdens de werken, het optreden van erosie rond de palen tijdens de exploitatiefase en het baggeren en dumpen van sedimenten, bij de installatie van gravitaire funderingen. Voor monopiles en voor gravitaire funderingen wordt de erosie tegen gegaan door het aanbrengen van erosiebescherming.

6.2.2 Funderingen

Er moet worden opgemerkt dat in dit project nog onzekerheid bestaat over de grootte van de te installeren windturbines en bijgevolg ook over het type fundering die zal worden gebruikt. In het MER wordt ervan uitgegaan dat bij het gebruik van de kleinere turbines (3 tot 4,5 MW) monopiles of multipode funderingen zullen toegepast worden, terwijl voor de grotere turbines (5 tot 6,5 MW

turbines of 7 tot 10 MW turbines) multipode funderingen of gravitaire funderingen zullen gebruikt worden. In dit laatste geval moet rekening gehouden worden met een belangrijke hoeveelheid zand (en klei) die zal worden uitgegraven en moet worden gestockeerd.

Bij monopiles en statische erosiebescherming, zal er op de plaatsen waar er zandgolven aanwezig zijn, maximum voor 15 windturbines, een uitgraving tot een stabiel niveau gebeuren, waarbij in het totaal ongeveer 23.000 m³ zal worden uitgegraven. Dit zal, wanneer het kan gestockeerd worden in hopen tot een hoogte van 5 meter, een 9.000 m² in beslag nemen.

Wanneer er gravitaire funderingen zullen gebruikt worden zal er per turbine ongeveer 100.000 m³ zand worden uitgegraven, waarvan ongeveer 20.000 m³ terug zal worden hergebruikt. Rekening houdende met de bagger- en stortverliezen, zou dit resulteren in 45.000 m³ zand/klei per turbine, die zal moeten worden gestockeerd. Uitgaande dat deze gravitaire funderingen enkel zullen gebruikt worden voor de grotere turbines, dus voor configuratie 3 met 47 turbines van 7 tot 10 MW, zal er ruwweg ca. 2,115 miljoen m³ zand en/of klei moeten worden gestockeerd. Dit kan zelfs nog vermeerderen in het geval gravitaire funderingen zouden worden gebruikt voor configuratie 2 met 74 turbines van 5 tot 6,5 MW. In vergelijking met het jaarlijkse volume van 1,9 miljoen m³ zand die voor commercieel gebruikt wordt gewonnen, is dit duidelijk een zeer aanzienlijke hoeveelheid. Merk op dat door de geologische ondergrond het hier duidelijk niet enkel uit zand bestaat en er dus het meeste van deze specie uit klei of uit kleihoudende zanden bestaan.

Er wordt in het MER geopperd om het zand- en kleioverschot commercieel aan te wenden. Dit is echter niet mogelijk en dus zal het zand en klei moeten gestockeerd worden in het concessiegebied (BMM, 2006). De beste plaats voor de stockage is niet echt duidelijk. Voor het windmolenpark van C-POWER werd een maximale stockagehoogte van 5 m opgelegd, dit is dezelfde grootteorde als de zandduinen die in het gebied optreden. Als er wordt uitgegaan van 47 gravitaire funderingen en een stockagehoogte van 5 m wordt in het totaal een 867.000 m² in gebruik genomen voor de stockage van de specie.

Het is de bedoeling dat het zand en klei zo gestort wordt zodat het op een natuurlijke wijze terug getransporteerd wordt naar de plaatsen waar het werd weggenomen. Hierbij kan uitgegaan worden van sedimenttransportmetingen of resultaten van het sedimenttransportmodel. Anderzijds moet in ieder geval er rekening mee worden gehouden dat kan worden aangenomen dat de stabiliteit van deze kunstmatige zand- en klei-ophopingen relatief groot is (BMM, 2006). Na de ontmanteling van het windmolenpark kan het noodzakelijk zijn het zand terug te gaan winnen en terug te storten op de gepaste locaties.

Recente ervaring met gravitaire fundering in het C-Power windmolenpark leert echter dat de bagger- en stortverliezen veel groter zijn dan vooraf ingeschat. (Van den Eynde *et al.*, 2010). Voor de installatie van 6 gravitaire funderingen werd ongeveer 579.000 m³ zand gebaggerd om de funderingsputten te maken, waarvan echter maar 400.000 m³ terug werd gevonden op de

dumpingsplaatsen. Merk op dat het feit dat er minder materiaal werd teruggevonden op de dumpingsplaatsen dan er werd gebaggerd voornamelijk een effect was van verliezen en niet van natuurlijke erosie van de zandhopen, in tegenstelling tot wat er in het MER wordt gesteld. Voor het gebruik van het vullen van de funderingen, voor het opvullen van de funderingsputten en de vaargeulen, werd daarna 868.000 m³ gebaggerd, waarvan slechts 588.000 m³ effectief werd gebruikt voor de operaties. Alhoewel er dus ongeveer evenveel werd gebaggerd (579.000 m³) als werd gebruikt (588.000 m³), werden er in het gebied depressies gegenereerd waar in het totaal 468.000 m³ uit verdwenen was. Over een periode van 8 maanden bleken de gegenereerde zandputten quasi stabiel te zijn.

Uitgaande van deze ervaring kan er dan ook gesteld worden dat er grote onzekerheid bestaat over de hoeveelheid zand en klei die in het huidige windmolenpark zal gestockeerd worden. Uit de vorige studie was er helemaal geen overschot, maar eerder een tekort aan zand. Verder is het duidelijk dat in dit windmolenpark niet enkel zand zal gestockeerd dienen te worden maar voornamelijk (volgens het MER ongeveer 75 %) klei en kleihoudend zand. Terwijl er kan aangenomen worden dat de zandputten en zandhopen redelijk stabiel blijven, is dat minder zeker wanneer hoofdzakelijk klei zal gestort worden. Het is bijgevolg niet aangewezen om dergelijk materiaal in het gebied te storten.

6.2.3 Erosiebescherming en erosieputten

In het MER wordt gesteld dat in het geval van monopile funderingen er zal gekozen worden voor het aanbrengen van een statische of dynamische erosiebescherming. Ook voor de gravitaire funderingen wordt een erosie bescherming voorzien. Wanneer een vakwerk fundering zal worden gebruikt, wordt daarentegen geen erosiebescherming voorzien.

Wanneer geen erosiebescherming (of onvoldoende erosiebescherming) wordt aangebracht, kan de ontwikkeling van erosieputten rond de structuren in kustwateren worden verwacht. In BMM (2006, 2009) wordt het complexe karakter van de erosie beschreven en wordt sommige literatuur samengevat. Er wordt samengevat dat voor de verhouding tussen de evenwichtsdiepte van de erosiekuil en de diameter van de paal waarden kunnen worden gevonden die variëren tussen 1,5 tot 2,7. Het is duidelijk dat de optredende erosieputten sterk afhangen van verschillende factoren, zoals de grootte van de stromingen en golven, de bodemgesteldheid, de mobiliteit van de sedimenten. In sommige parken traden bijna geen erosieputten op, in andere parken werden erosieputten opgemeten tot 6 m (DECC, 2008a, 2008b).

Verder wordt opgemerkt dat bij het gebruik van erosiebescherming er belangrijke secundaire erosie kan optreden. Dit heeft mogelijk te maken met de slechte plaatsing van erosiebescherming. In bepaalde situaties werden secundaire erosieputten opgemeten die groter waren dan de originele erosieputten, en met een verhouding tussen de erosieputdiepte en de paaldiameter van 1,66. Deze erosieputten traden natuurlijk niet op ter hoogte van de monopiles. Door deze secundaire erosie werd ook regelmatig waargenomen dat de kabels aan de oppervlakte kwamen, met soms zelfs schade aan de kabels tot gevolg. In ABPmer Ltd., *et al.* (2010) wordt een update gemaakt van de rapporten van

DECC (2008a, 2008b) en wordt alle kennis die werd opgedaan bij de monitoring van de huidige windmolenparken in het Verenigde Koninkrijk (en andere Europese windmolenparken) geanalyseerd. Er wordt gesteld dat er nog onvoldoende kennis is over het ontstaan van secundaire erosie en dat er zorg moet worden gedragen dat er geen interactie optreedt tussen verschillende secundaire erosieputten en –geulen. Rond de gravitaire funderingen in het C-Power windmolenpark werden tot nog toe geen secundaire erosieputten vastgesteld (Van den Eynde *et al.*, 2010).

6.2.4 Verhoging turbiditeit

6.2.4.1 Algemeen

Zowel tijdens de bouwfase als in de exploitatiefase zal de aanwezigheid van het windmolenpark een verhoging van de turbiditeit genereren. Tijdens het heien van de monopiles, het graven van de funderingsputten voor de gravitaire funderingen, het plaatsen van de erosiebescherming, of door de vorming van (secundaire) erosieputten, zal de turbiditeit tijdelijk verhogen. Terwijl in de reeds geïnstalleerde windmolenparken vooral middelmatig tot grof zand ligt, waar verwacht wordt dat de verhoging van de turbiditeit beperkt zal blijven in tijd en ruimte, moet er rekening worden gehouden met het feit dat de installatie van dit windmolenpark nu gebeurt in een zone waar het quartair dun tot onbestaande is en waar dus tertiaire kleilagen (kunnen) dagzomen wat een duidelijke en langdurige verhoging van turbiditeit met zich mee zou kunnen brengen.

In DECC (2008a) wordt de kennis die werd opgedaan bij de monitoring van de ‘Round 1’ windmolenparken verzameld omtrent de verhoging van de turbiditeit ten gevolge van de installatie van windmolenparken en worden aanbevelingen gedaan voor toekomstige monitoring. Bij de windmolenparken, die werden opgemeten kon er geen belangrijke verhoging worden opgemeten van de materie in suspensie. De verhoging van de turbiditeit bleef beperkt tot 11 % of minder. Het wordt wel opgemerkt dat deze opmetingen gebeurden in parken van een beperkte grootte (of beperkte clustering) en met monopiles. Er wordt gesteld dat voor grotere parken (of grotere clusters) en voor andere funderingstypes (zoals jacket of multipode funderingen, of gravitaire funderingen) bijkomende monitoring wordt uitgevoerd.

Er kan worden opgemerkt dat bij de installatie van sommige parken een maximale verhoging van de turbiditeit werd opgelegd, die afhankelijk was van de achtergrondturbiditeit. In sommige gevallen moest de verhoging beperkt blijven tot 1000 mg/l of tot 300 mg/l voor een periode van 30 minuten, in andere windmolenparken was de kritische turbiditeit veel lager (15 mg/l gemiddeld, 45 mg/l maximaal).

Er worden ook opmetingen vermeld van de verhoging van turbiditeit ten gevolge van de jetting van kabels. Ook hier blijkt de verhoging van de turbiditeit beperkt te blijven. Bovendien blijft de verhoging beperkt tot een hoogte van 2 m boven de bodem. Dit is in overeenstemming met wat reeds in BMM (2007) werd vermeld.

Er wordt tot slot ook vermeld dat het mogelijk is dat het jetten of ploegen van de kabels in een geconsolideerde bodem nieuw fijn tot gemiddeld korrelige sedimenten in transport brengen. Zoals vermeld in BMM (2007, 2009) is dit mogelijk het geval voor de huidige situatie, aangezien er dichters tegen de kust immers slibrijke fracties in de bodem zijn, die door het ploegen in suspensie zullen worden gebracht. Rekening houdende met het aanwezige turbiditeitsmaximum en met de continue baggerwerken en verdiepingswerken van de vaargeulen, kunnen deze niet echt significant worden genoemd.

6.2.4.2 Verhoging turbiditeit bij gebruik van gravitaire funderingen

Bij het gebruik van gravitaire funderingen wordt er in het MER gesteld dat er ongeveer 100.000 m³ zal worden uitgegraven per gravitaire fundering. Dit is een aanzienlijke hoeveelheid. Rekening houdende met het aantal gravitaire funderingen, die gepland worden, namelijk 47 of 74, wordt er dus verwacht dat er 4,7 of 7,4 miljoen m³ zand/klei zal worden uitgegraven. In vergelijking met de hoeveelheid zand die momenteel jaarlijks wordt gewonnen op zee, namelijk 1,9 miljoen m³ zand per jaar, is dit een zeer belangrijke hoeveelheid. De bezorgdheid bestaat er dan ook dat deze zand- en kleiverplaatsingen een significante verhoging van de turbiditeit met zich zal meebrengen. Vooral voor het Natura2000 gebied 'De Voordelta' in Nederland is er bezorgdheid voor de verhoging van de turbiditeit. Daarom wordt in deze paragraaf enkele eerste en zeer preliminaire resultaten voorgesteld van simulaties met een sedimenttransportmodel, die de mogelijke verhoging van deze turbiditeit probeert in te schatten.

Het model dat voor deze simulaties wordt gebruikt is het MU-STM model, een semi-Lagrangiaans sedimenttransportmodel, dat gebaseerd is op de Second-Moment-Methode (de Kok, 1994). Meer informatie over het model kan worden gevonden in Fettweis and Van den Eynde (2003), waar het model werd gebruikt voor de modellering van de sedimentbalans op het Belgisch Continentale Plat. Voor deze simulaties worden de stromingen berekend met het OPTOS-BCZ model. Dit model is gebaseerd op de COHERENS code (Luyten, et al., 1999), een driedimensionaal hydrodynamisch model. De stromingen worden hierbij berekend op een rooster met een resolutie van ongeveer 770 m x 800 m. Er wordt in deze preliminaire simulaties geen rekening gehouden met golven.

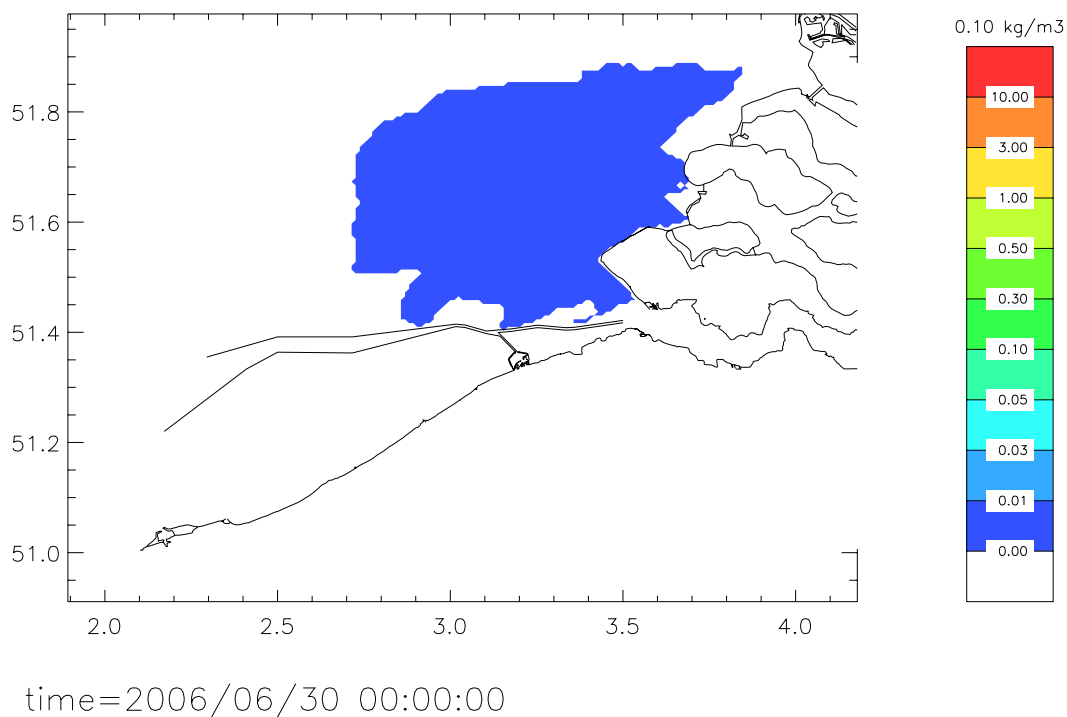
In deze eerste simulatie wordt uitgegaan van een uitgraving van 100000 m³ per fundering. Zoals in Van den Eynde *et al.* (2010) werd aangetoond, werd er bij de installatie van de gravitaire funderingen in het C-Power windmolenpark een bagger- en stortverlies van ongeveer 31 tot 35 % opgemeten. Dit betekent dat er ongeveer 35000 m³ in suspensie gebracht wordt. Hiervan is ongeveer 70-75 % klei, met een theoretische dichtheid van 2650 kg/m³. In totaal wordt er dan een dumping van ongeveer 57000 ton verwacht. Rekening houdende met de te hoge theoretische dichtheid wordt in het model een dumping van 50000 ton gesimuleerd, per gravitaire fundering. Verder wordt ervan uitgegaan dat elke 8 dagen een nieuwe gravitaire fundering kan geïnstalleerd worden en dit gedurende vijf maanden (16 gravitaire funderingen), van 1/1/2006 tot 1/6/2006.

De sedimentkarakteristieken in het model zijn de volgende: kritische bodemspanning voor depositie: 0.5 Pa, kritische bodemspanning voor erosie: variërend tussen 0,5 Pa tot 0,8 Pa, afhankelijk van de

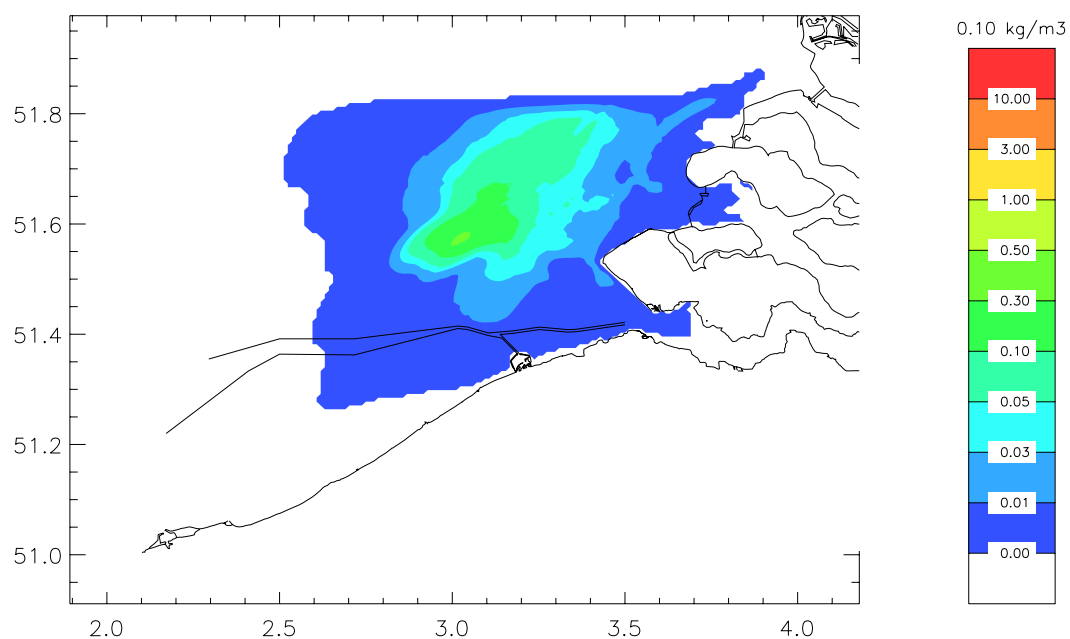
consolidatiegraad, valsnelheid: 0.001 m/s. Er wordt ervan uitgegaan dat de volledige hoeveelheid materiaal gedumpt wordt en gelijkmatig verspreid wordt over een volledige rooster cel. De dumping gebeurt in een punt 3.05159°E, 51.55324°N, in het concessiegebied, dicht bij de Nederlandse grens. De simulaties starten op 1 januari 2006 en lopen tot 30 juni 2006.

In Figuur 6.6 tot Figuur 6.8 worden enkele eerste resultaten voorgesteld. In de eerste figuur wordt de concentratie voorgesteld op 1/4/2006, een moment, waarop veel materiaal in suspensie is. Volgens het model blijven de concentraties beperkt tot 30 mg/l. Bovendien lijken de verhoging van de concentraties in het Nederlandse Natura 2000 gebied beperkt te blijven.

In Figuur 6.7 wordt de concentratie weergegeven op het einde van de simulatie. De verhoging van de concentratie is in dit geval zeer beperkt. In Figuur 6.8 tenslotte wordt de hoeveelheid materiaal op de bodem weergegeven. Het blijkt dat in de modelresultaten nog een aanzienlijke hoeveelheid materiaal (80 %) op de bodem is achtergebleven. Er kan worden verwacht dat op termijn dit materiaal terug in suspensie zal komen en zal verdwijnen, maar in de modelresultaten is hiervoor meer tijd nodig.

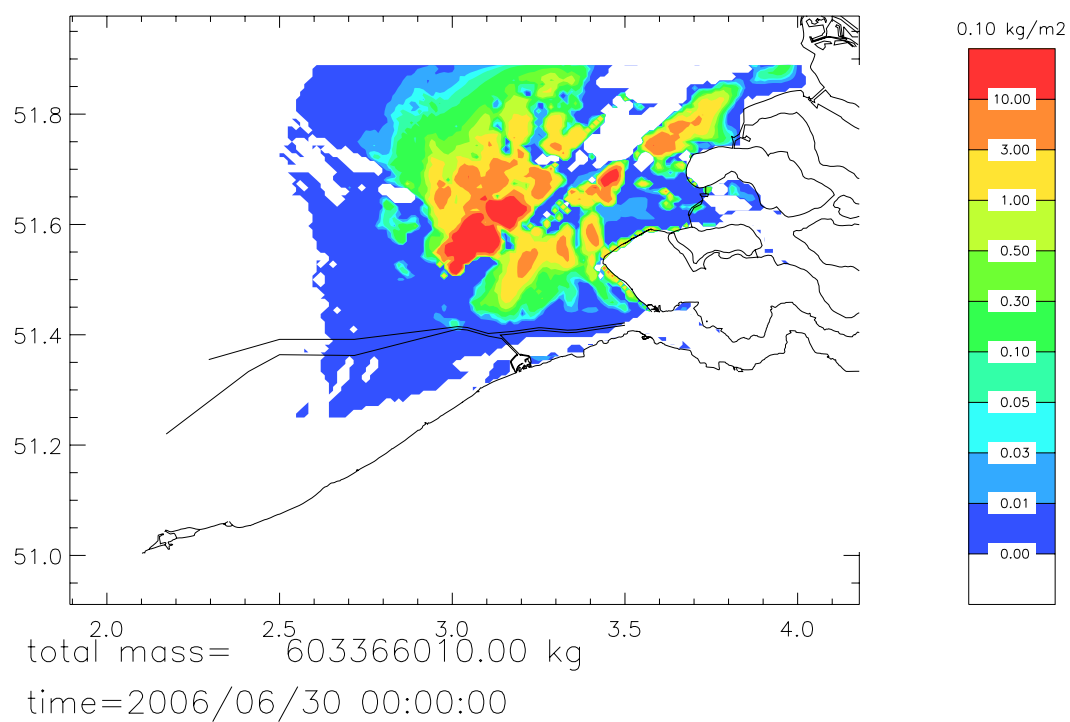


Figuur 6.6: Concentratie materiaal in suspensie op 1/4/2006.



time=2006/04/01 00:00:00

Figuur 6.7 Concentratie materiaal in suspensie op 30/6/2006.



Figuur 6.8 Hoeveelheid materiaal op de bodem (kg/m²) op 30/6/2006.

Uit deze eerste modelresultaten zou blijken dat de verhoging van de turbiditeit beperkt zou blijven. Toch moeten de resultaten met de nodige voorzichtigheid worden bekeken. Wanneer gebruik wordt gemaakt van andere sedimentparameters kunnen andere resultaten worden verkregen, er werd geen rekening gehouden met golven, andere modellen kunnen verschillende resultaten geven, tot slot is de invloed van de Schelde op deze modelresultaten onvoldoende onderzocht. Tot slot is er geen simulatie uitgevoerd van de dispersie van de hoeveelheid materiaal die niet in suspensie komt, door bagger- en stortverliezen, maar die op de bodem gestort wordt. Anderzijds zijn er ook een aantal redenen om aan te nemen dat, ondanks bovenstaande bemerkingen, de turbiditeit niet significant zal verhogen.

In eerste instantie lijkt het getal van 100000 m³ uitgegraven zand/klei naar de hoge kant. Deze hoeveelheid wordt afgeleid uit het feit dat bij de installatie van gravitaire funderingen voor het C-Power windmolenpark er 579000 m³ werden uitgegraven voor de installatie van 6 gravitaire funderingen. Anderzijds kan worden berekend dat een hoeveelheid van 100000 m³ voor een funderingsput met een basis van 50 m x 100 m en met een talud van 1/5 overeenkomt met een funderingsput met een diepte van ongeveer 10 m, dus veel dieper dan in het MER vermeld.

Veel belangrijker is echter het feit dat het materiaal dat zal worden opgegraven inderdaad wel klei is, maar bestaat uit zeer harde tertiaire kleien. Er kan worden aangenomen dat dit materiaal zeer hard is, en als harde brokken zal opgegraven worden, in plaats van als materiaal dat in suspensie zal komen. Bij het graven van een tunnel onder de Westerschelde door een Boomse klei, bleek inderdaad dat het materiaal uit harde brokken bestond en niet in suspensie kwam (Kornman en van Maldegem, 2002). Ook hier kan men dus redelijkerwijze aannemen dat de kleibrokken kunnen gestort worden, zonder dat deze direct in suspensie zullen komen en een verhoging van de turbiditeit zullen veroorzaken.

Tot slot is het duidelijk dat het gebied tussen Oostende en de monding van de Westerschelde, dus ook het deel van het Natura2000 gebied, de Voordelta, dicht bij het concessiegebied van het Norther windmolenpark, een gebied is met een turbiditeitsmaximum, waar de natuurlijke turbiditeit reeds zeer hoog is. Een tijdelijke verhoging van de turbiditeit zal dus in dit geval minder belangrijk zijn.

Ondanks deze eerste modelresultaten en ondanks de redenen om aan te nemen dat de turbiditeit niet significant zal verhogen, blijft de bezorgdheid bestaan. Daarom wordt ook, in het geval van het toepassen van gravitaire funderingen in dit gebied, een bijkomende monitoring opgelegd, om een mogelijke significante verhoging van de turbiditeit op te meten. Dit wordt trouwens ook aanbevolen in DECC (2008a). Bovendien wordt in dit geval opgelegd dat vooraf een bijkomende modelstudie zal worden uitgevoerd om een betere schatting te kunnen maken van de (maximaal) te verwachten verhoging van de turbiditeit. Op die manier kan op sneller worden gereageerd op een eventuele significante verhoging van de turbiditeit.

6.2.5 Effecten op hydraulica

Zoals vroeger (BMM, 2006, 2007) reeds was aangetoond, zijn de effecten op de stromingen en de golven zeer lokaal.

6.2.6 Vrijkomen van de kabels

Zoals reeds in BMM (2007, 2009) werd vermeld kan door de migratie van zandgolven de mogelijkheid optreden dat de kabels vrij komen te liggen. Uitgaande van migratiesnelheden tussen 1 en 3 m per jaar en het feit dat de kabel 1,8 m diep ingegraven ligt, schatten Galagan *et al.* (2005) dat de kabels zouden kunnen bloot komen te liggen na 6 tot 18 jaar.

In DECC (2008a, 2008b) wordt vermeld dat de natuurlijke variatie van bepaalde zandbanken gemakkelijk 1,5 m kan bedragen, waardoor de kabels zouden kunnen aan de oppervlakte komen. Bovendien worden er ook opmetingen beschreven waarbij de kabels vrij kwamen door secundaire erosie. Er wordt in het rapport ook de nadruk gelegd op de gevaren van het vrij komen te liggen van de kabels, bijvoorbeeld voor vissers, of voor het beschadigen van de kabels. Ook de hogere temperatuur van de kabels kan voor problemen zorgen.

Ook de monitoring van de kabels bij de reeds operationele windparken toont een uitgesproken variatie in de begravingsdiepte van de kabels ten gevolge van natuurlijke variatie in de zandbanken. Het blijft daarom belangrijk dat de kabels regelmatig gemonitord worden zodat er, indien nodig, tijdig ingegrepen kan worden.

6.3 Besluit

6.3.1 Aanvaardbaarheid

De belangrijkste te verwachten effecten zijn de verhoging van de turbiditeit tijdens de werken, het optreden van erosie rond de palen tijdens de exploitatiefase, het in suspensie brengen van geconsolideerd bodemmateriaal door jetting en ploegen, en het mogelijk vrijkomen van de kabels. Erosie wordt in het geval van monopiles of gravitaire funderingen tegengegaan door het aanbrengen van een erosiebescherming. Bij het gebruik van gravitaire funderingen zal bovendien een aanzienlijke hoeveelheid zand en klei gebaggerd worden en terug in zee gestort worden.

Bij het gebruik van monopiles of vakwerk funderingen zijn de te verwachten effecten gelijkaardig als deze op de reeds geïnstalleerde windmolenparken. Deze effecten werden reeds beschreven in BMM (2006, 2007, 2009). Er kan in dit geval gesteld worden dat wat betreft de hydrodynamica, de sedimentdynamica en de morfologie er geen belangrijke effecten verwacht worden voor het mariene milieu en kan dus worden gesteld dat het project aanvaardbaar is mits aan een aantal voorwaarden wordt voldaan (zie hieronder).

Bij het gebruik van gravitaire funderingen zal er echter bovendien een belangrijke hoeveelheid zand en klei worden gebaggerd en in het concessiegebied worden gestockeerd. Er wordt aanbevolen dat de specie in hopen van ongeveer 5 m hoog worden gestort. Zo wordt een zo klein mogelijke oppervlakte gebruikt voor het storten van het zand en klei, en wordt een hoogte gebruikt die gelijkaardig is met de in de omgeving aanwezige zandgolven. Alhoewel er kan worden aangenomen dat de stabiliteit van de

zandhopen relatief groot is, is het minder zeker voor de aanwezige klei. Het is daarom aangewezen de hopen zo te plaatsen dat ze eventueel terug in de richting van de putten worden getransporteerd. Hiervoor kan gebruikt gemaakt worden van de resultaten van de sedimenttransportmodellen of van de monitoring van de baseline, waaruit de richting van het sedimenttransport kan worden afgeleid. Bovendien wordt in dit geval opgelegd dat er een vooraf een bijkomende modelstudie wordt uitgevoerd om de verhoging van de turbiditeit in te schatten en wordt een bijkomende monitoring opgelegd, zoals verder uiteengezet.

6.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen

6.3.2.1 Voorwaarden

- Bij het gebruik van gravitaire funderingen dient de houder voorafgaand aan de werken een bijkomende modelstudie te laten uitvoeren op basis waarvan een degelijke inschatting van de te verwachten verhoging van de turbiditeit bekomen kan worden.
- Voordat met het plaatsen van de structuren wordt begonnen, voert de houder een gedetailleerd onderzoek uit naar de bodemgesteldheid en bodemvormen ter plekke van de windmolenfunderingen in verband met de keuze tussen de types funderingen. De ruwe data en resultaten van het bodemonderzoek worden voor de start van de werken ter kennis gebracht van de BMM.
- Voorafgaand aan de werken moet de vergunninghouder contact opnemen met de BMM dat, op basis van de concrete bouwplannen en de gegevens van het grondonderzoek, zal bepalen waar en hoe het uitgegraven materiaal gestockeerd en gestort zal worden.
- De houder moet de BMM op de hoogte brengen van de finale afmetingen en samenstelling van de erosiebescherming, zowel in het park als langs het kabeltracé. Hij moet verzekeren dat er geen belangrijke erosiekuilen optreden die de stabiliteit van de palen in gevaar kunnen brengen.
- De bedekking van de kabels moet steeds verzekerd worden en moet jaarlijks gemonitord worden. Indien de jaarlijkse monitoring uitwijst dat de kabel op minder dan de minimale begravingsdiepte ligt, dienen binnen de kortst mogelijke termijn en met een maximum van drie maanden de nodige werken te worden uitgevoerd opdat de kabel terug op haar oorspronkelijke diepte wordt geplaatst.

6.3.2.2 Aanbevelingen

De BMM heeft geen specifieke aanbevelingen voor dit onderdeel

6.4 Monitoring

6.4.1 Inleiding

In DECC (2008a; 2008b) wordt een overzicht gegeven van de kennis die werd vergaard in het Verenigd Koninkrijk aan de hand van de ‘Round 1’ windmolenparken en worden aanbevelingen gedaan voor verder onderzoek en geschikte monitoring. Bovendien werden deze conclusies

geactualiseerd in het rapport van ABPmer *et al.* (2010) en CEFAS (2010). De belangrijkste conclusies en aanbevelingen werden reeds gegeven in BMM (2009) en er wordt dan ook naar dat rapport verwezen voor meer informatie hierover.

Om de metingen tijdens en na de constructie van het park goed te kunnen interpreteren, moet er een goede kennis zijn van de huidige situatie. Voor de start van het project moet de kwaliteit en de eigenschappen van de sedimenten (korrelgrootteverdeling, plaatselijke stromingskarakteristieken, turbiditeit) goed bepaald zijn. Tijdens de periodieke staalname kan dan de evolutie van deze parameters nagegaan worden.

De doelstellingen van deze monitoring zijn:

- Bepalen van de turbulentie en de stromingen in het gebied en in een referentiegebied en het bepalen van de effecten van de constructie van het windmolenpark en van de exploitatie van het park op de turbulentie;
- Bepaling van de eventuele verplaatsing van het gestorte zand bij gravitaire funderingen;
- Controle van het optreden van erosiekuilen rond de palen;
- Controle van de bedekking van de kabels.

6.4.2 Turbiditeit

Zoals in DECC (2008a) wordt vermeld, kan het ondertussen worden aangenomen dat bij het gebruik van monopiles geen significante verhoging van de turbiditeit zal optreden. Dit werd ook bevestigd in Van den Eynde *et al.* (2010) waar de monitoring van de reeds geïnstalleerde windmolenparken werd beschreven. Ook in het geval van jacket funderingen kan worden verwacht dat de stijging van de turbiditeit enkel tijdelijk en lokaal zal zijn. In deze gevallen moet er geen bijkomende monitoring worden uitgevoerd van de mogelijke stijging van de turbiditeit.

Bij het gebruik van gravitaire funderingen zal er echter een zeer belangrijke hoeveelheid zand en vooral klei worden gebaggerd en in de concessiezone gedumpt. Volgens het MER zal er in eerste instantie 3.055.000 m³ zand en vooral klei in het concessiegebied gestockeerd worden, waar 940.000 m³ zal van worden hergebruikt, zodat er in het totaal 2.115.000 m³ zal gestockeerd blijven. Bovendien blijkt uit vorige ervaringen (Van den Eynde *et al.*, 2010) dat er bij deze operaties veel bagger- en stortverliezen optreden. Aangezien het hier niet over zand gaat maar vooral over klei, is het niet zeker dat de turbiditeitsverhoging nog steeds beperkt zal blijven. Daarom wordt bij het gebruik van gravitaire funderingen een monitoring gevraagd van de invloed van de werken op de turbiditeit. Deze verhoging van de turbiditeit kan eventueel belangrijke invloeden hebben op het benthos (zie hoofdstuk 10).

In dit geval zullen vóór de werken, tijdens de werken en na de werken, metingen worden uitgevoerd van de waterhoogtes, stromingen en golven en van de turbiditeit.

In tegenstelling tot de aanbevelingen van DCC (2008a), wordt in Van den Eynde *et al.* (2010)

geargumenteerd dat het zoeken van “controlegebieden” niet evident is en dat verschillende gebieden onder andere invloeden kunnen staan en dat natuurlijke variabiliteit anders kan zijn. Daarom wordt er aanbevolen om op slechts één plaats te meten, dicht bij of in het concessiegebied, maar lang genoeg te meten (enkele maanden), om voldoende informatie te hebben over de natuurlijke variabiliteit en zo de invloed van de werken en van de constructies op een zinvolle statistische manier te kunnen bepalen. Deze techniek werd bijvoorbeeld toegepast om de veranderingen van de turbiditeit te analyseren tijdens dumpingsexperimenten ter hoogte van de haven van Zeebrugge (Lauwaert *et al.*, 2009).

Er wordt bijgevolg gesteld dat de metingen worden uitgevoerd in één punt dicht bij (of in) de concessiezone. Deze metingen worden uitgevoerd voor de werken, tijdens de werken en na de werken, steeds over een periode van minimum 3 maanden, waarvan 1,5 maand in de herfst-winterperiode, en 1,5 maand in de lente-zomerperiode.

De stroommetingen zullen worden uitgevoerd met een ADCP. De metingen van de golven en van de turbiditeit zullen worden uitgevoerd door het plaatsen van een frame of tripod op de zeebodem, waarop de nodige instrumenten kunnen gemonteerd worden. Bovendien moet ook de calibratiecurve bepaald worden tussen de opgemeten turbiditeit en de materie in suspensie. Dit moet gebeuren door het gelijktijdig nemen van *in-situ* waterstalen die dan gefilterd kunnen worden ter bepaling van de materie in suspensie. Een minimum van 40 waterstalen moet worden genomen voor de bepaling van deze calibratiecurve.

De resultaten van deze opmetingen zullen bestaan uit een aantal tijdreeksen van de stromingen, de waterhoogtes, de golfhoogtes en de turbiditeit over een langere periode. Bovendien zullen de calibratiecurves tussen de opgemeten turbiditeit en de materie in suspensie worden opgesteld, zodat ook de tijdreeksen van de materie in suspensie zullen beschikbaar zijn.

Voor de verschillende periodes zal een vergelijking worden uitgevoerd tussen de materie in suspensie voor, tijdens en na de werken. Door een grondige analyse van al deze tijdreeksen (zie Lauwaert *et al.*, 2009) zal een schatting worden gemaakt van de verhoging van de turbiditeit ten gevolge van de werken en ten gevolge van de exploitatie van het park.

Bovendien zal in dit geval vooraf een bijkomende modelstudie worden uitgevoerd om een eerste inschatting te kunnen maken van de te verwachten verhoging van de turbiditeit.

6.4.3 Verplaatsing van het gestorte zand en klei

In het geval gravitaire funderingen zullen worden gebruikt zal een aanzienlijke hoeveelheid zand worden gebaggerd en mogelijk (tijdelijk) op stortplaatsen binnen de concessiezone worden gestockeerd. Voorafgaand aan de werken zal, op basis van de resultaten van het grondonderzoek, door de BMM besloten worden waar het materiaal kan worden gestockeerd en gestort. Indien besloten wordt het zand binnen de concessiezone te stockeren, dan moeten de positie van het gestorte zand en klei tijdens en na de werken worden opgemeten. De morfologie op de stortplaats moet worden

opgemeten voor het storten van de specie, als referentiemeting, en vervolgens direct na de stortingen, na 1 maand, na de eerste zware storm, met een terugkeerperiode van 5 jaar, en 1 maand na die storm. Verder moet gedurende de eerste vijf jaar jaarlijks een opmeting van de zandstortingen worden uitgevoerd. Na deze eerste vijf jaar kan een evaluatie gebeuren en kan worden beslist of de monitoring nog moet worden verder gezet. De bathymetrie zal met een horizontale nauwkeurigheid van 2 m en een verticale nauwkeurigheid van 0,5 m worden opgemeten.

Na elke meetcampagne van de bathymetrie van het zand op de stortplaatsen zullen verschilkaarten worden opgesteld tussen de bathymetrie, zoals die tijdens de referentiemeting werd opgemeten, en met de nieuw opgemeten bathymetrie. Op die manier worden de morfologische veranderingen van het zand op de stortplaatsen duidelijk gemaakt. Deze verschilkaarten zullen in een GIS pakket worden voorgesteld.

6.4.4 Erosie rond de palen of gravitaire funderingen

Na de werken moet de evolutie van de morfologie rond de turbines regelmatig worden opgemeten. De morfologie moet worden opgemeten voor het plaatsen van de turbines, als referentiemeting, en vervolgens direct na het plaatsen van de turbines, na 1 maand, na de eerste zware storm, met een terugkeerperiode van 5 jaar en 1 maand na die storm. Verder moet gedurende de eerste drie jaren jaarlijks een opmeting van de morfologie rond de turbines worden uitgevoerd. Vervolgens wordt de bathymetrie opgemeten elke 5 jaar.

De metingen worden minstens uitgevoerd rond de windmolens op de top van de Rabsbank, op de Gootebank en op de Thorntonbank, en in de geul tussen de Rabsbank en de Thorntonbank en de geul ten zuiden van de Rabsbank, en op de meest zuidelijke hoek van het windmolenpark. Het lijkt bovendien vanuit ingenieursaspecten veilig om, zoals aanbevolen door DECC (2008a) minstens 25 % van de turbines te monitoren voor het controleren van de erosiebescherming en voor het optreden van mogelijke secundaire erosie

De bathymetrie zal best met een horizontale nauwkeurigheid van 2 m en een verticale nauwkeurigheid van 0,5 m worden opgemeten over een gebied met een diameter van 100 m rond de fundering, zodat de erosiebescherming zelf wordt opgemeten en het gebied rond de erosiebescherming, waar ook nieuwe erosieputten eventueel kunnen optreden. Na elke meetcampagne van de bathymetrie zullen verschilkaarten worden opgesteld tussen de bathymetrie, zoals die tijdens de referentiemeting werd opgemeten, en de nieuw opgemeten bathymetrie. Op die manier worden de morfologische veranderingen van het gebied worden duidelijk gemaakt. Deze verschilkaarten zullen in een GIS pakket worden voorgesteld.

6.4.5 Erosie langs het kabeltracé

Na de werken moeten ook de diepte van ingraving van de kabels regelmatig worden gecontroleerd. De morfologie moet worden opgemeten voor de plaatsing van de kabels, als referentiemeting, na de eerste

zware storm, met een terugkeerperiode van 5 jaar, en 1 maand na die storm. Verder moet gedurende de eerste vijf jaar één maal per jaar het hele kabeltracé worden gecontroleerd. Na deze eerste vijf jaar worden de resultaten geanalyseerd en kunnen de zones bepaald worden waar verdere controle nodig blijft. De bathymetrie zal best met een horizontale nauwkeurigheid van 2 m en een verticale nauwkeurigheid van 0,5 m worden opgemeten.

Na elke meetcampagne van de bathymetrie ter hoogte van het kabeltracé zullen verschilkaarten worden opgesteld tussen de bathymetrie, zoals die tijdens de referentiemeting werd opgemeten, en met de nieuw opgemeten bathymetrie. Op die manier worden de morfologische veranderingen langsheen het kabeltracé duidelijk gemaakt. Deze verschilkaarten zullen in een GIS pakket worden voorgesteld.

6.4.6 Rapportering

Elk jaar van de studie zal een rapport worden opgesteld dat naast de doelstellingen en de methodiek de verwerkte gegevens voorstelt en bespreekt. Dit rapport wordt uiterlijk telkens 2 maanden na het aflopen van het jaar van de monitoring bij de BMM ingediend en zal door de onderzoekers aan de medewerkers van de BMM op een vergadering voorgesteld worden. Met het rapport worden ook de metingen in elektronische vorm ter beschikking gesteld van de BMM. Van de onderzoekers wordt een actieve deelname verwacht aan eventuele workshops over de monitoring van het windmolenpark, ingericht door de BMM.

Tijdens de monitoring zullen eerste opmerkelijke bevindingen of waarnemingen ad hoc meegedeeld worden aan de BMM.

6.4.7 Samenvatting

De monitoring wordt samengevat in volgende tabellen:

	Baseline	Constructiefase	Exploitatiefase
Onderwerp	Bij het gebruik van gravitaire funderingen alleen: controle van de verhoging van de turbulentie		
Doel	Controle van de verhoging van de turbulentie, tijdens en na de werken		
Timing	Voor het begin van de werken	Tijdens de werken	Na de werken
Methode	• Metingen gedurende 3 maanden (1,5 maand in de herfst-winter periode, 1,5 maand in de lente-zomer periode) in een punt dicht bij het concessiegebied - o Gebruik van ADCP voor de meting van de stromingen - o Gebruik van een druksensor of golfboei voor het meten van de golven - o Gebruik van een frame dat op de bodem kan worden geplaatst voor de meting van de turbiditeit met behulp van OBS sensoren. Gelijktijdige staalname van water voor validatie van de OBS sensoren.		
Presentatie	Rapport en digitale data		
Uitvoerder	Vergunninghouder	Vergunninghouder	Vergunninghouder

	Baseline	Constructiefase	Exploitatiefase
Onderwerp	Evolutie van de bodem		
Doel	Evolutie van de bodem ter hoogte van het windmolenpark, controle van het mogelijke ontstaan van erosieputten en van secundaire erosieputten en -geulen		
Timing	Voor het begin van de werken	• Direct na het plaatsen van de palen of gravitaire funderingen	• Een maand na het plaatsen van de palen, na de eerste zware storm (retourperiode 5 jaar) en 1 maand na die storm • Jaarlijks gedurende de eerste drie jaren • Daarna 1 keer per vijf jaar
Methode	Multibeam		
Presentatie	Rapport Jaar 0	Rapport na werken	Rapport na de metingen
Uitvoerder	Vergunninghouder	Vergunninghouder	Vergunninghouderr

	Baseline	Constructiefase	Exploitatiefase
Onderwerp	In het geval van gravitaire funderingen alleen: evolutie van de zand- en kleiophopingen		
Doel	Evolutie van de zandhopen ter hoogte van het windmolenpark		
Timing	Voor het begin van de werken	• Direct na het storten van de zandhopen	• Een maand na het plaatsen van de zandhopen, na de eerste zware storm (retourperiode 5 jaar) en 1 maand na die storm • Jaarlijks gedurende de eerste vijf jaren • Daarna evaluatie.
Methode	Multibeam		
Presentatie	Rapport Jaar 0	Rapport na werken	Rapport na de metingen
Uitvoerder	Vergunninghouder	Vergunninghouder	Vergunninghouder

	Baseline	Constructiefase	Exploitatiefase
Onderwerp	Evolutie van de bodem ter hoogte van de kabels		
Doel	Evolutie van de bodem ter hoogte van het kabeltracé, verzekering van de bedekking van de kabels		
Timing	Voor het begin van de werken	Niet van toepassing	• Na de eerste zware storm (retourperiode 5 jaar) en 1 maand na die storm. • Jaarlijks gedurende de eerste vijf jaren • Daarna evaluatie
Methode	Multibeam		
Presentatie	Rapport Jaar 0		Rapport na elke campagne
Uitvoerder	Vergunninghouder	Vergunninghouder	Vergunninghouder

7. Geluid en seismisch onderzoek

7.1 Inleiding

Dit project betreft de bouw en exploitatie van een windmolenpark ten zuiden van de Thorntonbank langs de grens met het Nederlandse deel van de Noordzee (Figuur 1.1). De zone ligt op 20 tot 30 km van de Belgische kust. Drie verschillende configuraties worden voorgesteld in het MER (Arcadis, 2011). In de eerste configuratie worden 86 molens van 3 tot 4,5 MW voorzien. De tweede mogelijkheid omvat de bouw van 74 windmolens van 5 tot 6,5 MW elk, terwijl de laatste optie 47 windmolens van 7 tot 10 MW per stuk betreft (zie ook Tabel 1.1). Er zijn drie types funderingen die voor dit project kunnen gekozen worden: de monopile fundering, de jacket fundering en de gravitaire fundering (GBF). Voor wat de gravitaire fundering betreft, wordt de inplantingsplaats van de windturbine vlakgebaggerd en wordt er een funderingsbed aangelegd. Vervolgens worden de prefab gravitaire funderingen afgezonken. Voor de monopile en de jacket funderingen worden palen met een diameter van respectievelijk 7,2 meter (één per fundering) en 3 meter (vier per fundering) met behulp van een hydraulische heihamer in de bodem geheid. Het MER geeft een overzicht van de verwachte verhoging van het onderwatergeluid tijdens de bouw en exploitatie van het windpark. Deze informatie wordt hier samengevat en waar nodig aangevuld met nieuwe gegevens.

7.2 Onderwatergeluid

7.2.1 Inleiding

De wereldwijde toename van het onderwatergeluid geproduceerd bij menselijke activiteiten wordt beschouwd als een potentiële bedreiging voor het mariene milieu. Op Europees niveau wordt deze problematiek o.a. aangekaart in de Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (MSFD). In juli 2010 heeft de Europese Commissie criteria en 11 methodologische standaarden (descriptors) voor een goede milieustatus (Good Environmental Status - GES) uitgebracht voor gebruik door de lidstaten. Descriptor 11 stelt dat “De toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, op een niveau is dat het mariene milieu geen schade berokkend wordt.” Boyd et al. (2008) identificeerde volgende menselijke activiteiten die onderwatergeluid produceren op een niveau dat mogelijk schadelijk kan zijn voor het mariene leven: explosies, hei-activiteiten, intense laag- of midden-frequente sonar, dreggen, boren, over de bodem gesleept vistuig, scheepvaart, akoestische afschrikmiddelen, overvliegende vliegtuigen (inclusief supersonische knallen), en luchtpistolen. Een eerste poging om indicatoren vast te leggen voor onderwatergeluid omvatte drie verschillende indicatoren waarvan er door de Commissie slechts twee weerhouden werden (Tasker et al., 2010). Eén van de weerhouden indicatoren betreft de geluidsdruk van impulsgeluiden (dus ook heigeluid) en de andere betreft het achtergrondgeluid. Een exacte numerieke waarde werd nog niet vastgelegd voor deze indicatoren.

Het onderwatergeluid veroorzaakt door de bouw, de exploitatie en in de toekomst ook de ontmanteling

van offshore windparken en de ecologische impact van dit onderwatergeluid worden momenteel intensief onderzocht (Huddelston, 2010). Wanneer dit onderwatergeluid wordt geëvalueerd, moeten vier verschillende fasen tijdens de levenscyclus van een offshore windpark worden onderscheiden: (1) vóór de constructie - de referentie situatie, (2) de bouwfase, (3) de exploitatiefase en (4) de ontmantelingsfase (Nedwell et al., 2004).

Voor het Belgische deel van de Noordzee (BDNZ), werden reeds verschillende studies uitgevoerd over de eerste drie fasen:

De referentie situatie op de Thorntonbank (C-Power site) werd gedocumenteerd in Henriët et al. (2006), terwijl Haelters et al. (2009) de referentie situatie karakteriseerden op de Blighbank (Belwind site). Beide referentie situaties resulteerden in gelijkaardige spectra met een geluidsdruk niveau (SPL - Sound Pressure Level) net boven de 100 dB re 1 μ Pa voor de Thorntonbank en net onder de 100 dB re 1 μ Pa voor de Blighbank.

De bouwfase werd gedocumenteerd in Haelters et al. (2009) voor de zes windmolens met GBF op de Thorntonbank en in Norro et al. (2010) voor het heien van monopile funderingen op de Blighbank. De installatie van GBF wordt niet beschouwd als een gebeurtenis die een grote toename van het geluidsdruk niveau veroorzaakt (Haelters et al., 2009). Als men besluit om GBF te installeren dan kan men beperkte stijgingen van het geluidsdruk niveau verwachten ten gevolge van het vlakbaggeren van de inplantingsplaats, een toename van het scheepsverkeer en het storten van de erosiebescherming. Tijdens het heien van de monopiles daarentegen kan men een zeer uitgesproken stijging van het geluidsdruk niveau verwachten. In België werd tijdens het heien van monopiles (met diameter van 5 meter) een maximale geluidsdruk gemeten van 193 dB re 1 μ Pa op 770m afstand van de bron. Bovendien was het piekniveau op 14 km afstand van de bron nog steeds 160 dB re 1 μ Pa waaruit men kon afleiden dat het achtergrondniveau van ongeveer 100 dB re 1 μ a pas zal worden bereikt op ongeveer 70 km van de bron (Far field linear model; Norro et al. 2010). Uit de metingen werd een brongeluid van meer dan 270 dB re 1 μ Pa @ 1m geëxtrapoleerd met behulp van een lineair model. Daarnaast beschikt de BMM ook over metingen tijdens de installatie van de jacket funderingen gebruikt door C-Power tijdens de fase II en III van de constructie van het windmolenpark op de Thorntonbank. Voor deze 48 funderingen werden telkens vier palen van 1,7 m diameter geheid waarop in een latere fase de jacket structuur bevestigd wordt. Het heien van deze 'pin piles' produceerde een piekgeluidsdruk niveau van ongeveer 180 dB re 1 μ Pa op 250 meter en 173 dB re 1 μ Pa op 1,6 km. Ter vergelijking, bij Belwind werd bij het heien van de palen met diameter 5 m een piekgeluidsdruk (peak sound pressure) niveau gemeten van ongeveer 205 dB re 1 μ Pa op 250 meter en 185 dB re 1 μ Pa op 1,6 km afstand (Norro et al. 2010).

In het Verenigd Koninkrijk vonden Nehls et al. (2007) maximale piek geluidsdruk niveaus (SPL - Sound Pressure Level) van 193 en 199 dB re 1 μ Pa op een afstand van 500 m van het heien van een monopile met een diameter van 4.7 m. In Amrumbank West (Duitsland) werd bij het heien van monopiles met diameter van 3.5 m op 500 m afstand een maximaal niveau van 198 dB re 1 μ Pa vastgesteld. In Nederland werd bij de bouw van het Q7 windmolenpark een maximaal piek

geluidsdrukkniveau van 198 dB re 1 μ Pa vastgesteld op 750 m afstand van de bron voor een monopile van 4 meter diameter. In Theobald et al. (2011) werden maximale piek geluidsdrukkniveaus waargenomen tot 201 dB re 1 μ Pa op 500 m afstand voor monopiles met diameter van 5,1 m) tijdens de constructiefase van het Sheringham Shoal windmolenpark.

Er bestaan oplossingen om het geluidsdrukkniveau geproduceerd door heien te verlagen. Water is een dicht en bijna onsamendrukbaar medium en een verzwakking van het geluid is mogelijk indien een tweede, meer samendrukbaar en minder dicht, medium kan worden geïnstalleerd in het pad van de geluidsvoortplanting. Dit werd reeds getest op zee met behulp van gordijnen die werden ingezet rond de paal en die werden gemaakt van luchtbellen of schuim (Nehls et al. 2007). Een daling van ongeveer 20 dB re 1 μ Pa werd bereikt met behulp van een dergelijke techniek. De sterke getijdestroom aanwezig in het gedeelte van het BDNZ zone waar het Norther windpark zou worden geïnstalleerd, vormt een extra moeilijkheid voor het gebruik van dergelijke technieken, maar een aangepast ontwerp van het luchtbellengordijn is mogelijk (Lucke et al., 2011).

Tijdens de operationele fase van de windmolenparken wordt er slechts een beperkte toename in geluidsdruk verwacht. Niettemin lijkt initieel onderzoek erop te wijzen dat het onderwatergeluid nabij stalen monopile funderingen onder bepaalde omstandigheden tussen de 20 en 25 dB re 1 μ Pa luider is dan dat bij betonnen gravitaire funderingen en dit specifiek voor de frequentie rond 1 KHz (Norro et al., 2011). Hierbij dient opgemerkt te worden dat een toename met 6 dB een verdubbeling van het geluidsdrukkniveau inhoudt. Het blijft een vraag in hoeverre deze stijging van het geluidsdrukkniveau een invloed heeft op het gedrag van de zeezoogdieren in het windmolenpark.

Op dit moment is er weinig gekend over de mogelijke toename in geluidsdrukkniveau tijdens de ontmantelingsfase van windmolenparken. Desalniettemin worden er, afhankelijk van de gebruikte technieken, belangrijke, maar kortstondige stijgingen in geluidsdruk verwacht.

7.2.2. Te verwachten effecten

7.2.2.1 Constructiefase

De belangrijkste mogelijke impact doet zich voor wanneer er tijdens de bouwphase geheid wordt. Op basis van Nehls et al (2007), kan men verwachten dat het 35 meter diep in de bodem heien van een monopile met een diameter van 5,2 tot 7,2 meter een zeer sterke verhoging van het onderwatergeluid veroorzaken (brongeluidsniveau vermoedelijk hoger dan 270 dB re 1 μ Pa). Een verhoging van de maximale geluidsdruk is te verwachten als de diameter van de palen toeneemt. Nehls et al. (2007) stellen een lineair model voor om het maximaal geluidsdrukkniveau te berekenen op 500m van de heisite. Dit model verwacht ongeveer 205 dB re 1 μ Pa voor een monopile met diameter van 7,2 meter. Deze verhoging doet zich enkel voor tijdens de constructiefase (vb. bij Belwind gemiddeld 2 uur per monopile, 112 uur effectief heien van monopiles voor 56 palen gespreid over een periode van 5 maanden), maar de gevolgen ervan op de fauna kunnen zich gedurende jaren laten voelen bv. indien jaarlijkse rekrutering of migratie verstoord wordt (zie hoofdstukken benthos en vis, zeezoogdieren).

Bij de jacket funderingen worden per fundering vier pin piles met een diameter van 2,25 tot 3 meter 25

tot 40 meter in de bodem geheid. Het heien van deze dunnere palen veroorzaakt ook een stijging van het onderwatergeluid (brongeluidsniveau hoger dan 250 dB re 1 μ Pa) en de totale heitijd per fundering is gevoelig langer dan bij monopile funderingen (vb. bij C-Power fase II en III gemiddeld 5 uur per fundering of 80 minuten per pin pile, 261 uur effectief heien voor 48 palen gespreid over een periode van 4,5 maanden⁷). Gezien de significant lagere geluidsdruk bij jacket funderingen zal het gebruik van dit type funderingen een ruimtelijk beperktere invloed hebben op het onderwatergeluid, zelfs al is de heitijd per fundering langer.

7.2.2.2 Exploitatiefase

De tweede mogelijke impact betreft het operationele geluid van het windpark gedurende de productiefase. Deze impact is vooral belangrijk gezien de levensduur van het windpark (minimum 20 jaar). De toename van het geluidsdrukkniveau kan oplopen van 20 tot 25 dB re 1 μ Pa (Norro et al., 2011) voor stalen monopile funderingen en is nog onbekend voor de jacket funderingen. Voor GBF werd in de onmiddellijke omgeving van de turbines een beperkte maximale toename van het geluidsdrukkniveau tot 8 dB re 1 μ Pa vastgesteld (Norro et al., 2011). Het is niet geweten of deze verhoging tot een gedragswijziging kan leiden bij zeezoogdieren. Voor de bruinvis (*Phocoena phocoena*) besloten Tougaard en Damsgaard-Henriksen (2009) op basis van metingen nabij een 2 MW turbine dat dergelijke gedragswijzigingen enkel te verwachten zijn indien de dieren zich in de onmiddellijke nabijheid van de funderingen bevinden (er wordt geen duidelijke afstand gegeven maar uit de context kan men een afstand van ± 50 m afleiden). Cumulatief met de drie andere windparken (C-Power, Belwind en Northwind) zou er zo een grote zone met licht verhoogd geluidsdrukkniveau kunnen ontstaan. Maatregelen die gericht zijn op beperking van de overdracht van geluid en trillingen van de turbine naar de stalen funderingen dienen te worden onderzocht.

7.2.2.3 Ontmantelingsfase

De ontmantelingsfase van het windpark zal een toename van het onderwater geluidsdrukkniveau veroorzaken. Het is momenteel niet duidelijk welke technieken gebruikt zullen worden en bijgevolg kan er nog geen inschatting gemaakt worden van de effecten op het mariene leven.

7.2.2.4 Grensoverschrijdende effecten

Er dient opgemerkt te worden dat door de nabijheid van het geplande nieuwe windpark tot de Nederlandse wateren er een aantal grensoverschrijdende effecten zijn omdat het onderwatergeluid zich zal propageren over lange afstanden met slechts een beperkte demping (afhankelijk van de frequentie). Ook bij de ingebruikname van het Nederlandse Borssele gebied voor windenergie zal men rekening moeten houden met deze grensoverschrijdende effecten.

⁷ Let wel, bij Belwind werd 3MW per fundering geïnstalleerd t.o.v. 6 MW per fundering bij C-Power.

7.2.3. Besluit

7.2.3.1 Aanvaardbaarheid

Het geluidsniveau veroorzaakt door een verhoogde intensiteit van scheepvaart, baggerwerken, plaatsing van een gravitaire fundering, storten van erosiebescherming, en aanleggen van de kabel, is beperkt. Dit is bovendien een geluid dat zeer tijdelijk voorkomt in een beperkt gebied. Vandaar dat de mogelijke effecten door deze activiteiten, voor wat betreft hun geluidsemissies, aanvaardbaar zijn.

De belangrijkste effecten tijdens de constructiefase zullen zich hoogstwaarschijnlijk situeren indien er palen geheid worden. Het hierdoor veroorzaakte onderwatergeluid is van een niveau waarbij significante effecten optreden bij vissen en zeezoogdieren en mogelijk ook andere componenten van het ecosysteem. Deze effecten kunnen optreden over een zeer groot gebied en van primaire (dood, verwonding, verstoring van organismen) en secundaire aard zijn (verlies aan habitat, prooiorganismen,...). Ongetwijfeld zullen deze effecten grensoverschrijdend voorkomen, gezien de ligging van het concessiegebied nabij Nederlandse wateren.

Rekening houdend met de mogelijke effecten is het project waarbij gebruik gemaakt wordt van mono- en jacket funderingen enkel aanvaardbaar mits inachtnaam van een aantal mitigerende maatregelen (zie hieronder) en een intensief monitoringsprogramma. Het is onwaarschijnlijk dat er significante en permanente effecten zouden optreden in de NATURA 2000 gebieden in Belgische en buitenlandse wateren, gezien de afstand van de concessiezone tot deze gebieden. Echter, dit dient te worden bevestigd in het monitoringsprogramma.

Het onderwatergeluid, en de effecten ervan tijdens de exploitatiefase zijn weinig bestudeerd, maar blijven hoogstwaarschijnlijk beperkt tot een aantal gevoelige soorten. Vandaar dat de mogelijke effecten aanvaardbaar geacht worden zonder mitigerende maatregelen. Gezien dit een hiaat in de kennis betreft, dient echter een monitoring te worden uitgevoerd.

7.2.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen

Enkel de voorwaarden en aanbevelingen met betrekking tot de productie van het onderwatergeluid worden hier besproken. Voorwaarden resulterend uit het effect van onderwatergeluid op zeezoogdieren of vislarven worden respectievelijk in de hoofdstukken zeezoogdieren en benthos en vis behandeld.

Voor wat betreft onderwatergeluid is het gebruik van gravitaire funderingen minder belastend voor het mariene milieu.

Het gebruik van luchtbelgordijnen kan de maximale geluidsemissie tijdens het heien verminderen met 10 tot 15 dB re 1 μ Pa (Rustemeier et al., 2011) of 20dB re 1 μ Pa (Nehls et al. 2007). Deze zullen echter aangepast moeten worden om te kunnen functioneren in gebieden zoals het BDNZ die

gedomineerd worden door een sterke getijstroom (Lucke et al., 2011). Andere mitigerende maatregelen, zoals het gebruik van akoestische afschrikmiddelen (Gordon et al 2007) en seizoenale heibeperkingen, worden besproken in het hoofdstuk Zeezoogdieren.

Voorwaarden

Tijdens de constructiefase dient waargenomen sterfte van organismen zoals vogels, zeezoogdieren, vissen, koppotigen (Cephalopoda) enz. te worden gemeld aan de BMM.

Indien geheid wordt, dient de BMM dagelijks op de hoogte te worden gebracht van de locatie, het tijdstip van de start van het heien en het tijdstip van het stoppen van het heien. De heikalender, waarop de locatie, het tijdstip en het toegepaste vermogen bij het heien vermeld worden, dienen aan het eind van de heiactiviteiten overgemaakt te worden aan de BMM.

Indien er gekozen wordt om monopile funderingen te heien dan moeten technieken toegepast worden die het niveau van het onderwatergeluid beperken (vb. gebruik van een bellengordijn, gebruik van een geluidsabsorberende mantel, gebruik van een alternatieve heihamer of aanhouden van een langer contact tussen hamer en paal), of het heien te vervangen door alternatieve technieken die minder onderwatergeluid veroorzaken (vb. vibro-piling). Deze technieken moeten vooraf door de BMM goedgekeurd worden.

Aanbevelingen

Er wordt aanbevolen om ook bij jacket-funderingen (en tripode) technieken toe te passen bij het heien die het niveau van het onderwatergeluid beperken (vb. gebruik van een bellengordijn, gebruik van een geluidsabsorberende mantel, gebruik van een alternatieve heihamer of aanhouden van een langer contact tussen hamer en paal), of het heien te vervangen door alternatieve technieken die minder onderwatergeluid veroorzaken (vb. vibro-piling).

Er wordt aanbevolen om op voorhand technische alternatieven voor het heien te onderzoeken en hun gebruik te overwegen in de planning van het project. Als het monitoringsprogramma overtuigende resultaten levert van milieuschade die optreedt ten gevolge van geluid of trillingen kunnen eventueel structurele aanpassingen toegepast worden, na overleg met de BMM, om het niveau van de trillingen en het geluid terug te dringen, of het frequentiespectrum ervan te wijzigen.

Er wordt aanbevolen om de periode waarin de palen geheid worden zo kort mogelijk te houden.

7.2.4 Monitoring

De belangrijkste aspecten van de monitoring van de effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren tijdens de constructiefase en exploitatiefase worden in het hoofdstuk zeezoogdieren opgenomen. Door middel van de resultaten van het onderzoek van de fysische aspecten van het geluid, samen met

gegevens in de literatuur, kunnen eventuele effecten op vissen en zeezoogdieren afgeleid worden. Daarnaast kunnen ook vaststellingen tijdens de werkzaamheden of de exploitatiefase mogelijk in verband gebracht worden met geluidsoverlast. Zo dient sterfte van zeezoogdieren, vissen en cephalopoden in het werfgebied en de omgeving tijdens het heien van palen door de exploitant te worden gerapporteerd aan de BMM.

Meetprotocol:

In het huidige meetprotocol worden de metingen enkel uitgevoerd met een hydrofoon op drift. Er is nood aan een tweede, gelijktijdige meting om een beter beeld te krijgen van de propagatie van het geluid in de bathymetrisch complexe omgeving van het BDNZ. Daarnaast is het huidige protocol niet bruikbaar bij meteorologisch ongunstige omstandigheden (vanaf seastate >3) of voor lange tijdseries (> 12h). Deze beperkingen, samen met de evolutie naar een Europese standaard voor de monitoring van de effecten van windmolenparken (zie bv. Muller en Zerbs, 2011), pleiten voor het gebruik van een autonoom afgemeerd meetstation.

Referentietoestand:

Gezien de aanwezigheid van andere windmolenparken in de onmiddellijke omgeving van het projectgebied kan men een lichte verhoging verwachten in het achtergrond geluidsdrukniveau ten opzichte van de referentieniveaus die werden opgemeten voor C-Power fase I en Belwind. Het geluidsdrukniveau zal minstens één keer gemeten moeten worden volgens de nieuwe versie van de meetprotocols zoals gebruikt voor C-Power en Belwind (Henriet et al, 2006, Haelters et al, 2009).

Bouwfase:

Tijdens de bouwfase, moet het geluid van het heien worden gemeten door het middel van een autonoom afgemeerd station en/of met een hydrofoon op drift. Dit zowel in de directe omgeving van de werkplek, alsook op grote afstand van de bron (tot waar de geluidsdemping het niveau van het achtergrondgeluid bereikt). Om veiligheidsredenen wordt een minimale afstand tot de werkzaamheden (het heiplatform) van 500 m genomen. Aangezien dit “far field” metingen betreft en rekening houdend met de demping van het onderwatergeluid die anders is voor de verschillende frequenties, wordt gekozen om metingen uit te voeren in het spectrum van 10 Hz tot 10kHz. De positie van de verschillende metingen worden geregistreerd om informatie te bekomen over de voortplanting van onderwatergeluid in de complexe omgeving van het BDNZ. Geluidsmetingen moeten worden uitgevoerd tijdens de installatie van ten minste twee funderingen. Het doel van de metingen is het bepalen van de verhoging van het geluidsniveau door de werken en het spectrum van het geluidsniveau.

Operationele fase:

Tijdens de operationele fase is het noodzakelijk om de geproduceerde onderwatergeluid zowel binnen het park als erbuiten te meten (vb. op 500m van het windpark). Een recente studie toonde aan dat stalen monopiles met 20 tot 25 dB re 1 μ Pa hogere onderwatergeluidsniveaus veroorzaken dan gravitaire funderingen (Norro et al 2011). Voor dit windmolenpark zijn er verschillende configuraties

voorzien waaronder ook één met een mogelijke toename in grootte van de turbines. De monitoring van het onderwatergeluid tijdens de operationele fase zal zich richten op de karakterisering van het geproduceerde geluid in verschillende weersomstandigheden. Hiervoor zullen minstens vier sets van metingen nodig zijn, twee in matige 3-4 Bft windstaat en twee tijdens een stormachtige gebeurtenis (deze laatste metingen dienen te worden verkregen vanop een vast meetstation). Net als bij de metingen tijdens de bouwphase dient het spectrum waarover gemeten wordt tenminste 10 Hz – 10 kHz te dekken. Indien verschillende types fundering of turbine gebruikt worden, dienen de metingen voor elk type te worden herhaald en met elkaar worden vergeleken. Waar mogelijk dienen brongeluiden te worden bepaald of afgeleid.

Ontmantelingsfase:

Het is nog niet gekend welke methodes gebruikt zullen worden tijdens de ontmantelingsfase. Het is nodig om ook tijdens deze fase het veroorzaakte onderwatergeluid te karakteriseren.

7.3 Geluid boven water

7.3.1 Inleiding

De bouw en exploitatie van offshore windparken zal geluid boven het water genereren dat zich voortplant in de atmosfeer. De hoogste geluidsniveaus kunnen verwacht worden tijdens de bouwphase van het windpark zeker als er geheid zal worden. In mei 2011 werd dit geluidsniveau bepaald tijdens het heien van palen van de jacket funderingen van C-Power, dit synchroon met de metingen van het onderwatergeluid (Dekoninck en Botteldooren, in voorbereiding). Een maximale geluidstoename met pieken tot meer dan 90 dB(A) werd geregistreerd op 280 m afstand van de werken. In vergelijking met het achtergrondgeluid werd er op deze afstand een toename van 56 naar 83 dB(A) vastgesteld in de L5_1S⁸. Deze geluidstoename is echter beperkt tot de periode waarin er effectief geheid wordt (vben C-Power en Belwind: zie hierboven). Tijdens de operationele fase wordt ook een verhoging van het geluidsniveau waargenomen. Dekoninck en Botteldooren (2010) konden een geluidsniveau van 50 dB (A) opmeten op enkele tientallen meters afstand van een operationele windturbine op de Thornton bank en dit voor de frequentie van 1,25 kHz. Daarnaast werd het operationeel geluid van de windturbines bij verschillende weersomstandigheden gemeten met behulp van een vaste meetpost op het platform onderaan één van de 5MW turbines op de Thorntonbank (Dekoninck and Botteldooren, 2010). Een toename van de geluidsdruk proportioneel aan de windsnelheid en dus ook de omwentelingssnelheid van de wieken werd waargenomen. Het geluidsniveau bereikte een maximum van 65 dB(A) voor een windsnelheid van 12 m/s hetgeen overeenkwam met de maximale productie tijdens de periode van de metingen. Let wel, geluid boven water en onderwatergeluid worden niet gemeten met dezelfde eenheden. Een geluidsniveau van 65 dB (A) is vergelijkbaar met het geluid geproduceerd door een zware vrachtwagen die op 300 m afstand aan een snelheid van 50 km/h voorbij

⁸ De L5_1S is de hoogste 5 percentiel van het opgenomen geluidsniveau binnen een periode van 1 seconde (over een totaal van 600 opnames).

komt gereden. De afstandsdeмпing zorgt er voor dat op 500 meter van windmolens het geluid sterk afneemt (tot op een niveau vergelijkbaar met het geluid van bladeren die ritselen in de wind).

7.3.2 Te verwachten effecten

Het nieuwe windmolenpark zal geluid produceren boven het water tijdens de bouw, exploitatie en ontmanteling. Afhankelijk van de gebruikte bouwmethode en het funderingstype kan men een beperkte tot significante stijging verwachten van het lokale geluidsniveau tijdens en na de werken. Er wordt geen belangrijke impact voorzien buiten de concessiezone, noch aan de kust, die op 20 tot 30 km afstand ligt van het windmolenpark.

7.3.3 Besluit

Gezien de beperkte geluidsniveaus en de afstand tot de kust, zijn de potentiële effecten van het bovenwatergeluid aanvaardbaar. Er worden geen voorwaarden noch aanbevelingen geformuleerd met betrekking tot geluid boven water.

7.3.4 Monitoring

Op basis van de resultaten van de monitoring van C-Power en Belwind (Dekoninck and Bottledooren, 2010; Dekoninck and Bottledooren, in voorbereiding) werd besloten dat de monitoring van het bovenwatergeluid in het kader het voorgestelde Norther windmolenpark niet vereist is.

7.4 *Seismisch onderzoek*

7.4.1. Inleiding

Het brongeluidsniveau (p-p, re 1 m) bij seismisch onderzoek zoals bij olie- en gasexploratie bedraagt 215-262 dB re 1μPa (OSPAR, 2009). De piekniveaus liggen bij deze bronnen meestal bij frequenties lager dan 250 Hz, met pieken in energie tussen 10 en 120 Hz (OSPAR, 2009). Sparkers, boomers en pingers worden gebruikt bij de karakterisatie van zachte sedimenten in ondiep water. Ze werken meestal bij hogere frequenties (0.8 tot 10 kHz), gezien een hoge resolutie vereist wordt en in plaats van diepe penetratie en worden gekarakteriseerd door bronniveaus (@1 m) van 204-220 dB (rms) re 1μPa (OSPAR, 2009). Bij de voorbereidingsfase van het Norther project zal bijkomend geofysisch onderzoek uitgevoerd worden in het voorziene windpark en langs het kabeltraject.

7.4.2 Te verwachten effecten

Potentieel veroorzaakt seismisch onderzoek geluidsniveaus die schadelijk zijn voor biota (Simmonds, 2003 en referenties daarin opgenomen; Bain & Williams, 2006; OSPAR, 2009). De effecten zijn soortafhankelijk, gebiedsafhankelijk en afhankelijk van de seismische bron. Door blootstelling aan intens geluid kan schade optreden aan het gehoorsysteem van organismen, maar kan ook andere fysische schade optreden, zoals stress en orgaanschade.

7.4.3 Besluit

7.4.3.1 Aanvaardbaarheid

Het seismisch onderzoek is plaatselijk en sterk beperkt in tijd. Vandaar dat het project, mits het naleven van de bestaande wetgeving en de voorwaarden hieronder geformuleerd, voor wat betreft het uitvoeren van seismisch onderzoek aanvaardbaar is.

7.4.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen

Gezien de geluidsniveaus die bij seismisch onderzoek kunnen ontstaan is dit potentieel schadelijk voor biota en vooral voor zeezoogdieren. Vandaar dat in een aantal landen, vooral deze waar zich olie- en gasreserves in de zeebodem bevinden, richtlijnen van kracht zijn voor het verminderen van de intensiteit en de duur van het geluid en het vermijden en verminderen van effecten op biota (vb. JNCC, 2010).

Maatregelen die toegepast worden in het buitenland om mogelijke effecten van seismisch onderzoek op zeezoogdieren te voorkomen of te verminderen, zijn onder meer (Weir & Dolman, 2007):

- Het niet uitvoeren van het onderzoek in periodes en gebieden met hoge dichtheden aan zeezoogdieren;
- Het gebruik van de geluidsbron met de laagst mogelijke energie;
- Eliminatie van onnodige hoge frequenties;
- Limitatie van de horizontale propagatie van het geluid;
- Voortdurende visuele en akoestische controle van het surveygebied m.b.t. de aanwezigheid van zeezoogdieren;
- Het niet inzetten van krachtige systemen tijdens de nacht of bij slechte zichtbaarheid;
- Ramp-up of soft start procedure, waarbij de survey aanvangt met lagere vermogens.

Voorwaarden

Voor het bodemonderzoek zijn de volgende bepalingen van toepassing:

- Het onderzoek wordt niet aangevat, of moet gestaakt worden, bij waarneming van zeezoogdieren in de buurt van het onderzoeksvaartuig, en vangt niet aan of wordt niet hervat vóór de dieren zich op voldoende afstand (minstens 200 m) van het vaartuig verwijderd hebben;
- Het onderzoek wordt uitgevoerd met een ‘ramp-up’ procedure, waarbij de survey aanvangt met een energie-output die geleidelijk aan opgebouwd wordt;
- Het onderzoek wordt uitgevoerd met de laagst mogelijke output-energie en het laagst

mogelijke brongeluidsniveau dat het bereiken van de doelstelling van het onderzoek mogelijk maakt;

- Ten laatste 10 kalenderdagen voor elke survey zal de volgende relevante informatie rechtstreeks aan de BMM overgemaakt worden:
 - naam van schip;
 - haven van vertrek;
 - datum en uur van vertrek;
 - datum van survey;
 - gebruikte toestellen en specificaties (vermogen en frequenties, capaciteit van de luchtkamer, aantal schoten);
 - positie van tracks/transects;
- Tijdens de uitvoering van het seismisch onderzoek kan op vraag van de BMM een waarnemer aan boord van het seismisch vaartuig geplaatst worden; eventueel kunnen door de waarnemer ad hoc specifieke richtlijnen worden gegeven;
- Ten minste twee kalenderdagen voor elke survey zal volgende informatie aan het MRCC (met kopie aan MIK) overgemaakt worden:
 - datum en tijdstip van de aanvang van het onderzoek;
 - met welke vaartuigen en met welke middelen welke activiteiten op welk ogenblik gepland zijn;
 - bij het niet ter plaatse blijven voor het uitvoeren van de activiteiten, de geplande vooruitgang van de activiteiten.

Aanbevelingen

De maatregel die potentieel het meeste effect heeft, is het niet uitvoeren van seismisch onderzoek tijdens de meest gevoelige periode voor zeezoogdieren en vissen. Deze periode strekt zich uit in het voorjaar, tussen 1 januari en 1 mei. Er wordt aanbevolen het seismisch onderzoek niet tijdens deze periode uit te voeren.

Er wordt aangeraden continu een visuele en/of akoestische monitoring uit te voeren voor het tijdig opsporen van zeezoogdieren in de buurt van het survey vaartuig.

7.4.4 Monitoring

Wat betreft de productie van onderwatergeluid tijdens seimisch onderzoek wordt er geen monitoring voorzien.

8. Risico en veiligheid

- De exploitatie van een windmolenpark in een zone die zich bevindt op ongeveer 1,2 km van een druk bevaren scheepvaartroute brengt een aantal extra risico's met zich mee die in de reeds vergunde windmolenparken slechts in mindere mate aanwezig zijn;
- de kans op aanvaring- of aandrijfongevallen van schepen met de Norther turbines wordt geschat van 1 op 12 jaar tot 1 op 10 jaar (afhankelijk van het gebruikte scenario);
- als de hele Belgische windmolenzone (met uitzondering van de meest noordelijke zone) ingevuld wordt dan stijgt de kans op aanvaar- of aandrijfongevallen naar 1 op 4 jaar;
- de realisatie van het Norther windmolenpark heeft slechts een verwaarloosbare invloed op het aantal schip-schip aanvaringen op het Belgisch deel van de Noordzee;
- de kans op uitstroom van bunkerolie en ladingolie in de Belgische Noordzee neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een North Sea Power windturbine maximaal toe met ~7.4%;
- een olielozing in het Norther gebied kan een groot gebied impacteren en kan, afhankelijk van de weerscondities, de lozingslocatie, het tijdstip dat de lozing, het olietype, enz...zowel Belgische als Nederlandse beschermde mariene gebieden bereiken;
- de activiteit is enkel aanvaardbaar indien er de nodige preventie- en voorzorgsmaatregelen genomen worden om de veiligheid verder te verhogen en de kans op een ongeval met eventuele milieuschade tot gevolg te beperken

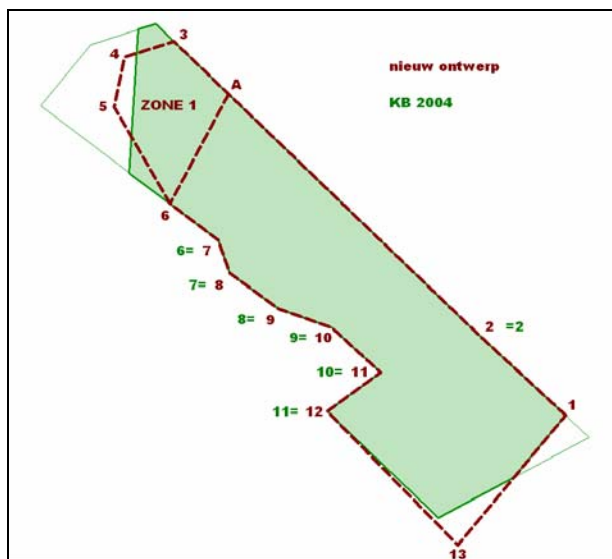
8.1 Inleiding

Onder de te verwachten betekenisvolle effecten van het project die beoordeeld worden, vallen de gevolgen voor het mariene milieu van defecten, ongevallen en rampen. Die gevolgen maken deel uit van de indirecte, tijdelijke effecten van de te vergunnen activiteit. Het is dus van groot belang te weten hoe de aanwezigheid van het windmolenpark, van bouw tot ontmanteling, en de exploitatie ervan specifieke risico's met zich meebrengt, en hoe ze de bestaande risico's (in verband met scheepvaart) wijzigt. Dit hoofdstuk buigt zich over het geheel van de veiligheidsproblematiek, en over de voorwaarden waaronder de risico's verbonden aan het windmolenpark onder controle kunnen worden gehouden. Voor de reeds vergunde windmolenparken werd een uitgebreid onderzoek gevoerd naar de mogelijke effecten op de scheepvaart en veiligheid op zee in het algemeen. De lezer wordt doorverwezen naar de MEB van het Northwind project voor een uitgebreide lectuur hieromtrent (BMM, 2009). Hierna wordt specifiek ingegaan op de bijzonderheden van het Norther windmolenpark en dit voor volgende risico's: industriële risico's, effecten van de voorgenomen activiteiten op de scheepvaart, risico's te wijten aan de scheepvaart en risico's gebonden aan de elektriciteitskabels.

8.1.1 Situering van de zone

In 2009 voerde de Vlaamse overheid mobiliteit en openbare werken een onderzoek uit naar de relatie tussen de inplanting van windmolenparken in de Belgische exclusieve economische zone en de

gevolgen voor de scheepvaart. Uit deze studie kwam naar voren dat de huidige Belgische windmolenzone in het zuiden interfereerde met de zogenaamde Westpitroute van en naar de Scheldemonding en de kusthavens. Er werd voorgesteld om deze Westpitroute intact te houden en de windmolenzone in de zuidoostelijke hoek te verkleinen. Aan zuidwestelijke zijde werd de windmolenzone uitgebreid met een zelfde oppervlakte (Figuren 1.1 en 8.1). De Belgische windmolenzone werd door het KB van 08/02/2011 gewijzigd. Voor deze uitbreiding kon tot eind augustus 2011 een concessie aanvraag ingediend worden. Gezien deze zone grenst aan de concessie van Norther heeft deze laatste een aanvraag ingediend om hun reeds verkregen concessie uit te breiden. In het MER en de veiligheidsstudies (MARIN 2011a; b) werd reeds rekening gehouden met deze mogelijke uitbreiding.



Figuur 8.1 detail van de aanpassing van de Belgische windmolenzone.

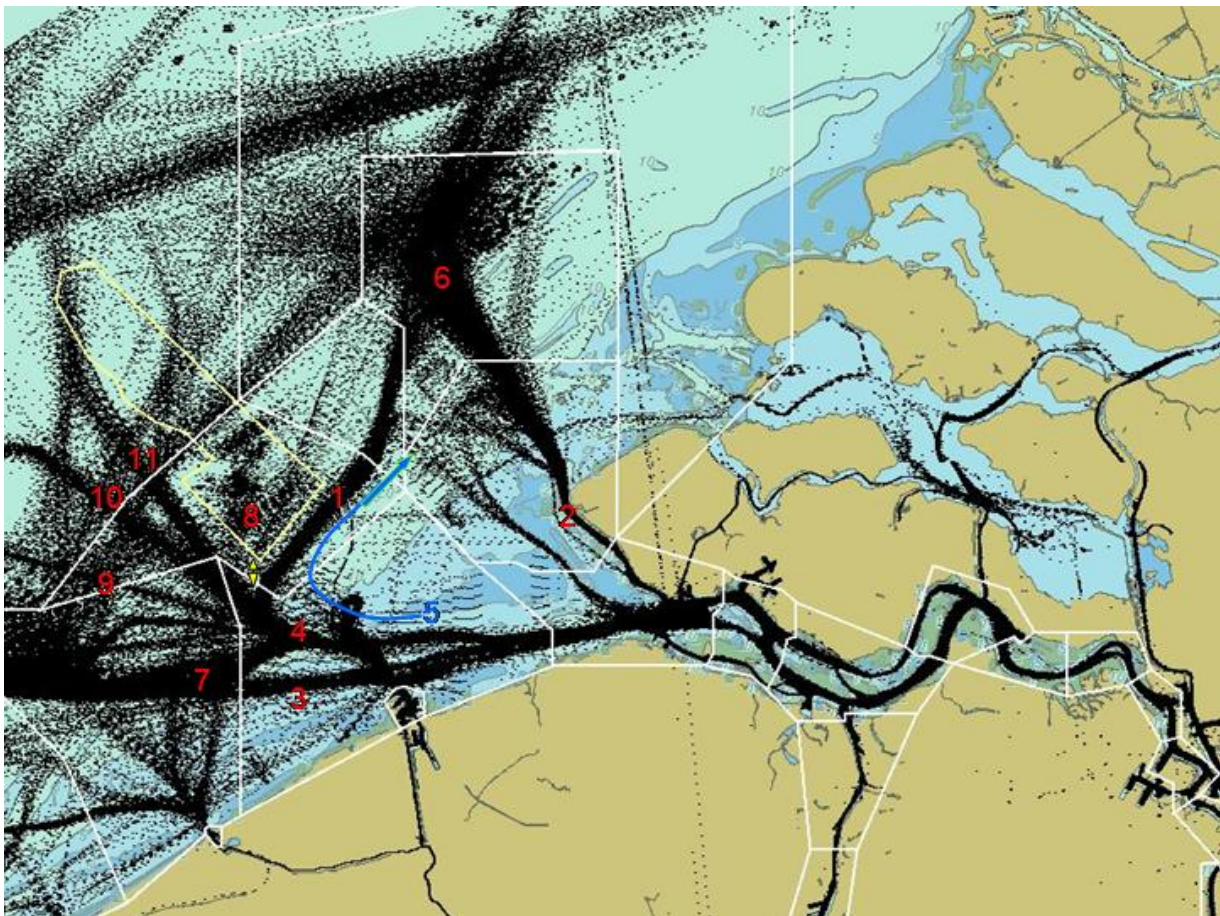
In december 2009 heeft het Nederlandse kabinet het Nationaal Waterplan goedgekeurd dat de hoofdlijnen aangeeft van het Nederlandse beleid om in de periode 2009 - 2015 te komen tot een duurzaam waterbeheer. Het Nationaal Waterplan richt zich op bescherming tegen overstromingen, voldoende en schoon water en diverse vormen van gebruik van water. Dit plan voorziet in een windwinningsgebied Borssele aan de Belgisch/Nederlandse grens, in een zone deels aansluitend aan de windmolenzone in de Belgische zeegebieden (Figuur 1.1). Het Norther windpark ligt ten zuiden van dit Borssele gebied.

8.1.2 Huidige scheepvaartroutes en scheepvaartdruk

Beelden van de huidige scheepvaartdruk en gevolgde routes in de zone rond het concessiegebied van Norther worden hieronder weergegeven in Figuren 8.2 en 8.3. Met de verwezenlijking van de Northwind en Norther projecten zal de scheepvaart zich herorganiseren volgens een patroon dat waarschijnlijk overeenkomt met routes 3 en 4 in Figuur 8.4 (MARIN, 2011b).

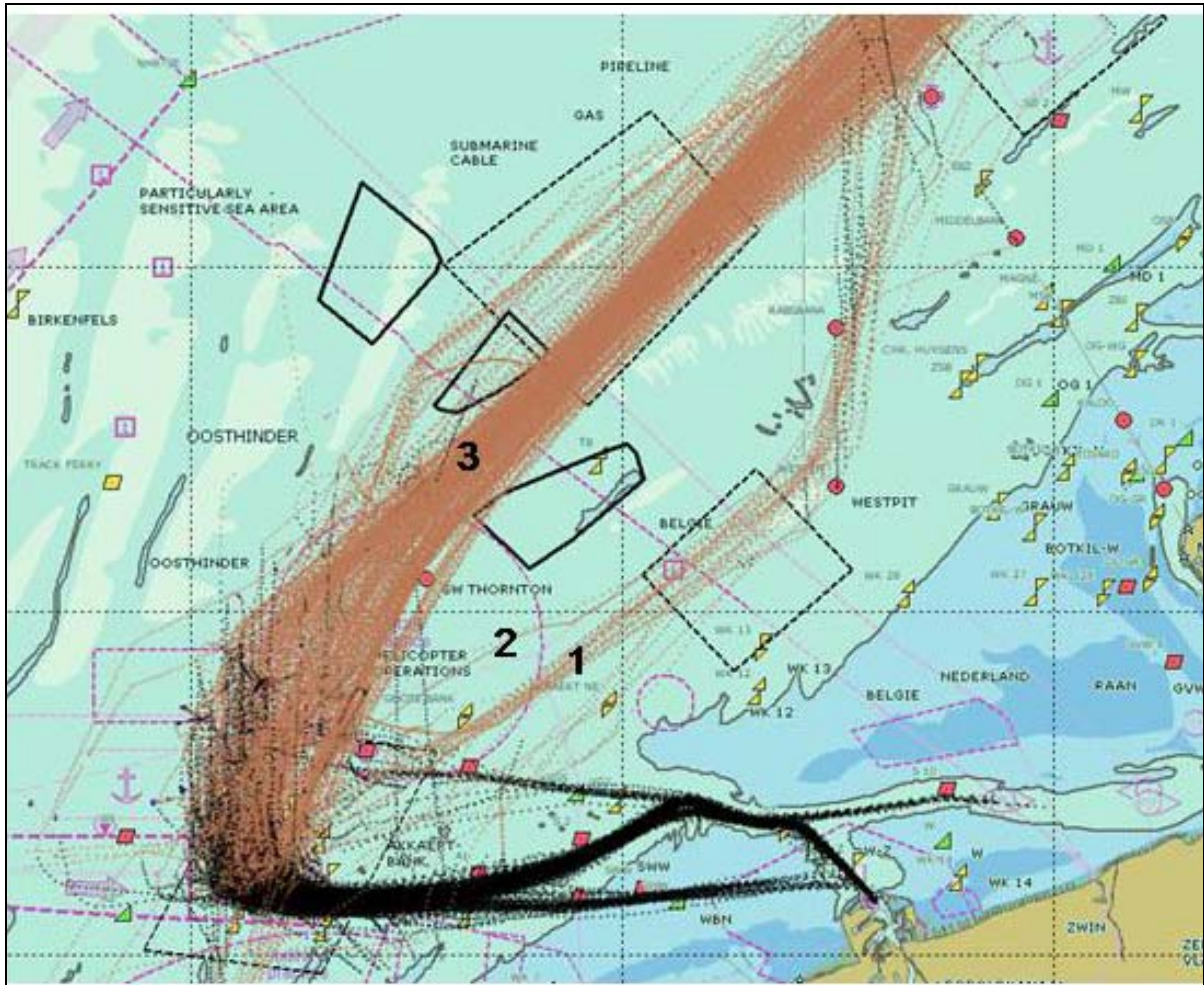
Uit Marin (2011b) blijkt dat het (onbeloodste) verkeer vanaf Steenbank naar Wandelaar overwegend

ten noorden van windpark C-Power langs de zogenaamde Thornton route (3 in Figuur 8.3) vaart, maar dat een beperkt deel van de schepen ten zuiden van C-Power via Westpit naar Wandelaar vaart (1 en 2 in Figuur 8.3). Deze Westpitroute is geen gedefinieerde afgebakende route, maar is een route die historisch ontstaan is tussen de zandbanken. Ze wordt in het zuiden begrensd door de Sierra Montana en in het noorden door het Norther project (Figuur 8.2). De Westpitroute wordt gebruikt als de Oostgatroute niet beschikbaar is door slechte weersomstandigheden, als de diepgang van het schip meer dan 76 dm bij laagwater is of als het schip gevaarlijke goederen vervoert. Via de Westronddroute (5 op Figuur 8.2) kunnen dergelijke schepen toch nog de Schelde op (of omgekeerd voor schepen van de Schelde komende). In totaal werden er in 2008⁹ 30 schepen, van verschillende types (met name container schepen en dry cargo) en grootte, geregistreerd varend van Steenbank via Westpit (1 en 2) naar Wandelaar. In omgekeerde richting voeren totaal 10 schepen.



Figuur 8.2 scheepvaartbewegingen voor de maand september 2011. De belangrijkste scheepvaartroutes en loodsposten worden weergegeven. 1=Westpit, 2= Oostgat, 3=Wielingen, 4=Scheur, 5= Westronddroute, 6=Steenbank loodspost, 7=Wandelaar loodspost, 8= Thorntonroute, 9,10,11= routes van onbeloodste vaart. Gele driehoeken = NE Akkaert boei. Data scheepvaartbegeleiding 2011.

⁹ voor de analyse van het scheepsverkeer via de Westpitroute werd AIS-data van 2008 gebruikt. Gezien de ontwikkeling van de scheepvaart is dat geen beperking, zeker niet wanneer in aanmerking wordt genomen dat de scheepvaart in 2009 en 2010 door de crisis minder intensief is geweest.



Figuur 8.3 Weergave van scheepstracks over heel 2008 van verkeer dat van Steenbank naar Wandelaar vaart via Thornton of Westpit. Bruine stippen zijn AIS posities waar een schip westwaarts voer, en zwart oostwaarts. 1= Westpitroute, 2= onbeloodse vaart Westpitroute, 3= Thorntonroute. Bruine stippen zijn AIS posities waar een schip westwaarts voer, en zwart oostwaarts. De contouren van de drie reeds vergunde windparken (Belwind, Northwind en C-Power) zijn weergegeven met zwarte lijnen.

In Figuur 8.4 werden de tracks van Steenbank naar Wandelaar via Westpit wederom weergegeven, met daarbij op de contouren van de concessiegebieden van C-Power, Belwind, Northwind en Norther. Hierin is te zien dat het verkeer via Westpit naar Wandelaar inderdaad afwijkt (route 1 + 2) van de gemodelleerde route (4) voor het verkeer dat rechtstreeks naar de Westerschelde vaart, en dat dit dus door aanwezigheid van het Norther windpark gehinderd zal worden bij het nemen van die route.



Figuur 8.4 Gemodelleerde Thortonbankroute (3) en Westpitroute (4). Weergave van detail scheepstracks over heel 2008 van verkeer Steenbank-Westpit-Wandelaar naar Wandelaar (bruine stippellijnen, 1+2). De Belgische windmolenzone wordt aangeduid in haar oorspronkelijke versie (zonder driehoek aan westzijde onderaan), alsook met driehoek.

8.2 Te verwachten effecten

8.2.1 Industriële risico's

In het algemeen wijken de industriële risico's van het Norther project niet noemenswaardig af van deze behandeld in het kader van de milieueffectenbeoordeling van van het Northwind project (BMM, 2009) en bijgevolg blijven dezelfde voorwaarden van kracht (zie hieronder).

Analyse van de incidenten tijdens de bouwphase van de C-Power en Belwind windmolenparken geeft aan dat operaties in mindere weersomstandigheden verantwoordelijk waren voor een groot deel van de incidenten, naast motorpech, problemen met het design van onderdelen en ervaring van kapiteins. Om toekomstige incidenten te vermijden stelt Mott Mac Donald (2011) voor om een hogere ‘vessel classification standard’ te gebruiken dan dat van de VK Maritime and Coastguard Agency (MCA) om zeker te zijn dat de schepen goed presteren in slechte weersomstandigheden. Voorbeelden van dergelijke standaarden zijn DNV, GL of ABS classificaties.

8.2.2 Invloed van het project op scheepvaart

8.2.2.1 Invloed op verkeerspatronen

Met de verwezenlijking van de C-Power, Belwind, Northwind en Norther projecten zal de scheepvaart zich herorganiseren volgens een patroon dat waarschijnlijk overeenkomt met Figuur 8.5. Na finalisatie

van deze parken zal er mogelijks nog verkeer mogelijk zijn tussen Belwind en Northwind, maar de scheepvaart door de Northwindzone zal noodgedwongen een andere route dienen te kiezen. Nadat ook Rentel en het andere tussenliggende windmolenpark gefinaliseerd zijn zal alle scheepvaart moeten omvaren boven of onder de Belgische windmolenzone (Figuur 8.6).

De Westpitroute wordt als volgt door Norther beïnvloed. Het verkeer dat via Westpit naar Wandelaar vaart, volgt vanaf Westpit eerst nog de drukker route die onder windpark C-Power passeert, en wijkt onder C-Power iets naar het noorden af van deze drukker route. De afgesplitste route gaat ten noorden van boei NE Akkaert langs. Dit verkeer zal door aanwezigheid van Norther de route moeten verleggen en niet ten noorden van NE Akkaert kunnen passeren. Indien men rekening houdt met het originele Norther concessiegebied dan kan het verkeer Steenbank-Westpit-Wandelaar verder boven Akkaert NE langs kunnen passeren dan in het scenario met de uitgebreide concessie (MARIN, 2011b).



Figuur 8.5 Gewijzigde verkeerssituatie in aanwezigheid van (van noordwest naar zuidoost) de Belwind, Northwind, C-Power en Norther (incl. uitgebreide concessie) windmolenparken.



Figuur 8.6 Gewijzigde verkeerssituatie wanneer de volledige Belgische windmolenzone (met uitzondering van het meest Noordelijke gebied) in gebruik wordt genomen (incl. uitgebreide concessie Norther).

8.2.2.2 Kruisende schepen en radar

Door de bouw van andere windmolenparken zal de concentratie van de scheepvaart –inclusief de pleziervaart– zich nog meer concentreren op een kleinere oppervlakte ten zuiden van de Northwindzone, waar ook een grote toename van niet-routegebonden scheepvaart verwacht wordt (onderhoudsschepen, werkschepen, enz...). Langs de zuidelijke rand van het Norther windmolenpark zullen schepen met bijzonder grote diepgang op intense wijze langs het windmolenpark passeren wat een verhoogd risico op incidenten vormt. Het verkeer van vissersvaartuigen of pleziervaartuigen langs de zuidelijke rand en de trafiek komende van het TSS/VK impliceert een mogelijk risico op aanvaringen met (al dan niet diepstekende) schepen die de Westpitroute gebruiken. Voor de kruisende scheepvaart worden de effecten m.b.t. de zichtbaarheid in Marin 2011a onderzocht.

Schepen die elkaar naderen met kruisende koersen dienen tijdig vast te kunnen stellen of er gevaar voor aanvaring bestaat en dienen voldoende mogelijkheden (ruimte) te hebben om een mogelijke aanvaring te voorkomen. Daartoe dient men goed beeld van elkaar te hebben, zowel visueel als via de radar. Windmolenparken belemmeren dit zicht. Zowel visueel (windturbines blokkeren zicht op de navigatielichten van het schip) als op de radar (afscherming, valse echo's, windturbines geven o.a. dikke echo's op het scherm). Deze afscherming is evenredig met het aantal windturbines dat zich tussen de beide schepen bevindt. Echter, op het punt dat zich nog maar enkele windturbines tussen beide schepen bevinden, kunnen de schepen elkaar al te dicht genaderd zijn. De "Bepalingen ter

voorkoming van aanvaring op zee”, (artikel 8) eisen dat men tijdig en duidelijk actie neemt op basis van betrouwbare informatie.

Met betrekking tot kruisende scheepvaart en zichtbaarheid in de buurt van een windmolenpark voerde MARIN simulaties uit met een full scale manoeuvreersimulator (MARIN, 2011a). Hiermee kunnen enkel kwalitatieve uitspraken worden gedaan. Het blijft onmogelijk om dit risico te kwantificeren. De simulatorstudie heeft aangetoond dat de verstoring van het zicht en het radarbeeld beperkt en is niet direct tot onoverkomelijke problemen zou leiden. Als vervolg van de simulatorstudie werd gezocht naar een methode die de ondoorzichtbaarheid van een windmolenpark weergeeft waarbij wordt nagegaan of een schip door het windpark heen waargenomen kan worden. Verschillende scenario's (met variërende groottes van windturbines en inplantingsschema) werden onderzocht. Er wordt besloten dat de ondoorzichtbaarheid van een windpark niet erg gevoelig is voor de opstelling van de windturbines, mits deze regelmatig in rijen worden opgesteld, de versprongen opstelling heeft wel als voordeel dat er meer turbines op dezelfde oppervlakte kunnen worden geplaatst. De ondoorzichtbaarheid (visueel en op radar) wordt bij langs varen kleiner wanneer de afstand tot het park groter wordt en de ondoorzichtbaarheid van een windpark met 5 MW turbines is iets kleiner dan 3 MW, maar het voordeel van de grotere afstand tussen de windturbines wordt deels tenietgedaan door de grotere diameter van de windturbines.

De hierboven besproken situaties kunnen concreter worden door de plaatsing van windmolens in aangevraagde uitbreiding van de concessie. Zonder deze bezetting ontstaat een beter zicht voor de kruisende schepen en wordt tevens een kleine ruimte gevormd die in nood als uitwijkzone kan dienen.

Om de veiligheid verder te verhogen, dient er bijkomend beheer te komen in de zone boven de Westpit. In die zone wordt momenteel niet actief gemonitord gezien er geen VTS (Vessel traffic monitoring system) is. Het radarbereik in die zone is tevens onvoldoende. Een aangepast beheer dat de scheepvaart begeleidt op maat van de schepen in de buurt van het windmolenpark is noodzakelijk. Welke beheersmaatregelen het beste genomen worden dient in overleg met de nautische diensten met kennis ter zake besloten te worden en dit zo snel mogelijk opdat de beheersmaatregelen in werking zijn op het ogenblik dat het Norther park gebouwd wordt (vanaf 2014-2015).

In Catrysse (2011) wordt besloten dat in het gebied achter het Norther windmolenpark voor een aantal radarstations een zone van schaduw en ontoereikend bereik ontstaat. Meer in detail wordt gesteld dat het gebied in noord-oostelijke richting voldoende afgedekt blijft door een aantal SRK radarstations en dat er zich enkel naar westelijke zijde een beperking van radardekking kan voordoen, door het effect van verminderde gevoeligheid voor alle radarstations ten oosten van het Norther windmolenpark. Cumulatief met de anderen parken wijst Catrysse erop dat enkel de windmolenparken van Norther, C-Power en Rentel een zekere invloed zullen hebben op de correcte werking van de SRK en dit eveneens aan de westelijke zijde van de Belgische windmolenzone. Naar veiligheid en bewaking van de windmolenparken toe, is het volgens Catrysse evenwel nodig om een extra radarpost op een optimale plaats t.o.v. de verschillende projecten te voorzien. In eerste instantie lijkt het westelijke

uiteinde van de Bligh Bank een optimale ligging. Hierdoor wordt de radarwaarneming rond de verschillende windmolenparken verzekerd. Dit voorstel houdt rekening met de aanwezigheid van de verschillende geplande windmolenparken. Merk op dat in Catrysse (2011) uitgegaan werd van een offshore positie voor de radarpost van de Schouwenbank zoals voorzien in de planfase voor plaatsing. Uiteindelijk werd besloten deze radarpost op land te plaatsen op de locatie Neeltje Jans.

Niet onderzocht door Catrysse 2011 is de impact van communicatie en radar binnen het VTS gebied voor kleinere schepen zonder AIS of een te lage AIS, pleziervaar en visserij. Dit blijft een leemte in de kennis. Ook dient er aandacht te gaan naar SAR (Search And Rescue) opdrachten binnen de windmolenzone. In het Verenigd Koninkrijk werden uitgebreide testen uitgevoerd naar de invloed van een bestaand offshore windmolenpark (North Hoyle, 5 rijen van 6 - 2 MW turbines), op radiofonie en scheepsradars (MCA and Qinetiq, 2004). Hieruit werd besloten dat er geen noemenswaardige effecten optraden voor de radiofonie. De windturbines produceerden wel een blinde zone en een schaduwzone waarin de andere turbines, schepen en personen in het windmolenpark niet konden worden geïdentificeerd, tenzij de objecten bewogen. Dit geldt enkel voor kleine schepen. Een groot schip werd gemakkelijk gelokaliseerd in en achter het windmolenpark. Indien de windturbines parallel aan de radar gericht waren, werden meervoudige echo's waargenomen. Dit fenomeen werd niet waargenomen bij loodrechte positie waar wel gereflecteerde echo's werden waargenomen. Ook de ervaringen in Nederland waar reeds twee windmolenparken van respectievelijk 36 x 3 MW turbines en 60 x 2 MW actief zijn, leren dat het waarnemen en goed kunnen blijven volgen van kleine vaart (visserijsschepen en recreatievaart) bemoeilijkt wordt door de aanwezigheid van de parken. Het niet of laat waarnemen van bewegende objecten vormt volgens de Nederlandse nautische adviesgroep een ontoelaatbare vergroting van de kans op ongevallen (RWS, 2007).

Uit SAR testen in het Verenigd Koninkrijk met helikopters bleek dat het van groot belang is dat de windturbines de mogelijkheid bieden om de wieken stil te zetten in een Y positie zodat iedere turbine apart zonder problemen kan benaderd worden en tevens het volledige park kan doorvlogen worden met de minst mogelijke risico's en een efficiënte hulpverlening en evacuatie. Indien de wieken van de windturbines niet in deze stand kunnen geblokkeerd worden is SAR in het gebied volgens de auteur, indien niet verboden, uiterst gevaarlijk (Brown, 2005). Een bijkomende offshore radarpost zoals voorgesteld door Prof Catrysse zal de veiligheid voor deze kleine schepen en tijdens SAR interventies zeker verhogen.

8.2.3 Risico's te wijten aan de scheepvaart

In het kader van het MER, voerde MARIN een veiligheidsstudie uit voor het Norther project. De gebruikte methode, data en het simulatiemodel worden uitvoerig beschreven in het document 'Veiligheidsstudie offshore windpark North Sea power¹⁰, in bijlage bij het MER (MARIN, 2011a). In deze studie werd echter niet bestudeerd hoe het risico verandert door de verplaatsing van de scheepvaart van de huidige gevaren routes naar andere routes (zie figuren 8.6 en 8.7) en er werd niet

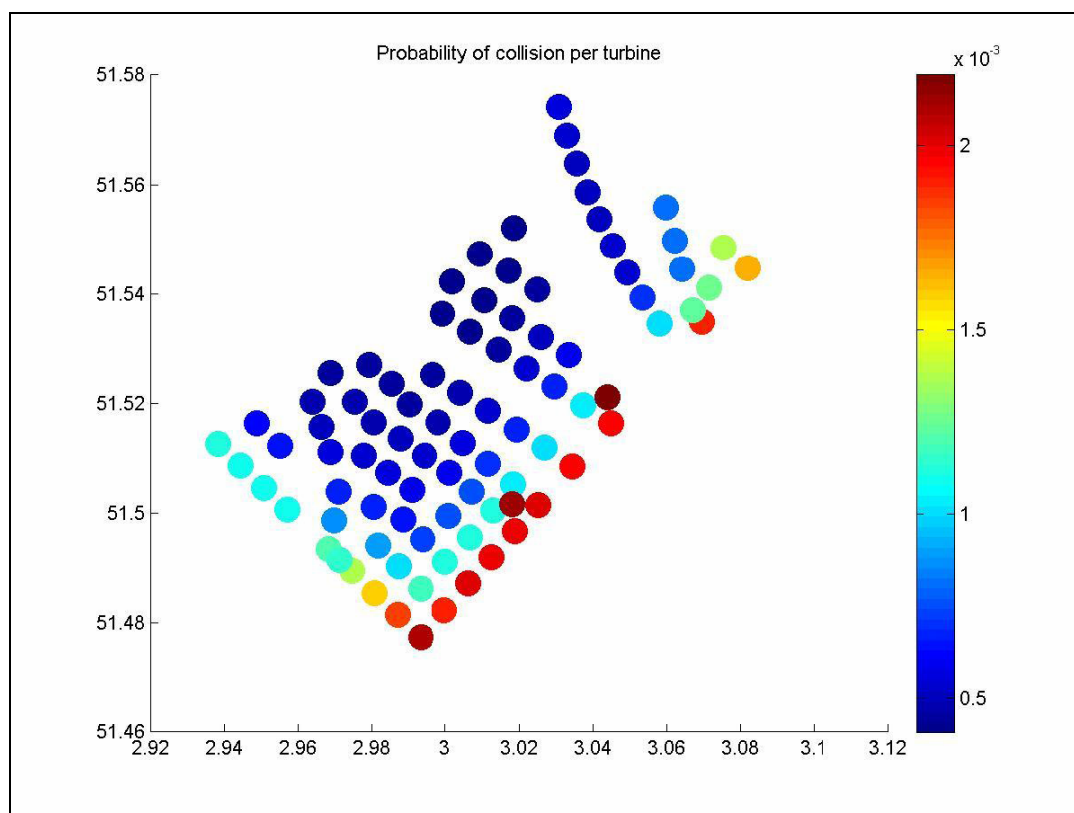
¹⁰ North sea power = Norther

uitgewijd over de schip/schip aanvaringen en het verschil in risico voor de situatie met en zonder uitbreiding van de concessie. Een aanvullende studie werd op vraag van de BMM door MARIN uitgevoerd (MARIN, 2011b)

8.2.3.1 Aanvaring en Aandrijfrisico's

Tijdens de exploitatiefase verwacht de uitgevoerde risicostudie dat voor de 3,6 MW variant (86 turbines met monopile funderingen) eens om de 12,4 jaar een aanvaring/aandrijving zal gebeuren en voor de 6,15 MW variant (74 turbines met jacket funderingen) eens om de 10,4 jaar (Marin, 2011a). De aanwezigheid van meerdere windmolenparken in de zone heeft weinig invloed heeft op de totale aanvarings- of aandrijfkansen bij Norther (Marin 2011a). Het extra verkeer Steenbank-Westpit-Wandelaar ten gevolge van de invulling van de windmolenzone levert dus nauwelijks een hogere aanvaarkans op. De verschillen tussen verschillende configuraties zijn groter en worden veroorzaakt door verschillen in ram-aanvaringen zoals bepaald door het aantal turbines en het type van funderingen. Indien de aanvaar/aandrijfkans per verwachte energieopbrengst wordt berekend, blijkt dat ondanks het gebruik van de brede jacketfunderingen, de varianten met 6.15 MW turbines per geleverde eenheid energie toch een lagere aanvaringskans hebben. Het aantal turbines is meer bepalend voor het risico dan de afmetingen van de palen. Bijgevolg zou het gebruik van 10MW turbines het risico op aanvaringen nog verder verminderen. De uitbreiding van de concessie aan de zuidwestelijke zijde van de Belgische windmolenzone zorgt voor een behoorlijke toename (18.5%) van het verwacht aantal aanvaringen door routegebonden verkeer (MARIN 2011b). Deze toename komt enerzijds doordat er 74 (uitgebreide concessie) in plaats van 66 turbines (originele concessie) staan en anderzijds omdat de aanvaringskans net voor deze turbines relatief groot is (Figuur 8.7).

Zowel uit de oorspronkelijke als uit de aanvullende studie blijkt dat de windturbines en de meetmast aan de zuidoostelijke rand van het park een relatief hoge aanvaarkans hebben vergeleken met de overige turbines. Deze turbines liggen het dichtst bij de route van en naar Maas West die langs het park loopt. De turbines aan de noordwestelijke rand van het park (tegen het windpark C-Power aan) hebben de laagste aanvaarkans. Figuur 8.7 geeft de situatie voor 86 x 3.6MW in uitgebreide concessie: alle overige scenario's zijn terug te vinden in Marin 2011a en b.



Figuur 8.7 Grafische weergave van de aanvaar- en aandrijfkans per windturbine (86 WT x 3.6 MW en monopile fundering)

De studie berekende ook het cumulatieve aandrijf/aanvaringsrisico samen met de drie reeds vergunde parken en als de hele Belgische windmolenzone (met uitzondering van de meest noordelijke zone) ingevuld wordt. Het totale risico op aanvaring/aandrijving voor de 3 parken samen wordt berekend op 1 op 4,2 jaar. Voor de hele Belgische windmolenzone komt dit op 1 ongeval om de 3,7 jaar (Tabel 8.1). Aangezien het gebruikte model geen doorvaart door de windmolenzone toelaat, neemt het risico voor C-Power af door de aanwezigheid van Norther dat het park op de Thorntonbank als het ware zal afschermen. De hierboven vermelde ongevallen omvatten zowel deze met minimale gevolgen als deze met ernstige gevolgen voor het leefmilieu.

Tabel 8.1 Verwachte aanvaringen en aandrijvingen in de Belgische windmolenzone

Windpark	Aantal aanvaringen (rammen) (per jaar)		Aantal aandrijvingen (driften) (per jaar)		Totaal (per jaar)	Frequentie (in jaar)
	Routegebonden schepen	Niet routegebonden schepen	Routegebonden schepen	Niet routegebonden schepen		
Norther	0,03700	0,01593	0,03628	0,00537	0,09458	10,6
Belwind	0,00580	0,00803	0,04848	0,00499	0,06729	14,9
Eldepasco	0,00023	0,00322	0,02362	0,00315	0,03023	33,1
C-Power	0,00424	0,00279	0,01997	0,00263	0,02963	33,7
Rentel	0,00009	0,00227	0,01663	0,00288	0,02187	45,7
Zone 4	0,00108	0,00519	0,01517	0,00237	0,02381	42,0
TOTAAL	0,04844	0,03743	0,16015	0,02139	0,26741	3,7

8.2.3.2 Schip – schip aanvaringen

De effecten van het windpark op schip-schip aanvaringen, buiten het windpark op de Belgische Noordzee, door de veranderingen van de vaarroutes werden berekend in Marin (2011b). Ten opzichte van de huidige situatie met drie vergunde parken zou de bijkomende aanwezigheid van het Norther windpark een verwaarloosbare invloed hebben op het risico. Als de hele Belgische windmolenzone (met uitzondering van de meest noordelijke zone) ingevuld wordt, kan men een lichte stijging van het aantal schip-schip aanvaringen met 0,12% verwachten (ofte van 1,703 per jaar naar 1,705 per jaar).

8.2.3.3 Risico van verontreiniging en gevolgen van een scheepsramp

risico van verontreiniging

De verwachte milieuschade bij ongeval wordt in de oorspronkelijke veiligheidsstudie (MARIN, 2011) bepaald door de hoeveelheid olie die uit een schip stroomt. De totale kans op een uitstroom van olie en de gemiddelde hoeveelheid uitstroom per jaar per variant is gegeven in Tabel 8.2. Op basis van de frequenties is de gemiddelde tijd tussen twee uitstromingen van olie bepaald, bijvoorbeeld ~387 jaar voor de variant met vier windmolenparken (Norther, C-Power, Northwind en Belwind) en Norther met 86 monopiles en 3,6MW turbines bij Norther. Ook de uitstroom aan olie ten gevolge van een ongeval (alle verschillende typen) voor het hele Belgisch deel van de Noordzee (BDNZ) toegevoegd. Dit getal geldt voor de situatie zonder windparken. De kans tot uitstroom van bunkerolie en ladingolie als gevolg van een aanvaring met een Norther turbine is het hoogst in de variant met 86 3,6 MW turbines en de hele Belgische windmolenzone (met uitzondering van de meest noordelijke zone) ingevuld en komt overeen met 8.3% van de uitstroom op de Belgische Noordzee zonder windparken. Voor de overige varianten is dit lager (Marin 2011a en b).

Tabel 8.2. Uitstroomkans en hoeveelheid van bunkerolie en ladingsolie

Variant Norther	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de ... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³	Frequentie	Eens in de ... jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m ³	
86 x 3,6 MW*	0,002155	464	1,41	0,000426	2349	2,42	387
74 x 6,15 MW*	0,001927	519	1,23	0,000376	2660	2,12	434
86 x 3,6 MW* *	0,002191	457	1,42	0,000458	2185	2,53	378
74 x 6,15 MW**	0,001959	511	1,24	0,000404	2474	2,21	423
BDNZ (zonder windmolenzone)	0,023553	42	6,1	0,008280	121	164,2	31

* met C-Power, Belwind en Northwind

** met de hele Belgische windmolenzone (met uitzondering van de meest noordelijke zone) ingevuld

verspreiding van de verontreiniging

In Dulière en Legrand (2011, bijlage 2 bij deze MEB) werd het door de BMM ontwikkelde ‘Oil Spill drift model’ OSERIT gebruikt om het 2D traject van een mogelijke olievervuiling aan het wateroppervlak te voorspellen. OSERIT werd ontwikkeld om de korte termijn (1-5 dagen) milieu impact van een olievervuiling te kunnen beoordelen. In het model wordt iedere olielozing als een deeltje voorgesteld (Lagrangiaans deeltjes benadering) dat drijft op het wateroppervlak door het

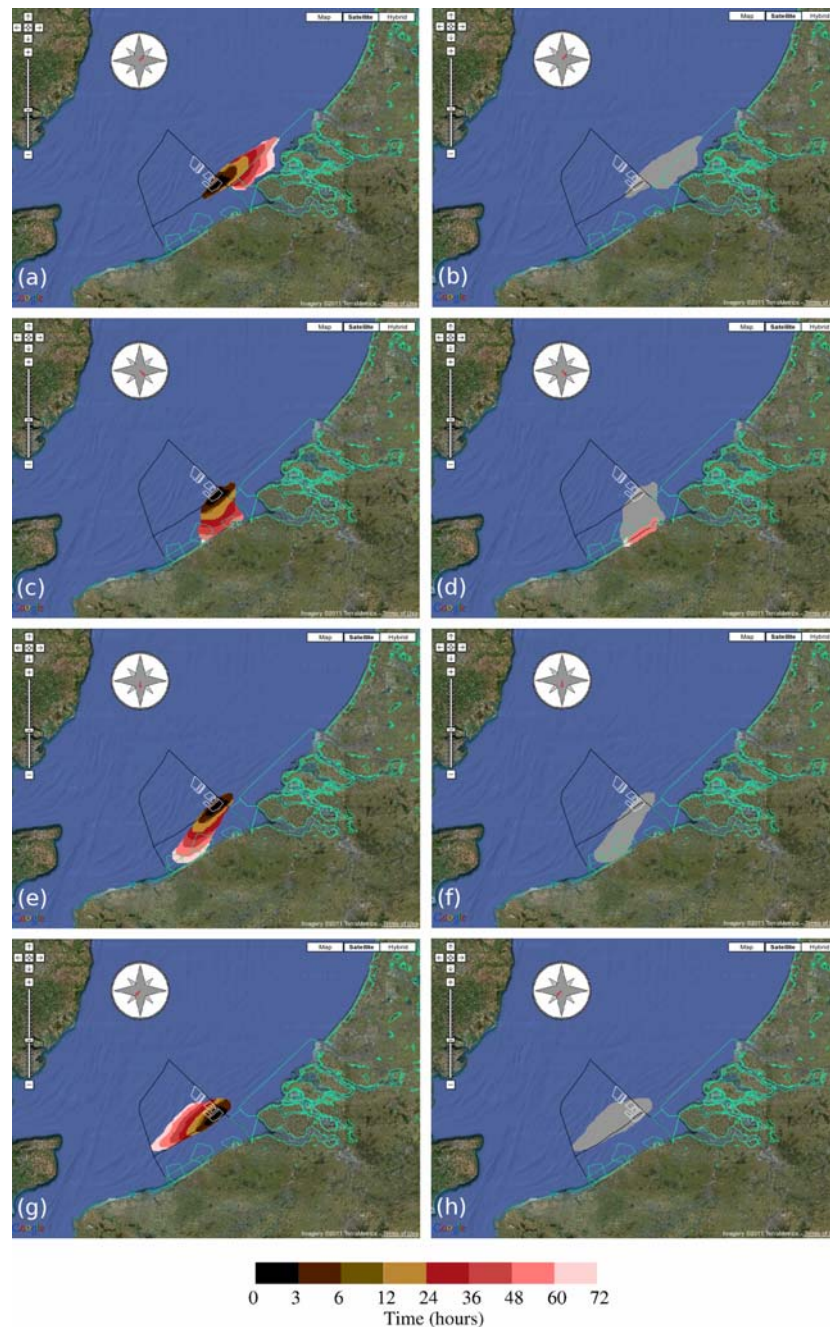
gecombineerd effect van getijden, winden en oppervlaktewater stromingen. Het model beschouwt ook de turbulente diffusie en stranding (olie stopt als het het strand bereikt).

De gebruikte windcondities varieerden van windstil, de meest voorkomende (ZW wind van 4.5 m/s) tot de extremere (N, NO, NW en SW winden van 17 m/s). In dit opzicht kan het scenario met een constante windsnelheid van 17m/s in Dulière en Legrand als worst case scenario beschouwd worden. Daarenboven werden drie verschillende lozingspunten gesimuleerd. Eén punt centraal in de zone alsook één punt in het uiterste zuidelijk en oostelijk punt van de zone. Voor iedere locatie werden olielozingen op verschillende tijdstippen en op verschillende momenten van de getijdencyclus gesimuleerd. Concreet simuleert het model een olievlek door lozing van 100 deeltjes 30 minuten voor hoog tij, 100 deeltjes bij hoogtij, 100 deeltjes 30 minuten na hoog tij om zo het tijdsverschil tussen de verschillende getijden in de Belgische Noordzee in rekening te brengen. Dit over een periode van 15 dagen om een volledig getijdencyclus tussen hoog en laag tij te beschouwen. In het totaal werden zo 10 miljoen verschillende olielozingsscenario's beschouwd voor de studie. In Figuur 8.7 worden, bij wijze van voorbeeld, de zone geïmpacteerd door olie over de verschillende tijdsintervallen na lozing in het midden van de Norther zone bij windcondities van 4.5 m/s weergegeven.

Uit de gevoerde simulaties kan worden besloten dat tijdens **kalme weerscondities** (geen wind) de olievlek oscilleert tussen de Belgische en Nederlandse wateren met het ritme van de getijden. De olievlek kan de Voordelta en de Vlakte van de Raan impacteren, maar geen van de Belgische beschermde gebieden zou beïnvloed worden door de olie.

Bij de **gebruikelijke weerscondities** (4.5m/s) kan de olie de Nederlandse zone bereiken binnen 3 tot 6u na lozing. Het zal de Voordelta en de Nederlandse zone impacteren. Alle windrichtingen tezamen, kan olie geloosd aan het wateroppervlak bij een wind van 4.5m/s stranding veroorzaken op de Belgische kust na 48u. Het kan ook de olie naar de Belgische en Nederlandse beschermde gebieden (Vlakte van de Raan en Voordelta na 12u, SPA2 en 3 na 24u, SPA1, SAc en Zwin na 48u)

Tijdens **zwaardere weerscondities** (wind van 17 m/s) is de oliedrift vooral afhankelijk van de windsnelheid en –richting. De olie kan de Nederlandse zone bereiken in minder dan 3u en de Franse kust ongeveer 18u na lozing. De Belgische kwetsbare gebieden (SPA, SAC en het Zwin) kan geïmpacteerd worden binnen 6u. De Vlakte van de Raan en Voordelta kunnen worden bereikt binnen respectievelijk ongeveer 3 en 6u na lozing. Eerste stranding kan verwacht worden 6u na lozing in de buurt van Zeebrugge en binnen ongeveer 12u elders aan de Belgische kust. De olie kan de Nederlandse en Franse kust bereiken binnen 12u na lozing voor de zones grenzend aan de Belgische zone en later voor de verder gelegen zones (ongeveer 24u voor Duinkerke en 24-36u voor Den Haag. Deze resultaten worden in figuur 11 weergegeven.



Figuur 8.8. Links: zone geïmpacteerd door olie over de verschillende tijdsintervallen na lozing in het midden van de Norther zone. Rechts: overeenkomstige strandingslocaties en tijden van eerste stranding. Alle lozingsscenario's zijn inbegrepen (bij hoog tij, laag tij en 'tussenin' tij). De weerscondities worden voorgesteld d.m.v. een rode pijl in de windroos (in casu zuidwestelijke (a en b), noordwestelijke (c en d), noordelijke (e en f) en noordoostelijke (g en h) winden met een snelheid van 4.5 m/s). Zwarte lijn = Territoriale zee, witte lijn = windmolenzone, groene lijn = beschermde gebieden. De grijze zone geeft de cumulatieve impactzone weer tot 72u na de lozing (andere scenario's: zie bijlage 3).

Een overzicht van de gemodelleerde eerste strandingstijden en locaties voor de verschillende hydro-meteorologische weerscondities wordt gegeven in tabel 8.3.

Tabel 8.3. Schatting van de eerste strandingstijden en locaties voor verschillende weerscondities bij lozing in het centrum van de Norther zone

Wind scenario	Eerste tijdstip stranding	Strandingsplaats 72u na lozing
Geen wind	Niet binnen 72u	-
ZW – 4.5 m/s	72u (of minder bij lichte wijziging van wind)	Voordelta (NL)
ZW – 17m/s	36u	Ten noorden van Den Haag (NL)
NW – 4.5m/s	48u	Van Oostende tot Knokke-Heist (B)
NW – 17m/s	6u	Van De Haan (B) tot Cadzand-Bad (NL)
N – 4m/s	> 72u	Van Nieuwpoort tot Oostende (B)
N – 17m/s	12u	Van Koksijde tot De Haan (B)
NO – 4m/s	-	-
NO – 17m/s	24u	Calais en Cap Griz Nez zone (F)

Alhoewel de uitgevoerde simulatiestudie een goed beeld geeft van de verschillende geïmpacteerde zones en tijdsvensters bij olielozing in het Norther gebied, geeft de studie ook het belang aan van de nood aan operationele modellen die snel een olielozing drift kunnen voorspellen. Aangezien de lozingslocatie een invloed heeft op de risicozones voor impact en het tijdsvenster van impact is het aangewezen om (indien gekend) de exacte lozingslocatie in rekening te brengen bij een echte olielozing. Ook het lozingstijdstip in relatie met de getijde fase is cruciaal om de potentiële impact zones accuraat te voorspellen.

Inzet van pollutiestrijdingsmateriaal en stationssleepboot

De federale overheid beschikt momenteel over pollutiestrijdingsmateriaal voor een capaciteit van 2000-3000m³. Door een beperkte opslagruimte (300 m³) voor de uit zee verwijderde olie, op de Ter Streep¹¹ kan deze capaciteit enkel benut worden indien bijstand van een ander schip (bv privé baggerschip of EMSA vaartuig) verkregen wordt. Mobilisatie van dit materiaal naar de thuishaven van de Ter Streep, Oostende, duurt tussen 6 à 12u. De kruissnelheid van de Ter Streep is 13 knopen (+/- 24km/u) zodat de Norther zone in 1.5-2u kan bereikt worden. Het pollutiestrijdingsmateriaal kan gebruikt worden tot 4 Bft. Eventuele dispersanten kunnen tot 6 Bft gebruikt worden, maar worden in de Belgische zone niet gebruikt wegens de ondiepte van de zone gerelateerd aan de schadelijkheid voor organismen in het water en in/op de bodem.

Uit deze gegevens in combinatie met de resultaten uit Dulière en Legrand wordt besloten dat:

1. bij kalme weerscondities er tijdig kan worden ingegrepen om de BE en NL beschermde gebieden te ontzien. Er wordt geen stranding verwacht;
2. bij gebruikelijke weerscondities (4.5m/s) een stranding aan de Belgische kust kan vermeden worden door het tijdig inzetten van het beschikbare materiaal (tot 300m³). Met de huidige capaciteit aan pollutiestrijdingsmateriaal kan echter niet vermeden worden

¹¹ ‘moederschap’ ingezet in het kader van bestrijding van oliepollutie

- dat de olie de BE en NL beschermde gebieden bereikt (3-6u na lozing voor NL, min 12u na lozing voor BE). Uit wereldwijde incidenten in het verleden is geweten dat olie in deze beschermde gebieden grote schade kan aanrichten aan het milieu. Dikwijls zijn deze gebieden het habitat van (zeer) kwetsbare en/of zeldzame soorten. Het voorzorgsprincipe dient toegepast te worden waarbij in de eerste plaats een aanvaring dient te worden voorkomen en, indien dit niet mogelijk blijkt, een lozing te vermijden of zo snel mogelijk te beperken. Een Emergency Towing Vessel (ETV, zie verder) kan herin tegemoetkomen;
3. bij zwaardere weerscondities de olie snel de BE beschermingszone (6u) kan bereiken en nog eerder de NL zone. Bij een wind van > 8Bft (~17m/s) wordt bestrijding van olie moeilijk. Het materiaal is immers niet bestand tegen dergelijke ruwe weersomstandigheden. Ook het nut van dispersanten bij > 6Bft is niet bewezen. Evenwel zal bij een dergelijke weersomstandigheden de olie reeds deels natuurlijke dispergeren door de krachtige golfslag en de verticale vermenging van waterlagen. Een ETV kan ook in deze situatie zijn nut bewijzen en een mogelijk lozing voorkomen.

Uit de veiligheidsstudies (Marin, 2011 a en b) blijkt dat aandrijving het grootste risico geven. Een aandrijving, als gevolg van een storing in de voortstuwing, wordt voorkomen wanneer het schip voor anker kan gaan of de storing op tijd verholpen wordt. Een derde mogelijkheid waardoor de storing niet tot een aandrijving leidt is wanneer de drifter vroegtijdig wordt opgevangen door een stationssleepboot.

De aanwezigheid van een stationsleepboot of ETV in de zone zou de kans op een aanvaring/aandrijving merkbaar verkleinen (Marin 2011a). Het ETV kan een aandrijving voorkomen wanneer het schip de drifter kan bereiken voordat een windturbine wordt geraakt. De reductie van het aantal aandrijvingen hangt bijgevolg sterk af van de positie van de ETV op het moment van de melding. In de MARIN studie werd Oostende als thuishaven gekozen voor windkracht 0-4 Bft en werd er aangenomen dat dit schip buitengaats bij ankergebied Westhinder op wacht ligt vanaf windkracht 5 Bft. Voor eerdere configuraties en scenario's van Norther zijn berekeningen met en zonder ETV uitgevoerd in voorbereiding van het MER (MARIN 2010) en werd een reductie van het aantal aandrijvingen met ongeveer 68% verwacht.

8.2.4 Kabels

Het tracé van de hoogspanningskabel wordt onderworpen aan een bijkomende vergunning volgens de bepalingen van het KB van 12 maart 2002¹². Hier volstaat het vast te stellen dat de 150/220 kV kabel de scheepvaartroute Scheur zal doorkruisen. De werkzaamheden voor het leggen van de kabel zullen interfereren met andere gebruikers van de zee en infrastructuur tenzij de gepaste voorzorgsmaatregelen door de aanvrager worden genomen.

¹² Koninklijk Besluit van 12 maart 2002 betreffende de nadere regels voor het leggen van elektriciteitskabels die in de territoriale zee of het nationale grondgebied binnenkomen of die geplaatst of gebruikt worden in het kader van de exploratie van het continentaal plat, de exploitatie van de minerale rijkdommen en andere niet-levende rijkdommen daarvan of van de werkzaamheden van kunstmatige eilanden, installaties of inrichtingen die onder Belgische rechtsmacht vallen.

Het leggen van de hoogspanningskabel zal moeten gebeuren volgens de voorschriften van de FOD Economie en de kabelvergunning. Het kan echter niet uitgesloten worden dat natuurlijke erosieprocessen langs sommige onderdelen van het tracé tot een blootstelling van de kabel leiden. In elk geval is het waarschijnlijk dat de ligging van kabel horizontaal afwijkt (bij het leggen) of vertikaal afwijkt (bij het leggen en door sedimentbewegingen in de tijd) van de opgelegde voorschriften. Een blootstelling van de kabel houdt een risico in voor de scheepvaart en de visserij door een obstakel te bieden aan scheepsankers en vistuigen. Voor monitoring van de erosie rond de kabel wordt verwezen naar het hoofdstukken 6 en 12.

8.3 Besluit

De Belgische windmolenzone ligt in een gebied met een druk scheepvaartverkeer. De Norther concessie ligt op +/- 1.2 km van de druk bevaren Westpitroute waardoor een specifiek en strikt nautisch beheer zich opdringt om te anticiperen op het behoud van de veiligheid in de zone.

Uit de veiligheidstudie is gebleken dat per jaar 1.7 schip-schip aanvaringen in het BDNZ kunnen verwacht worden. Indien het Norther project gerealiseerd wordt, kan men hierin een lichte stijging van het aantal schip-schip aanvaringen met 0,12% verwachten (ofte van 1,703 per jaar naar 1,705 per jaar).

De kans op aanvaring- of aandrijfongevallen van schepen met de Norther turbines wordt geschat op 1 op 12 jaar tot 1 op 10 jaar (afhankelijk van het gebruikte scenario). De veiligheidsstudie wees uit dat de uitgebreide concessie met de 'driehoek' aan de zuidwestelijke zijde een toename van 18.5% geeft in het verwacht aantal aanvaringen door routegebonden verkeer t.o.v. de originele concessie en dit vooral door de turbines langs het zuidwesten. Als de hele Belgische windmolenzone (met uitzondering van de meest noordelijke zone) ingevuld wordt dan stijgt de kans op aanvaar- of aandrijfongevallen naar 1 op 4 jaar voor de hele zone, indien er in tussentijd geen maatregelen genomen worden. Deze ongevallen omvatten zowel deze met minimale gevolgen als deze met ernstige gevolgen voor het leefmilieu.

De kans op uitstroom van bunkerolie en ladingolie in de Belgische Noordzee neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een North Sea Power windturbine maximaal toe met ~7.4%. Uit de gemaakte olieverontreinigingssimulaties blijkt dat een olielozing in het Norther gebied een groot gebied kan impacteren, voornamelijk afhankelijk van de weerscondities maar ook van de lozingslocatie, het tijdstip dat de lozing gebeurt, het olietype enz..... Zowel Belgische als Nederlandse beschermde mariene gebieden worden bedreigd bij een eventuele olielozing. De meeste strandingen worden verwacht in België.

8.3.1 Aanvaardbaarheid

De industriële risico's en risico's gebonden aan de elektriciteitskabels van de constructie en exploitatie van het windpark Norther zijn vergelijkbaar met deze van de andere reeds vergunde parken en zijn, mits het naleven van de voorwaarden (zie verder), aanvaardbaar.

De effecten van de constructie en exploitatie van het windpark Norther op de scheepvaart en de

risico's te wijten aan de scheepvaart zijn beduidend groter deze van de andere, reeds vergunde parken, en zijn enkel aanvaardbaar indien al de nodige preventie- en voorzorgsmaatregelen genomen worden om de veiligheid verder te verhogen en een ongeval met eventuele milieuschade tot gevolg te vermijden.

Deze aanvaardbaarheid geldt zowel voor de originele als voor de uitgebreide concessie, waarbij er voor deze laatste een aantal extra preventie- en voorzorgsmaatregelen moeten genomen worden.

8.3.2 Compensaties in milieuvoordelen

In het kader van het onderzoek van deze aanvraag hield de BMM rekening met twee aspecten van de taak van de bevoegde overheid. Enerzijds dient de overheid ervoor te zorgen dat de activiteit, éénmaal aanvaard, geen onaanvaardbaar risico voor het milieu met zich meebrengt en anderzijds heeft de overheid de verplichting in staat te zijn om bij een incident mogelijke schade voor het milieu, de bevolking en de goederen zoniet te voorkomen dan toch minimaal te houden.

Het windmolenpark brengt een nieuw risico van zeeverontreiniging met zich mee. Dit vertaalt zich in een nadelig effect van de vergunde activiteit, waarvoor de aanvrager de nodige compensaties in milieuvoordelen dient te geven. Dit kan gebeuren in de vorm van een bijdrage bij de paraatheid van de overheid, die erop gericht is milieuschade door verontreiniging van de Noordzee beter te voorkomen en de daartoe vereiste middelen te versterken. Net als bij de vorige aanvragen voor offshore windmolenparken wordt hier voorgesteld Norther aan te sluiten bij de financiële of materiële bijdrage die hiervoor werd voorzien in de reeds bestaande vergunningen.

8.3.3 Voorwaarden en aanbevelingen

Intensief beheer Westpitroute

Om de veiligheid verder te verhogen, dient er bijkomend beheer te komen in de zone boven de Westpit. In die zone wordt momenteel niet actief gemonitord gezien er geen VTS (Vessel traffic monitoring system) is. Een aangepast beheer van de schepen in de buurt van de windmolenparken, dat de scheepvaart begeleidt op maat, is noodzakelijk. Welke beheersmaatregelen het beste genomen worden dient in overleg met de bevoegde nautische diensten ter zake besloten te worden en dit zo snel mogelijk opdat de beheersmaatregelen in werking zijn op het ogenblik dat het Norther park gebouwd wordt (vanaf 2014-2015). De optie om een extra radar te plaatsen in functie van de windmolenzone kan bijdragen tot deze verbeterde, aangepaste scheepvaartbegeleiding.

Noodplan/SAR

Het bestaan van het windmolenpark brengt specifieke beperkingen mee voor de personen die het risico en de gevolgen van een incident moeten beheersen. In het bijzonder wordt er gedacht aan noodhulp per helikopter en bestrijding van verontreiniging. De windmolenactiviteit kan deze operaties immers hinderen, waardoor een incident zwaardere gevolgen kan hebben. Door een specifiek noodplan, overeenkomstig de wettelijke en technische bepalingen, kunnen bepaalde beperkingen in zekere mate ongedaan worden gemaakt.

Risico van verontreiniging

De permanente automatische opname van meteogegevens in de windparkzone kan substantieel bijdragen tot betere plaatselijke weersvoorspellingen en derhalve ook tot een grotere accuraatheid van de modellen van verspreiding van verontreiniging die routinematig draaien bij de overheid. Bijgevolg maakt het verwerven van meteogegevens deel uit van de preventieve maatregelen tot een verhoogde veiligheid.

Gezien een variëteit aan meteoparameters gebruikt worden bij het laten lopen van verschillende modellen (golfhoogten, risico analyses....) is het belangrijk om over deze parameters te beschikken. Bovendien is met name de zichtbaarheid belangrijk gezien de meeste ongevallen lijken te gebeuren in mistig weer eerder dan bij ruwe zee. Indien door middel van een infraroodmeter de zichtbaarheid op zee ter hoogte van concessie kan gemeten worden en in (near)realtime doorgestuurd worden naar wal (bv. via de vergunninghouder naar MRCC), kan bij een slechte zichtbaarheid de paraatheid aan de kust verhoogd worden en indien geopteerd wordt voor een stationssleepboot, kan deze in stand-by ter hoogte van de zone geplaatst worden en preventief de veiligheid bewaken van de scheepvaart.

Uitgebreide concessie

Uit de aanvullende veiligheidsstudie (Marin, 2011b) blijkt dat er een beperkt aantal windmolens zijn met een hogere aanvaar- en aandrijfkans gesitueerd langs het zuid-oosten van de zone. Een verdere optimalisatie van de configuratie van het windmolenpark is aangewezen teneinde deze aanvaar- en aandrijfkans te beperken. Hierbij wordt gedacht aan het verschuiven of verwijderen van de meest risicovolle turbines. Het verlies aan productiecapaciteit dat hiermee gepaard gaat kan (deels) gecompenseerd worden door een beter gebruik van de ruimte rond de niet-operationele telecommunicatiekabel. De veiligheidsafstand rond niet-operationele telecommunicatiekabels is 50 m i.p.v. de 250 m gehanteerd in het MER.

8.3.3.1 Voorwaarden

Noodplan

Voor de aanvang van de bouwfase moet de houder een noodplan aan het begeleidingscomité meedelen. De FOD Leefmilieu gaat de conformiteit na van het noodplan met de richtlijnen.

Voor het opstellen van dit noodplan dient de concessiehouder ten laatste 6 maanden voor de start van de werken contact op te nemen met de FOD Leefmilieu voor richtlijnen m.b.t. de inhoud van het noodplan. De FOD Leefmilieu raadpleegt de overige bevoegde instanties om tot een gezamenlijke bundel van richtlijnen te komen.

Het noodplan heeft betrekking tot de noodgevallen voortvloeiend uit de bouwwerkzaamheden of de exploitatie van de activiteit en op de ongevallen die door derden in het concessiegebied worden veroorzaakt. De aanvrager moet voor de uitvoering van dit plan de vereiste werkploegen en

uitrustingen (Tier 1- niveau) paraat houden. Het noodplan moet specifieke maatregelen voor reddingsoperaties en de bestrijding van verontreiniging inhouden.

In het noodplan moeten eveneens procedures voorzien worden voor volgende situaties:

Stopzetten / opstarten tijdens zware storm;

Stopzetten / opstarten t.g.v. technische defecten;

Stopzetten / opstarten tijdens grote vogeltrek met verhoogde kans op vogelsterfte;

Stopzetten / opstarten t.g.v. een vordering van de Kustwacht;

Stopzetten / opstarten t.g.v. een vordering van de BMM/FOD Leefmilieu.

In het noodplan moet een speciale sectie worden opgesteld met betrekking tot de risico's gebonden aan de aanwezigheid van oliën en gevaarlijke stoffen in alle structuren van het park inclusief de meetmasten en de transformatorplatformen. Eveneens dient een voldoende veiligheidsniveau gewaarborgd te zijn tijdens de olievullingsoperaties en de buitendienststelling van de transformator. In het bijzonder moet een procedure worden opgesteld in geval van brand op een structuur of op een schip dat in aanvaring met een structuur zou kunnen komen, in geval van vrijkomen van olie afkomstig van een structuur of van een schip dat in aanvaring met een structuur zou komen.

Het noodplan bevat tevens een lijst van alle schepen, operatoren en vaar- en voertuigen die bij de werkzaamheden (bouw, onderhoud en afbraak) betrokken zijn en vermeldt de specifieke kenmerken, identificatie en callsign. Elke wijziging moet aan de FOD Leefmilieu en aan de Kustwacht worden gemeld voor dat het betrokken middel wordt ingezet.

Scheepvaartveiligheid

Inzake scheepvaartveiligheid dient de houder de voorschriften van de bevoegde instanties volledig na te leven. In het bijzonder zal de zone duidelijk moeten afgebakend worden die ontoegankelijk is voor vaartuigen, die niet rechtstreeks gebonden zijn aan de vergunde activiteit. Indien andere niet vergunnings- en/of machtigingsplichtige activiteiten, die niet rechtstreeks gebonden zijn aan dit vergunde project, in het concessiegebied worden toegelaten, dan moeten specifieke veiligheidsmaatregelen voor deze activiteiten worden toegepast. Hierover dient de BMM en eventuele andere bevoegde instanties ten gepaste tijde te worden geraadpleegd.

Minimaal één maand voorafgaand aan de bouwperiode worden in een door de houder te initiëren overleg afspraken gemaakt tussen de houder, het bevoegde gezag en de Kustwacht over de te nemen maatregelen tijdens de bouwperiode.

Gedurende de bouwwerkzaamheden van het windmolenpark moet, ter plekke, een speciaal uitgerust veiligheidsschip aanwezig blijven, met als opdracht: bewaking van de zone, "early warning system", bebakening van drijvende en gezonken voorwerpen, het mogelijk slepen van kleine schepen, eerste noodhulp aan personen, tijdelijke werkpost voor de overheid. Dit veiligheidsschip moet ook kunnen instaan voor de bewaking van de zone tijdens slechte weersomstandigheden.

Bijzondere transporten dienen voorgelegd te worden aan de dienst Scheepvaartbegeleiding.

Tijdens de constructie dienen alle reeds afgewerkte funderingen en structuren permanent door een vaartuig worden bewaakt en de structuren die boven de HHWS uitsteken dienen, op het hoogste punt een tijdelijk waarschuwingslicht ten behoeve van de scheep- en luchtvaart te dragen. Het licht moet overeenkomen met de specificaties die bepaald zijn door het bevoegde gezag.

De houder dient de nodige veiligheidssystemen op te stellen om de signalisatie van het park en de structuren op ieder ogenblik te verzekeren.

Alle windturbines moeten individueel genummerd worden aan de basis van de mast en op de top van de gondel.

milieuverontreiniging

Iedere windturbine en transformator dient voorzien te zijn van opvangbakken om te vermijden dat vloeistoffen vrijkomen in het milieu.

In geval van vervuiling en bij gebrek aan kennis van de identiteit van de aansprakelijke partij valt het reinigen van de kunstmatige structuren van het windmolenpark volledig ten laste van de houder. De overheid met bevoegdheid op zee en diegenen die in opdracht van de overheid optreden, behouden het recht om pollutiebestrijdingsactiviteiten uit te voeren binnen het concessiegebied op voorwaarde dat de veiligheid wordt gerespecteerd en dat de houder in kennis gebracht wordt van de intenties van de overheid.

Gedurende de exploitatiefase moet er bijgedragen worden aan de paraatheid van de overheid, die erop gericht is milieuschade door verontreiniging van de Noordzee beter te voorkomen en de daartoe vereiste middelen te versterken. Hiervoor kan beroep worden gedaan op de voorziene financiële of materiële bijdrage. De concrete uitvoering van deze voorwaarde kan in samenspraak tussen de houder, andere vergunningshouders voor windparken in de bij KB van 16 mei 2004 afgebakende zone, de BMM en de FOD Leefmilieu gebeuren, en moet worden vastgelegd vóór de dag van ingebruikneming van de vergunning of machtiging. Voor die termijn legt de houder de getroffen maatregel aan het begeleidingscomité voor met een nauwkeurige raming van de grootte van zijn bijdrage. De getroffen maatregel wordt goedgekeurd in overeenstemming met de procedure voor het begeleidingscomité.

De aanvrager dient 1 à 2 maal per jaar alarmoefeningen te organiseren voor het testen van zijn noodplan. De BMM moet worden uitgenodigd op deze oefeningen. Deze alarmoefeningen kunnen de vorm nemen van gesimuleerde nautische noodgevallen, noodsleepoefeningen en oliebestrijdingsoefeningen en mogen gecombineerd worden met eventuele overheidsoefeningen.

Alle nuttige parameters gemeten van de meetmasten en andere installaties moeten in "real time" aan de

BMM worden overgemaakt. Volgende parameters dienen minimaal te worden overgemaakt: luchttemperatuur, windkracht, windrichting, vochtigheid, luchtdruk en MOR (“Meteorological Optical Range”) zichtbaarheid, minimaal om de vijf minuten gemeten. De modaliteiten (formaat, drager, aantal, inhoud, enz.) worden gezamenlijk gedefinieerd en door de BMM goedgekeurd.

Kabels

Alle kabels die definitief buiten gebruik worden gesteld tijdens de exploitatiefase, zoals kabels die vervangen worden door andere kabels, moeten verwijderd worden conform de Wet, behoudens andersluidende bepaling van de minister.

De ingraafdiepte van de kabels wordt door de bevoegde instanties bepaald. Voor milieueffecten moeten alle kabels (hoogspannings- en parkkabels) tenminste 1m diep ingegraven worden.

De horizontale ligging van de kabel (positie) en de verticale ligging van de hoogspanningskabels gelegen tussen het windenergiepark en het aanlandingspunt t.o.v. de omringende zeebodem (dekking) wordt jaarlijks door de vergunninghouder d.m.v. een survey onderzocht. Het survey-programma en de wijze van uitvoering daarvan behoeft de goedkeuring van het bevoegde gezag. De BMM kan een vertegenwoordiger aanwijzen om op kosten van de vergunninghouder bij de survey aanwezig te zijn. De gegevens en resultaten van deze surveys worden voorgelegd aan de BMM. De BMM kan op basis van deze resultaten de frequentie van de survey veranderen. Wanneer blijkt dat de ligging van de kabel stabiel is en dat voldoende dekking op de kabel aanwezig blijft, kan de BMM toestaan dat de frequentie van de controle op de kabel wordt verminderd. Hiertoe dient de vergunninghouder schriftelijk te verzoeken.

De bedekking van de kabels moet steeds verzekerd worden en moet jaarlijks gemonitord worden. Indien de jaarlijkse monitoring uitwijst dat de kabel op minder dan de minimale begravingsdiepte ligt, dienen binnen de kortst mogelijke termijn en met een maximum van drie maanden de nodige werken te worden uitgevoerd opdat de kabel terug op haar oorspronkelijke diepte wordt geplaatst.

Uitgebreide concessie

De houder dient een optimalisatie van de configuratie van het windmolenpark uit te voeren om de aanvaar- en aandrijfkans in het uitbreidingsdeel te beperken. Deze nieuwe configuratie met de bewijsvoering dat de aanvaar- en aandrijfkans verminderd werden, wordt ten laatste één jaar voor de start van de werken ter goedkeuring overgemaakt aan de BMM. Bij de nieuwe configuratie mag gebruik gemaakt worden van de ruimte rond de niet-operationele telecommunicatiekabel in de bestaande concessiezone waarbij de veiligheidsafstand 50 m is i.p.v. de 250 m rond operationele telecommunicatiekabels.

8.3.2.2 Aanbevelingen

voor Norther

Het is aanbevolen om schepen met een voldoende hoge ‘vessel classification standard’ te gebruiken tijdens de werkzaamheden en bij het onderhoud. Dit teneinde het aantal veiligheidsincidenten te beperken.

Bij de planning van de werkzaamheden moet er voor gezorgd worden dat de bezetting van de ruimte steeds zo compact mogelijk is. Er moet speciale aandacht besteed worden aan de bebakening van geïsoleerde elementen.

De BMM beveelt aan om een repeaterstation AIS (Automatic Identification System) en een relaisstation voor VHF te voorzien in het windmolenpark en een radiokanaal te voorzien dat in verbinding staat met het controlecentrum van het windmolenpark.

voor de bevoegde overheden:

Het is aanbevolen dat tijdens de procedure voor het bekomen van de uitbreiding van de domeinconcessie de in deze MEB besproken nautische problemen besproken en behandeld worden in overleg met alle bevoegde nautische diensten ter zake, de Nederlandse inclusief.

Het is aangewezen dit zo snel mogelijk te doen opdat de mogelijke vereiste beheersmaatregelen (radar, Vessel traffic monitoring system, ETV, ...) in werking zijn op het ogenblik dat het Norther park gebouwd wordt. Indien gekozen wordt om een radar te plaatsen, dient dit op een zodanige locatie te gebeuren dat de volledige Belgische windmolenzone onder de radardekking valt.

Er wordt aanbevolen de vaarroutes, tussen de windmolenconcessies adequaat te bebakenen zolang doorvaart mogelijk blijft. Een ver doorgedreven bebakening van de doorgang tussen de concessies van Northwind en enerzijds Norther/C-Power en anderzijds Belwind, moet worden ingesteld met kardinaal en lateraal boeien en vlotters.

9. Schadelijke stoffen

- Schadelijke stoffen die geassocieerd worden met offshore windmolenparken zijn anti-fouling producten, smeeroliën en –vetten, aluminium en het broeikasgas zwavelhexafluoride (SF₆);
- Er zullen geen chemicaliën gebruikt worden om aangroei van organismen te vermijden en het gebruik van asfaltmatrassen zal eerst ter goedkeuring worden voorgelegd aan de BMM;
- De vrijstelling van Al en Zn uit kathodische bescherming met Al-opofferingsanodes of een Zn- of Al-laag met een meerlagig epoxy-coating erbovenop veroorzaakt verwaarloosbaar lage concentraties aan Al of Zn in het zeewater;
- Er zal moeten opgevolgd worden of en hoe oliën, verven, asfaltmatten en breuksteen in de loop van de activiteit worden gebruikt;
- Indien oude, mogelijks radioactieve, kabels worden aangetroffen in de projectzone moeten die met de nodige omzichtigheid benaderd worden.

9.1 Inleiding

In het kader van de wet ter bescherming van het mariene milieu (Art. 17^b, de OSPAR-conventie en het akkoord van Bonn¹³ moet men ervoor zorgen dat er geen schadelijke stoffen in de zeegebieden worden gebracht. De mogelijke schadelijke stoffen die geassocieerd worden met offshore windmolenparken zijn anti-fouling producten, smeeroliën en –vetten, aluminium en het broeikasgas zwavelhexafluoride (SF₆). Deze en andere schadelijke stoffen die tijdens de constructie- of exploitatiefase kunnen vrijkomen, worden hieronder besproken:

Olie

Windturbines met een tandwielkast bevatten ongeveer 800-1000 l olie. Het hydraulisch systeem bevat daarenboven ongeveer 200 à 300 l hydraulische olie. Verder is er ook nog 200 à 300 kg vet aanwezig ter hoogte van laders en geleidingen. De transformatoren, die zich in de gondel of in de voet van de turbine bevinden, zullen vermoedelijk van het droge type zijn. In de offshore hoogspanningsstations zullen wel transformatoren van het oliegekoelde type aanwezig zijn (1 of 2 stuks). Bovendien is er in de hoogspanningsstations een nooddieselgenerator met een dubbelwandige voorraadtank met dieselbrandstof (circa 30 m³) aanwezig. De risico's, maatregelen en voorwaarden hieraan verbonden worden in het hoofdstuk veiligheid en risico's behandeld.

Corrosiebescherming en aangroeiwerende producten

Er wordt bij gravitaire funderingen geen aangroeiwerende verf gebruikt. Ervaring bij reeds vergunde dossiers leert dat de betonstructuren niet geverfd worden in se maar dat het gebruikte beton gemixt wordt met pigmenten. Bij het verven van stalen en de overige niet betonnen structuren worden doorgaans andere producten gebruikt. In dit project zal de stalen mast voorzien worden van een meerlagige corrosiebescherming die aangebracht wordt op land. Deze bescherming bestaat uit een

¹³ Akkoord van Bonn betreffende de samenwerking in de strijd tegen vervuiling van de Noordzee door koolwaterstoffen en andere gevaarlijke stoffen (1983).

epoxy-coating geschikt voor toepassing in het mariene milieu met een hoog vast stof gehalte (glasvezel). Bij een monopile of multipode fundering wordt een corrosiebescherming voorzien, ofwel een kunststoflaag, ofwel een Zn- of Al-laag met een meerlagig epoxy-coating erbovenop. Bovendien is er een kathodische bescherming met Al-opofferingsanodes. In vorige projecten werden anodes van 4220 en 5400 kg gebruikt respectievelijk voor 3 en 5 MW windturbines. De vrijstelling van Al en Zn uit deze anodes veroorzaakt verwaarloosbaar lage concentraties aan Al of Zn in het zeewater (Ecolas, 2003).

SF6

Zwavelhexafluoride (SF6) is een chemisch inerte verbinding van zwavel met fluor die gebruikt wordt in de schakelapparatuur van de windturbines. Eerder analyses uit het project van C-Power hebben aangetoond dat de eventuele hoeveelheden SF6 die zouden vrijkomen verwaarloosbaar zijn (aanvulling bij Ecolas, 2003).

Asfaltmatten en breuksteen

Voor het kruisen van kabels wordt voorgesteld gebruik te maken van asfaltmatten en/of van steenbestorting van dezelfde dimensies als de erosiebescherming. Het principe bestaat erin dat de kabel ter hoogte van de kruising niet ingegraven wordt, maar op een andere manier beschermd wordt. Als de te kruisen kabel niet afdoende beschermd is dan worden er bovenop de bestaande kabel asfaltmatrassen of een gelijkwaardige bescherming aangebracht. Hierop wordt de kabel gelegd die ter hoogte van de kruising bestort wordt met een filter layer en een armour layer van elk 50 cm dik. Vooraleer asfaltmatrassen kunnen gebruikt worden dient de samenstelling ter goedkeuring aan de BMM te worden voorgelegd. Indien niet kan aangetoond worden dat dergelijke matrassen niet uitlogen in het mariene milieu, dan dient een ander materiaal gebruikt te worden dat van natuurlijke oorsprong en inert is, en een gelijkwaardige bescherming biedt. Indien uitloging optreedt dan is de aanvrager in strijd met art. 16 van de wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België die elke lozing in zee verbiedt (MMM-wet).

Gebruik monolieten

In de projectbeschrijving is er geen sprake van het gebruik van monolieten. Desondanks wijst de BMM erop dat het gebruik van monolieten (arme non –ferroslakken) in zeewater, en het gebruik ervan als secundaire grondstof bij de aanmaak van andere producten die zouden kunnen gebruikt worden in zeewater (beton, verstevigingsmateriaal e.d.) niet toegelaten is conform Art.16 § 1 van de MMM-wet, dat het storten in zee verbiedt.

Radioactieve bestanddelen

Er wordt voor het project geen gebruik gemaakt van radioactieve bestanddelen. De ervaring met de bouw van het Belwind park leert dat er oude kabels in de windmolenzone aanwezig kunnen zijn die radioactieve bestanddelen bevatten. Indien oude kabels worden aangetroffen in de projectzone moeten die met de nodige omzichtigheid benaderd worden. Indien delen van de kabel radioactief zijn dienen de geijkte procedures gevolgd te worden en de bevoegde instanties verwittigd (Federaal Agentschap

voor Nucleaire Controle).

9.2 Te verwachten effecten

Ervaring leert ons dat de vervuiling door het oplossen van Al en Zn van de anodes ter bescherming tegen corrosie verwaarloosbaar is. Er zal wel moeten opgevolgd worden of en hoe oliën, verven, asfaltmatten en breuksteen in de loop van de activiteit worden gebruikt. Voorzichtigheid is geboden bij het verwijderen van oude, mogelijks radioactieve kabels.

9.3 Besluit

9.3.1 Aanvaardbaarheid

Gezien de aanvrager geen chemicaliën zal gebruiken om aangroei van organismen te vermijden, de hoeveelheden Al en SF₆ die kunnen vrijkomen beperkt zullen zijn en het gebruik van asfaltmatrassen eerst ter goedkeuring wordt voorgelegd aan de BMM is het project aanvaardbaar voor wat betreft eventueel schadelijke stoffen.

9.3.2 Voorwaarden en Aanbevelingen

9.3.2.1 Voorwaarden

Alle vloeistoffen (inclusief de vloeistof in de kabels) en andere oplosbare stoffen moeten in een HNS (Hazardous Noxious Substances) lijst met technische inlichtingen worden beschreven met vermelding van de fysieke, chemische en ecotoxicologische eigenschappen, alsook de toegepaste hoeveelheden. Deze technische lijst moet ter goedkeuring aan de BMM worden voorgelegd. De inbreng van giftige stoffen in het milieu en op of in de structuren is niet toegelaten. Eveneens is de inbreng van afvalwater en -stoffen in het mariene milieu niet toegelaten.

Toekomstige technische keuzes, die een invloed op de veiligheid en de mogelijke vervuiling van het milieu kunnen hebben, meer bepaald met betrekking tot oliën, verven en gevaarlijke stoffen, dienen aan de BMM ter goedkeuring te worden voorgelegd. Deze keuzes kunnen besproken worden op het Begeleidingscomité.

De productfiches (MSDS fiches) met toxiciteitgegevens van de producten gebruikt bij het uitvoeren van de werken dienen aan het noodplan van de bouwfase te worden gevoegd.

Indien de aanvrager het nodig acht eventuele aangroei te verwijderen dan mogen hiervoor geen chemische producten gebruikt worden. De BMM geeft, na de optie niets doen, de voorkeur aan mechanische verwijdering. Indien de houder aangroei wenst te verwijderen, om welke redenen ook, dient dit 1 maand voorafgaandelijk aan de BMM te worden meegedeeld.

Voor de aanleg van beschermingsmatrassen op de zeebodem moet de houder verifiëren en certificeren dat alle gekozen componenten zonder gevaar voor enige uitloging kunnen gebruikt worden in het mariene milieu. De samenstelling van de asfaltmatten en kunstmatige erosiebescherming dient ter goedkeuring voorgelegd te worden aan de BMM. Het gebruik van monolieten en metaalslakken is hierbij verboden.

De bouwmaterialen en steenbestortingen dienen uit natuurlijke materialen vervaardigd te zijn en zullen geen afvalstoffen of secundaire grondstoffen bevatten. In dit verband wordt verwezen naar de OSPAR Guidelines on artificial reefs (OSPAR, 1999). Het gebruik van metaalslakken is verboden.

De aanvrager moet alle mogelijke maatregelen nemen om te vermijden dat natte cement of mortel in het mariene milieu terecht komen.

9.3.2.2 Aanbevelingen

Bij de ontmanteling van het park dient er zorg voor gedragen te worden dat de gesloten systemen met SF6 niet beschadigd worden en dat ze ontmanteld worden in een gespecialiseerd bedrijf, zodat geen SF6 in de atmosfeer terecht kan komen.

9.4 Monitoring

Voorlopig wordt geen monitoring voorgesteld door de BMM. Indien de overheid een contaminatie vaststelt bij de routine monitoring van het mariene milieu kan de minister, op advies van de BMM, verdere monitoring opleggen aan de aanvrager.

10. Macrobenthos, epibenthos en visgemeenschappen

- Het Norther projectgebied wordt gekenmerkt door een lappendeken aan benthische habitat waarin zowel zones met een zeer lage als zones met een hoge intrinsieke biologische waarde worden aangetroffen. De precieze locatie en omvang van elke zone is echter nog niet bekend.
- In de mobiele zandige substraten van dit windmolenpark komt bijvoorbeeld als enige binnen de windmolenzone de typische kustnabije en rijke macrobenthische *Abra alba* gemeenschap voor; dit samen met haar geassocieerde *Lanice conchilega* aggregaties, als hotspot voor de benthische diversiteit in mobiele substraten van het Belgisch deel van de Noordzee. Daarnaast is de kans op dagzomend grind met haar unieke en absolute maximum aan flora en fauna in het projectgebied reëel.
- Tijdens de constructiefase zal de ecologische waarde van de natuurlijke benthische biotopen kwalitatief en kwantitatief negatief worden beïnvloed, waarbij gravitaire funderingen en een 1 m stockage dikte van het sediment het slechtst scoren.
- Tijdens de constructiefase worden significant ecologische effecten verwacht op vislarven, indien er geheid moet worden bij de installatie van monopiles of jacket funderingen.
- De turbiditeit kan worden verhoogd indien resuspensie optreedt van dagzomende of aan het oppervlak gebrachte tertiaire kleiballen.
- Tijdens de exploitatiefase kan er een wijziging van biotoopkwaliteit verwacht worden door het rifeffect.
- Het rifeffect zal de lokale diversiteit sterk verhogen door begroeiing van de geïntroduceerde harde substraten, die tevens een lokale organische aanrijking en dus biologische verrijking van het natuurlijke zandige substraat zal veroorzaken.
- Het rifeffect is verder verantwoordelijk voor de aantrekking van heel wat vissen, waaronder enkele commercieel waardevolle soorten als kabeljauw en steenbolk. De beide rifeffecten worden het hoogst beoordeeld bij gebruik van gravitaire funderingen.
- Ten slotte wordt het uitsluiten van actieve bodemvisserij in het *A. alba* biotoop en in de mogelijk aanwezige grindvelden als positief en zeer waardevol ingeschat.

10.1 Inleiding

Het projectgebied bevindt zich in een geomorfologisch en sedimentair diverse omgeving, die zich bevindt op de vrij scherpe overgang tussen de kustnabije en offshore zone (Degraer et al., 2006). Zo wordt het gebied gekenmerkt door de aanwezigheid van zowel slibbig zand tot grof zand (Verfaillie et al., 2006) en kunnen er in beperkte zones dagzomend grind (Degraer et al., 2009) en zelfs tertiaire kleilagen (Van Lancker et al., 2007) voorkomen.

Ook de hoeveelheid in de waterkolom gesuspendeerd materiaal vertoont een scherpe gradiënt in het

projectgebied, waarbij de hoge concentraties van de kustnabije zone snel afnemen in de offshore richting (Fettweiss et al., 2006). Gezien de positieve relatie tussen de hoeveelheid gesuspendeerd materiaal en organisch materiaal (o.a. detritus en microalgen) (Fettweis et al., 2007), wordt ook een scherpe kwantiteits- en kwaliteitsgradiënt in voedselbeschikbaarheid in het gebied verwacht. Bijgevolg wordt het gebied gekenmerkt door een lappendeken aan benthische habitats, waarvan de omvang en de precieze ligging echter nog niet bekend zijn.

Deze diversiteit binnen het fysische milieu vertaalt zich direct in de aanwezigheid van een brede waaier aan bodemfauna. De mobiele sedimenten zijn geschikt voor drie van de vier in het Belgisch deel van de Noordzee aanwezige macrobenthische gemeenschappen, nl. de typische offshore *Ophelia limacina* en *Nephtys cirrosa* gemeenschappen, maar evenzeer de kustnabije *Abra alba* gemeenschap (Degraer et al., 2008). Vooral deze laatste gemeenschap verdient hier een verscherpte aandacht gezien deze gemeenschap gemiddeld een grootteorde meer aan biodiversiteit dan de overige macrobenthische gemeenschappen herbergt (Van Hoey et al., 2004). De mogelijke aanwezigheid van dagzomend grind en stenen leidt dan weer tot een potentiële aanwezigheid van zeer diverse grindbankbodemeenschappen (Houziaux et al., 2008), die evenzeer de nodige aandacht verdienen. Ook de demersale en benthische visgemeenschappen in het gebied vertonen kenmerken van zowel offshore als de rijkere kustnabije gemeenschappen (De Maersschalk et al., 2006; Vandendriessche et al., 2011). Bijgevolg worden binnen het gebied zowel zones met een zeer lage als zones met een hoge intrinsieke biologische waarde aangetroffen (Deros et al., 2007).

Referentiesituatie benthische habitats

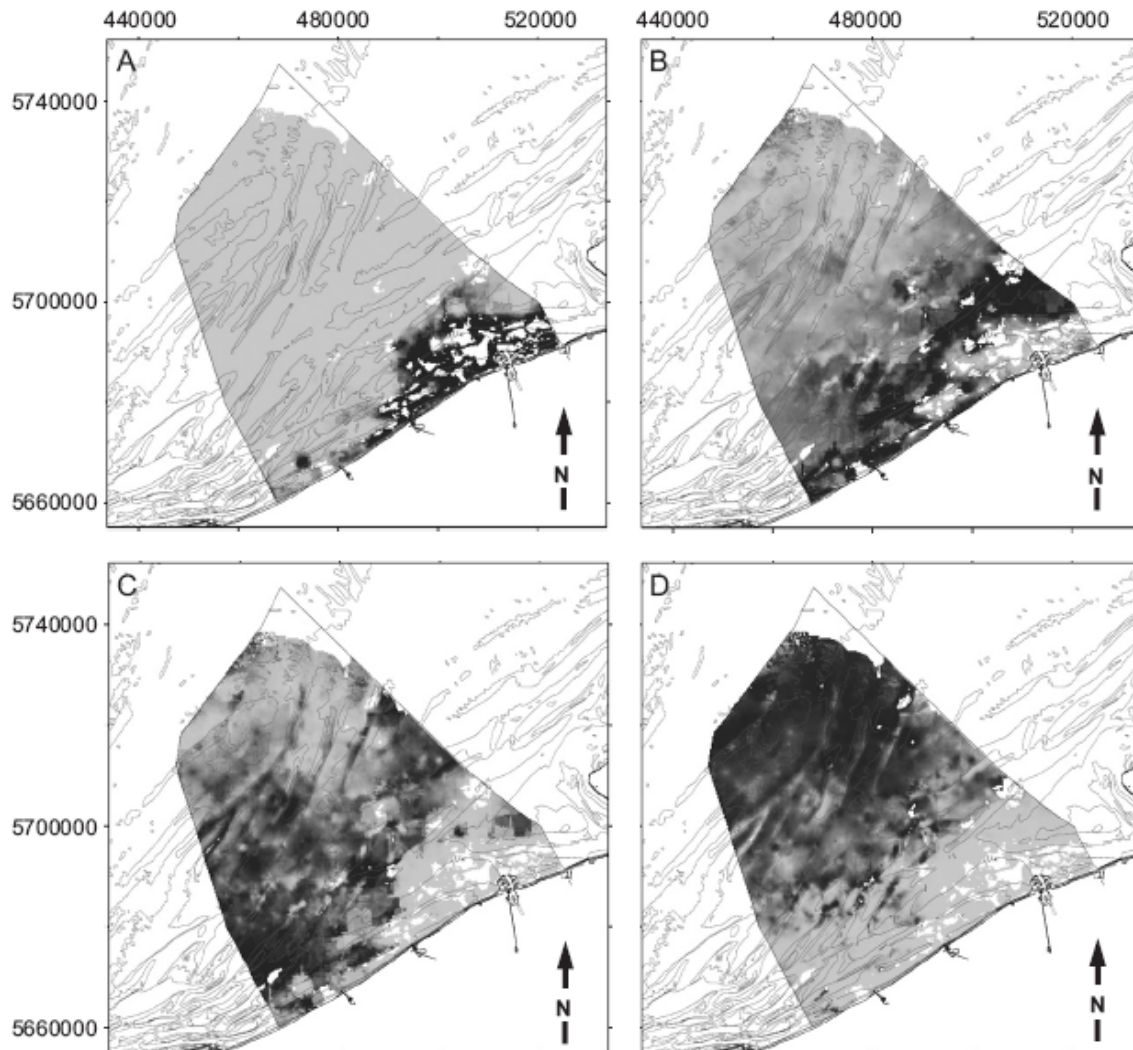
Twee grote types benthische habitats worden onderscheiden: het mobiele, zandige habitat, die in het projectgebied domineert, en het niet-mobiele grindbank- en geconsolideerde kleihabitat, dat mogelijk beperkt aanwezig is.

Mobiel substraat

Hoewel het mobiele, zandige substraat gedomineerd wordt door de armere *N. cirrosa* en *O. limacina* gemeenschappen blijkt een niet onaanzienlijk deel (5-10 %¹⁴) van het gebied geschikt voor de aanwezigheid van de rijke *A. alba* gemeenschap (Degraer et al., 2008) (Figuur 1). De biodiversiteit in deze laatste gemeenschap is gemiddeld een grootteorde meer dan in de overige macrobenthische gemeenschappen: gemiddeld 30 spp./0.1 m² en >6000 ind./m² (Van Hoey et al., 2004). Deze gemeenschap omvat verder de hoogste soortenrijkdom en dichtheid aan tweekleppigen, zoals *Spisula subtruncata* en *A. alba* en wordt aangetroffen in slibbig zandige sedimenten (mediane korrelgrootte: gemiddeld 219 µm; slibgehalte: gemiddeld: 6%). Binnen deze gemeenschap worden tevens aggregaties van de habitatstructurende schelpkokerworm *Lanice conchilega* aangetroffen, die aanleiding kunnen geven tot een gemiddelde lokale biodiversiteitverhoging van tot driemaal de soortenrijkdom en tot zevenmaal de macrobenthische densiteit (Rabaut et al., 2007). Dergelijke aggregaties worden als ecologisch zeer waardevol beschouwd (Degraer et al., 2009; Rabaut et al.,

¹⁴ Aangezien de verspreiding van de macrobenthische gemeenschappen werd ingeschat op basis van een habitatgeschikheidsmodel, kan de effectieve verspreiding van de *Abra alba* gemeenschap niet met zekerheid worden weergegeven en kan bijgevolg niet worden berekend welk oppervlak van het gebied door deze gemeenschap wordt ingenomen.

2009). Dit sedimenttype en dus ook de *A. alba* gemeenschap met haar geassocieerde *L. conchilega* aggregaties komen nagenoeg uitsluitend voor in de kustnabije zone, met uitzondering van de oostelijke kustzone. Gelegen in het meest zuidelijke deel van de Belgische windmolenzone, zal het Norther windmolenpark zodoende als enige park een mogelijke directe invloed op de *A. alba* gemeenschap en *L. conchilega* aggregaties hebben.



Figuur 10.1. Habitatgeschiktheidskaarten voor de vier in Belgische wateren voorkomende macrobenthos gemeenschappen, zoals voorspeld door Degraer et al. (2008). A, *Macoma balthica* gemeenschap; B, *Abra alba* gemeenschap; C, *Nephtys cirrosa* gemeenschap; D, *Ophelia limacina* gemeenschap. Licht grijs: 0% geschikt → zwart: maximum geschiktheid.

Niet-mobiel substraat

In de zone komen grindbedden voor, dikwijls in combinatie met grof zand en schelpdebris. Dergelijke gebieden herbergen bijzondere ecologische waarden (Lindeboom *et al.*, 2005). Uit verschillende studies, die met aangepaste technieken in dergelijke zones uitgevoerd werden, blijkt dat ze een rijke fauna en flora herbergen met een hoge soortenrijkdom, zowel van infauna als van epifauna op de stenen (o.a. Dahl & Dahl, 2002; Van Moorsel, 2003). Die rijke gemeenschappen kunnen zich maar ontwikkelen in het geval dit habitat niet al te sterk aan natuurlijke en/of antropogene verstoring

onderhevig is (o.a. bedelving door zand; cf. niet-mobiele substraten (Van Lancker *et al.*, 2007a) of bodemberoerende visserijtechnieken). Uit historische gegevens blijkt verder dat de verspreiding van de grindbedden duidelijk gecorreleerd kan worden aan de verspreiding van de Europese oester *Ostrea edulis* (Houziaux *et al.*, 2008) een soort die vroeger ook in het gebied van de Gootebank, gelegen op 10 km ten zuidwesten van de Thorntonbank, voorkwam.

De niet-mobiele tertiaire kleilagen in het projectgebied herbergen dan weer een unieke gemeenschap, gedomineerd door borende tweekleppigen zoals de witte boormossel *Barnea candida* (Degraer *et al.*, 1999) en de Amerikaanse boormossel *Petricola pholadiformis*, met een dichtheid van enkele 100-en ind./m² en een geassocieerde cryptische fauna.

10.2 Te verwachten effecten

10.2.1 Constructiefase

10.2.1.1 Biotoopverlies

De geplande werken (verplaatsen sediment) zullen leiden tot een verlies aan biotopen en tot wijzigingen in het substraat. Dit kan wijzigingen in de bestaande gemeenschappen veroorzaken, waarbij vooral de grindgemeenschappen kunnen verdwijnen of verarmen. Biotoopverlies van de *A. alba* gemeenschap, *L. conchilega* aggregaties en niet-mobiele substraten zal voornamelijk plaatsvinden tijdens de bouwfase, waarbij het oorspronkelijke substraat door artificieel hard substraat wordt vervangen ter hoogte van de voet van de fundering, maar waarbij, vooral in het geval van GBF, heel wat sediment wordt gebaggerd en gestort. Bij het baggeren van sediment moet van een 100% verlies aan organismen in de betreffende zones worden uitgegaan (Newell *et al.*, 1998; Van Dalfsen *et al.*, 2000; Simonini *et al.*, 2007); dit aangezien het bodemleven zich enkel in de bovenste 10-30 cm van het sediment bevindt, 80% van de fauna zelfs in de bovenste 5 cm en in het geval van niet-mobiele substraten vrijwel volledig op het oppervlak. Tevens wordt de kans op overleving van macrobenthische organismen op de plaats van storten als nagenoeg onbestaande geschat (Lauwaert *et al.*, 2008). Bijgevolg staat de directe impact op het bodemleven in lineair verband met de verstoorde oppervlakte en wordt deze als hoogst geschat voor de GBF configuratie van 74 funderingen voorzien in het MER (Arcadis, 2011). Voor de stockage van het surplus aan sediment in 5 m dikte wordt het verlies geschat op $\pm 1.81 \text{ km}^2$, overeenstemmend met een verlies aan benthische (incl. macrobenthos, epibenthos en demersale en benthische vis) biomassa van $\pm 5 \text{ ton}$ asvrij drooggewicht aan benthische organismen op een totaal geschatte standing stock van 20000 ton in het BDNZ (Degraer *et al.*, 1995). Bij stockage met 1 m dikte loopt het geschatte biomassaverlies op tot $\pm 16 \text{ ton}$ ¹⁵. Voor wat betreft de biotoopverstoring wordt dan ook idealiter geopteerd voor een minimale verstoorde oppervlakte, zoals

¹⁵ Deze schattingen gaan uit van een gemiddelde benthische biomassa van 2.64 g asvrij drooggewicht per m² (De Maersschalk *et al.*, 2006), die inderdaad typisch is voor de offshore macrobenthos gemeenschappen (Degraer *et al.*, 1995). In het geval echter lokaal de *A. alba* gemeenschap zou worden verstoord moet echter rekening worden gehouden met een gemiddelde biomassa, die oploopt tot 12 g asvrij drooggewicht per m² (Degraer *et al.*, 1995).

aangeboden door de Configuratie 3a (47 jacketfunderingen 10 MW).

10.2.1.2 Resuspensie en depositie fijne sedimenten

In het gebied komt tertiaire klei voor, die kan dagzomen, maar waarvan de omvang niet bekend is. Door de baggeractiviteiten kunnen kleiballen vrijkomen en kan meer klei permanent dagzomen. Deze situatie kan een bron van slib vormen met mogelijk een langdurige verhoging van de turbiditeit (zie hoofdstuk 6).

Dit zou kunnen wijzigingen veroorzaken in de bestaande macrobenthische gemeenschappen. Troebel water kan verder door stromingen verspreid worden over een grotere zone. Het gebied ligt echter op de grens tussen kust en offshore water (dat veel minder turbide is) (Fettweiss *et al.*, 2006) en de hoeveelheid gesuspendeerd materiaal vertoont er een hoge natuurlijke variabiliteit (Van den Eynde *et al.*, 2010).

Verder vermindert een te hoge troebelheid van het water de lichtpenetratie in de waterkolom – wat hinderlijk is voor visuele jagers – en wordt de zuurstofopname en het filtreren van vissen en bivalven bemoeilijkt wat kan leiden tot voedsel- en zuurstofgebrek (Essink, 1999). Een verhoogde turbiditeit wordt meestal niet als een groot ecologisch probleem ervaren in de kustnabije zone, waar aan deze situatie aangepaste benthische gemeenschappen voorkomen en waar een hoog hydrodynamisch energetisch klimaat heerst. Toch toonde ook hier Rodriguez Palma (2011) een effect van het gesuspendeerd materiaal op het macrobenthos aan: vooral in fijnere sedimenten wordt bij intermediaire concentraties een verhoogde soortenrijkdom en – dichtheid vastgesteld. Wegens de ruimtelijke situering van het projectgebied in de overgang tussen de kustnabije en de offshore zone en gezien de algemeen intermediaire concentraties in het gebied, kan een negatief effect van resuspensie op de macrobenthische fauna worden verwacht indien tijdens de werken een significante verhoging wordt veroorzaakt.

Het blijkt dat gemaakte putten in de zeebodem zich moeilijk opvullen (Van den Eynde *et al.*, 2010; Degrendele *et al.*, 2010). Daarin kan zich een min of meer permanente sliblaag afzetten die de benthische organismen verstikt en zorgt voor een verarming van de fauna (e.g. Bonne 2003; Vanaverbeke *et al.*, 2007).

10.2.1.3 Trillingen en geluid

Vooraf het heien van de palen (monopile of jacket fundering), waarbij brongeluidspieken tot 270 dB re 1 μ Pa worden bereikt (Norro *et al.*, 2010), kan ernstige gevolgen voor de lokale fauna hebben. Studies gericht op zeezoogdieren, maar evenzeer op vissen wijzen op gedragsstoornissen en fysiologische stress (Mueller-Blenkle *et al.*, 2010 (bv. voor tong en kabeljauw) en verdere referenties daarin). Hoewel er meer en meer onderzoek gebeurt naar de effecten van geluid op vissen bestaat er nog onvoldoende kennis om de impact van heien en andere bronnen van antropogeen geluid op vissen betrouwbaar te kunnen kwantificeren (Popper & Hasting 2009). Sommige studies rapporteren verminderde groei en levensvatbaarheid tot directe sterfte van viseieren en vislarven (zie Popper & Hasting 2009). Dit heeft gevolgen voor het transport van vislarven van paaigronden naar gebieden met een kinderkamerfunctie. Het effect van geluid op organismen is echter contextafhankelijk: de

intensiteit, frequentie en continuïteit van het geluid, de weerstand van de omgeving, de windrichting en de soortspecifieke eigenschappen zijn hierbij doorslaggevend. Een recent Nederlands onderzoek (Bolle et al., 2011) waarbij tijdens experimenten verschillende ontwikkelingsstadia blootgesteld werden aan verschillende niveaus en duur van heigeluid kon geen significante effecten aantonen op larven van tong *Solea solea* maar verder onderzoek van onder meer soorten die hun zwemblaas permanent behouden, moet uitwijzen of dit ook het geval is voor andere vissoorten.

10.2.2 Exploitatiefase

10.2.2.1 Uitsluiten (bodem)visserij

Gezien de kans op schade aan de windmoleninfrastructuur is actieve (bodem)visserij in offshore windmolenparken in België uitgesloten. Bijgevolg ontstaat een zone waarin de fauna van de oorspronkelijke substraten zich kan ontwikkelen zonder de frequente verstoring van o.a. de boomkorvisserij. Aangezien het benthos van de typische offshore benthische *N. cirrosa* en *O. limacina* gemeenschappen, die in puur fijn tot grofzandige sedimenten voorkomen (Van Hoey et al., 2004), vrij goed is aangepast aan natuurlijke bodemverstoring, wordt de bijkomende impact als gevolg van boomkorvisserij als ecologisch minder significant ingeschat. In het geval van de meer kustnabije benthische *M. balthica*, maar vooral *A. alba* gemeenschap, voorkomend in stabielere, slibbige zandbodems (Degraer et al., 2003; Van Hoey et al., 2004), wordt deze antropogene verstoring echter als potentieel zeer significant ingeschat. Zo werd al aangetoond dat de fauna geassocieerd met *L. conchilega* aggregaties sterk wordt verstoord door bodemberoerende activiteiten (Rabaut et al., 2008).

Gelegen in het meest zuidelijke deel van de Belgische windmolenzone, omvat het Norther projectgebied ook bodemhabitat geschikt voor de *A. alba* gemeenschap (Degraer et al., 2008). Het windmolenpark zal zodoende mogelijk als enige park een directe invloed op de *A. alba* gemeenschap en hier geassocieerde *L. conchilega* aggregaties hebben. Van onmiddellijk belang is de uitsluiting van actieve bodemvisserij, waarbij een ecologisch significante successie op gang zal worden gebracht (Degraer et al., 2009). Alle stappen richting eindpunt van deze successie zullen inzichten verschaffen in onder meer de huidige druk van boomkorvisserij op het sterk beviste *A. alba* biotoop.

Hoe minder bodemoppervlakte zal worden verstoord door de aanleg en exploitatie van het Norther windmolenpark (cf. Configuratie 3a met 47 jacketfunderingen en een stockage dikte van het gebaggerd zand van 5 m), hoe belangrijker de ecologische significantie van het uitsluiten van actieve bodemvisserij.

Hoewel minder waarschijnlijk zou ook een belangrijke ecologische successie kunnen worden opgestart ter hoogte van de mogelijk aanwezige dagzomende grindvelden, indien deze althans niet teveel beschadigd werden tijdens de installatiewerken. Hierdoor zouden belangrijke inzichten in het herstel van de hiermee geassocieerde gemeenschap kunnen worden verworven (Degraer et al., 2009). Het voorbereidend grondonderzoek zal uitwijzen of dagzomend grind aanwezig is in het projectgebied.

10.2.2.2 Introductie artificieel hard substraat

De oppervlakte artificieel hard substraat beschikbaar voor kolonisatie zal variëren naargelang de gekozen varianten tussen circa 28.000 m² (configuratie 3a met 47 jacket funderingen) en 320.000 m² (configuratie met 74 gravitaire funderingen) en is dus significant (ongeveer 11 x) groter indien gekozen zou worden voor het scenario met gravitaire funderingen en 6MW turbines (Arcadis, 2011). De beschikbare oppervlakte hard substraat verhoogt nog aangezien er al andere parken gebouwd zijn (afhankelijk van het gekozen scenario van 178.000 m² indien voornamelijk voor monopiles gekozen wordt tot 285.000m² indien gekozen wordt voor gravitaire funderingen). De hoeveelheid hard substraat zal in de toekomst met de bouw van nieuwe projecten nog toenemen. De introductie van artificiële harde substraten in een waarschijnlijk overwegend zandige biotoop zorgt voor een habitatdiversiteit het zogenaamde “rifeffect” (Petersen & Malm, 2006) en een plaatselijke verhoging van de productiviteit en de diversiteit (van Moorsel 2001, Orejas *et al.* 2005). Daarnaast wordt een volledig nieuw biotoop geïntroduceerd, een intertidale zone, die normaal niet offshore voorkomt. Dit heeft als gevolg dat zich op de structuren nieuwe soorten vestigen in een gemeenschap typisch voor artificiële harde substraten (Kerckhof *et al.*, 2010; Kerckhof *et al.*, 2011). Daarbij speelt de aard van het gebruikte constructiemateriaal geen rol. Er zijn echter indicaties dat de gemeenschap verschillend is van die van natuurlijke harde substraten. Vooral het aandeel niet-inheemse soorten – introducties uit andere oceanen en soorten van zuidelijke rotskusten waarvan het areaal zich naar het noorden uitbreidt – blijkt hoog te zijn (Kerckhof *et al.*, 2011). In de offshore intertidale zone is het aandeel geïntroduceerde soorten vergelijkbaar met of hoger dan die op artificiële harde substraten uit de kustzone (Kerckhof *et al.*, 2007). Hieruit kan worden afgeleid dat de verspreiding en de blijvende vestiging van niet-inheemse soorten bevordert wordt door het stapsteeneffect, gecreëerd door de aanleg van de windmolenparken in de zuidelijke Noordzee.

Het is niet onmogelijk dat de aangroeiemeenschap op het Norther windmolenpark anders zal zijn dan die op het Belwind en C-Power windmolenparken omdat dit windmolenpark dicht bij de kust ligt en minder onder invloed van het heldere Kanaalwater (Otto *et al.* 2006; Kerckhof *et al.*, 2009). Zintzen (2007) stelde in een onderzoek van de fauna op wrakken een onderscheid vast tussen de begroeiing van wrakken in de kustzone en de meer offshore gelegen wrakken.

De begroeiing van de artificiële harde substraten zorgt voor een lokaal sterk verhoogde productie van en concentratie aan organisch materiaal (Kerckhof *et al.*, 2010). Deze verhoogde concentratie zorgt bij afzetting (bv. na sterfte) voor een lokale organische aanrijking van het natuurlijke zachte substraat, waardoor fijnere sedimenten met een rijkere macrobenthische fauna nabij de harde substraten worden gevonden (Coates *et al.*, 2011). Deze rijkere fauna omvat onder andere de borstelwormen *Lanice conchilega* en *Spiophanes bombyx*, twee soorten dominant binnen de *A. alba* gemeenschap (Van Hoey *et al.*, 2004). Lokaal kan dan ook een verschuiving van de natuurlijke en armere *N. cirrosa* gemeenschap naar de rijke *A. alba* gemeenschap worden verwacht. Er wordt verwacht dat de omvang (hoeveelheid organisch materiaal en geïmpacteerde oppervlakte) van deze impact afhankelijk zal zijn van de totale oppervlakte aan hard substraat en zodoende het grootst zal zijn indien gebruik zou worden gemaakt van gravitaire funderingen.

De artificiële harde substraten dienen verder als schuilplaats en foerageergebied voor heel wat mobiele

organismen, waaronder enkele commercieel belangrijke vissoorten, zoals Kabeljauw (*Gadus morhua*) en Steenbolk (*Trisopterus luscus*) (Reubens *et al.*, 2009, 2011 a): ter hoogte van de erosiebeschermingslaag van één gravitaire fundering werden gemiddeld 30000 individuen Steenbolk tijdens de late lente, zomer en herfst waargenomen (Reubens *et al.*, 2010). Deze vissen voedden zich in hoofdzaak met de rijke fauna, groeiend op de artificiële harde structuren waaronder de krab *Pisidia longicornis* en de vlokreeft *Jassa herdmani* – twee soorten die dominant aanwezig zijn (Kerckhof *et al.*, 2010) – en hadden een beter dan gemiddelde conditie (Schaeck, 2011). Een belangrijk deel van de vissen blijkt trouwens vrij trouw in de buurt van de windmolens te blijven. Zo werden individueel opgevolgde individuen tot 85 dagen (nagenoeg) continu nabij één en dezelfde fundering waargenomen (Reubens *et al.*, 2011 b). Alhoewel sterk individu-afhankelijk vertonen heel wat vissen een dag-nacht patroon in hun ruimtelijke verspreiding, waarbij de vissen zich ter hoogte van het omringende zachte substraat bevinden bij dag en bij nacht meer ter hoogte van de erosiebeschermingslaag. Het is echter nog steeds onduidelijk in hoeverre de productiviteit van de vissen, aangetrokken tot de artificiële structuren, verhoogt door het verhoogde voedselaanbod, dan wel verlaagt door de drastisch verhoogde competitie voor voedsel.

De introductie van harde substraten kan gunstig geëvalueerd worden omdat zich nieuwe soorten zullen vestigen, verschillende soorten in verhoogde aantallen en biomassa aanwezig zullen zijn. Anderzijds kan dit ook zorgen voor een negatief effect door de mogelijke toename van niet-inheemse soorten die in concurrentie treden met (eventueel commercieel interessante) inheemse soorten en blijft het onzeker of de verhoogde aantallen vis een versterking dan wel een verzwakking van de lokale visstock betekenen.

10.2.3. Ontmantelingsfase

De effecten tijdens de ontmantelingsfase zullen, wat betreft biotoopverlies en resuspensie van fijne sedimenten, vermoedelijk gelijkaardig zijn aan deze tijdens de bouwfase. Het is momenteel niet duidelijk welke technieken gebruikt zullen worden bij de verwijdering van monopiles en jacket funderingen en bijgevolg kan er nog geen inschatting gemaakt worden van de effecten van eventueel verhoogd onderwatergeluid op het mariene leven. Na de afbraakfase dient nagegaan te worden of er zich al dan niet een terugkeer zal voordoen naar de initiële situatie.

10.3 Besluit

10.3.1 Aanvaardbaarheid

De relatieve impact van de activiteit op het gehele BDNZ wordt als waarschijnlijk niet significant beoordeeld worden en is aanvaardbaar voor alle funderingstypes en inrichtingsvarianten voorgesteld in het project. De BMM besluit dat de activiteit voor macrobenthos, epibenthos en visgemeenschappen aanvaardbaar is volgens al de verschillende scenario's vooropgesteld in het MER (Arcadis, 2011) indien voldaan wordt aan al de hieronder vermelde voorwaarden.

10.3.2 Voorwaarden en aanbevelingen

Beperking geïmpacteerde oppervlakte tijdens constructiefase

Om een maximale overleving van het bodemleven tijdens de constructiewerkzaamheden te verzekeren wordt voorgesteld de verstoorde oppervlakte (door baggeren, storten en plaatsing van de funderingen) tot een minimum te beperken. Dit kan in eerste instantie door te kiezen voor een minimum aan jacket funderingen vb. Configuratie 3a (hoofdstuk 1) en een stockage dikte van het gebaggerd zand van 5 m. Verder kan het bodemleven van de natuurlijke zandige substraten van extra directe schade worden gevrijwaard wanneer geopteerd wordt voor een onderboring in plaats van overtopping, wanneer de elektriciteitskabels reeds aanwezige kabels of pijpleidingen kruisen¹⁶.

Een minimaal verstoord oppervlak zal er tevens toe bijdragen dat de kans op schade aan eventueel aanwezige grindbedden tot een minimum wordt beperkt. *Idealiter* wordt echter voorafgaand aan de werkzaamheden een detailonderzoek naar de verspreiding van dagzomend grind in het gebied uitgevoerd, zodat een verstoring van deze plaatsen – indien aanwezig – maximaal vermeden kan worden.

Ten slotte verzekert een minimale oppervlakte aan gebaggerd bodemsubstraat een minimale vrijzetting van tertiaire kleiballen. Hierdoor zal ook de (mogelijk langdurige) verhoging van de turbiditeit in het projectgebied en eventueel daarbuiten geminimaliseerd worden.

Bewaring bodemkwaliteit

Na uitvoering van de werken tijdens de constructiefase is een herstel van de site gewenst. Dit herstel impliceert een maximaal herstel van de natuurlijke geomorfologie tussen de funderingen, maar evenzeer het herstel van de sedimentsamenstelling van de oppervlakkige sedimenten. Met andere woorden: zowel het bodemprofiel als de sedimentsamenstelling moet na uitvoering van de werken zo goed als technisch mogelijk in de oorspronkelijke toestand teruggebracht worden. Dit geldt tevens en vooral voor het eventueel opnieuw afdekken van eventueel tijdens de werken blootgelegde tertiaire kleilagen. Op deze manier wordt het milieu tussen de funderingen in de oorspronkelijke, natuurlijke conditie gebracht, waardoor het herstel van de oorspronkelijke bodemgemeenschappen optimaal wordt gefaciliteerd.

Introductie artificieel hard substraat

Aangezien als gevolg van de toegenomen aanwezigheid van artificiële harde substraten een merkelijke toename van niet-inheemse soorten wordt verwacht dient de introductie van harde substraten tot het minimum te worden beperkt. Verder dienen voor de erosiebescherming uitsluitend natuurlijke materialen gebruikt te worden.

¹⁶ Nuancering: De aangerichte directe impact als gevolg van baggeren en storten wordt als korte-termijn schade (i.e. enkele jaren) ingeschat, terwijl de schade aangericht door de plaatsing van de funderingen zelf en het eventuele met grind afdekken van kabels als permanent dient te worden beschouwd.

10.3.2.1 Voorwaarden

- De introductie van harde substraten dient tot een minimum te worden beperkt. Bij de aanleg van de erosiebeschermingslaag dient gebruik te worden gemaakt van natuurlijke materialen.

10.3.2.2 Aanbevelingen

- Het is aanbevolen om de site na het beëindigen van de constructiefase maximaal te herstellen. Dit geldt vooral voor het opnieuw afdekken van eventueel tijdens de werken blootgelegde tertiaire kleilagen.
- Er wordt aanbevolen om de verstoorde oppervlakte (door baggeren, storten en plaatsing van de funderingen) tot een minimum te beperken om maximale overleving en minimale verstoring van het bodemleven tijdens de constructiewerkzaamheden te verzekeren.

10.4 Monitoring

A. Basismonitoring

Dit onderdeel van de monitoring moet het mogelijk maken om eventuele veranderingen in het onderwaterleven als gevolg van de inplanting van een windmolenpark te kunnen detecteren en te kunnen vergelijken met andere projecten en gebieden. Opdat eventuele permanente veranderingen zouden kunnen vastgesteld worden, is een grondige en voldoende lange monitoring van de diverse gemeenschappen noodzakelijk. Aangezien in het verleden weinig onderzoek gebeurde in het projectgebied, is het aangewezen om de referentietoestand zo goed mogelijk te inventariseren, en een inzicht in de bestaande variatie aan onderwaterleven te krijgen. Met deze referentiegegevens kunnen eventuele veranderingen in de benthische fauna als gevolg van de aanleg van het windmolenpark beoordeeld worden. Alle informatie met betrekking tot de budgettaire ramificaties van de monitoring worden in hoofdstuk 18 besproken.

10.4.1. Kolonisatie en successie artificieel hard substraat in kustnabije zone

Motivering

Door de introductie van artificiële harde substraten in een waarschijnlijk overwegend zandige omgeving wordt een nieuwe biotoop geïntroduceerd, waaronder een intertidale zone, die normaal niet offshore voorkomt. Dit heeft als gevolg dat zich op de structuren nieuwe soorten vestigen in een gemeenschap typisch voor artificiële harde substraten. In eerste instantie is er op de harde substraten een kolonisatiefase. Geleidelijk aan ontstaat, na een successiefase, een climaxgemeenschap. Daarin is een evenwicht ontstaan tussen de voorkomende organismen en de opeenvolging van de ene gemeenschap door de andere. Gelijklopend met de kolonisatie door epifauna worden ook vissen, zoals steenbolk en kabeljauw, en grotere epibenthische organismen, zoals kreeften, tot de harde substraten aangetrokken. Alle soorten samen vormen een karakteristieke gemeenschap, geassocieerd met de artificiële harde substraten. Er zijn echter indicaties dat deze gemeenschap verschillend is van die van natuurlijke harde substraten. Vooral het aandeel niet-inheemse soorten – introducties uit andere oceanen en soorten van zuidelijke rotskusten waarvan het areaal zich naar het noorden uitbreidt –

blijkt hoog te zijn (Kerckhof et al., 2011). Omdat er in het BDNZ meer en meer artificiële substraten geïntroduceerd worden dient ook het eventuele stapsteeneffect ten aanzien van de introductie van niet-inheemse soorten onderzocht te worden. Verder wordt ook verwacht dat de koloniserende visfauna kenmerken van zowel de zachte substraten gemeenschap als de rotskustgemeenschap vertoont. Omdat dit project dicht bij de kust gelegen is, en waarschijnlijk meer onder invloed staat van het kustwater met een hogere turbiditeit en onderhevig aan grotere temperatuurschommelingen, kunnen verschillen verwacht worden met andere windmolenprojecten.

Strategie

Het onderzoek van de artificiële harde substraten moet gericht zijn op de vestiging, de ontwikkeling en de aard (niet-inheems, inheems) van de organismen op en rond de nieuwe structuren en naar specifieke soorten, die een indicatie kunnen geven van de gezondheidstoestand van de habitat.

Op de windmolens zijn 3 habitats te onderscheiden: de erosiebescherming rond de fundering van de windmolen (HARD ER), de fundering subtidaal (HARD SUB) en de fundering intertidaal (HARD INT), die alle 3 onderzocht moeten worden. Het onderzoek van de fauna op en rond de harde substraten vormt een geheel en verschuivingen van inspanningen geleverd voor de verschillende onderdelen zijn mogelijk.

De staalname van de epifauna gebeurt bij voorkeur door middel van een ijzeren frame met een staalname oppervlak van 25 cm x 25 cm, en een opvangnet. Daarnaast dienen ook onderwaterfoto's en eventueel video-opnames gemaakt te worden. Per kwadrant bepaalt men de abundantie van de mobiele organismen en de bedekkinggraad van de sessiele organismen met een daarvoor geschikte schaal bv. de SACFOR schaal. Alternatieve technieken van bemonstering van de aangroei kunnen toegepast worden als blijkt dat deze goede resultaten opleveren. De ISO 19493:2007 norm *Waterkwaliteit - Richtlijn voor marien biologisch onderzoek van litorale en sublitorale verharde bodem* biedt nuttige richtlijnen voor het uitvoeren van de bemonstering en dient zoveel mogelijk gevolgd te worden.

Naast de kwantitatieve bemonsteringen dienen ook kwalitatieve opnames te gebeuren met duikers die op geregelde tijdstippen een totaalopname maken van de evolutie van de gemeenschappen.

Gezien hun hoge mobiliteit en veelal lage dichtheden kunnen de visfauna en grotere epibenthische organismen moeilijk via standaard staalnametechnieken worden gekwantificeerd. Om een zo volledig mogelijk beeld van deze component van de harde substratenfauna te verkrijgen, moeten daarom verschillende onderzoekstechnieken worden gecombineerd. Deze technieken omvatten: onderwater video-opnames (te combineren met de video-opnames voor de epifauna), lijnvissen en passieve vistechnieken, zoals fuiken.

Voor de aangroei op de erosiebescherming (HARD ER) wordt er voorgesteld om 3 maal per jaar (winter (februari - maart) – zomer (juli - augustus) – herfst (oktober)) een staalname uit te voeren op 1 windmolen. De staalname zou kunnen bestaan uit het nemen van 3 replica's (stenen) van de erosiebescherming van 1 windmolen 3 maal per jaar. Dit kan aangevuld worden met video transectopnames. Eventueel kan de staalnamefrequentie en het aantal stalen later aangepast worden, bijvoorbeeld na het bereiken van de climaxgemeenschap.

Voor de aangroei op de palen subtidaal (HARD SUB) en intertidaal (HARD INT) wordt voorgesteld om 3 maal per jaar 3 stalen (3 replica's op 1 representatieve waterdiepte) te nemen op minimaal 1 windmolen (aangroei subtidaal) en om 3 maal per jaar 2 stalen (mossel – zeepokkenzone) uit te voeren op minimaal 2 windmolens (aangroei intertidaal). Dit alles in combinatie met (onderwater) video-opnames om de representativiteit van de stalen na te gaan.

Een opname van de visfauna en grotere epibenthische organismen dient één maal per jaar te worden uitgevoerd en gebeurt bij voorkeur tijdens de zomer. Per techniek worden telkens twee opnames verzameld, teneinde de representativiteit te verzekeren.

Tabel 10.1. Staalname-intensiteit erosiebescherming (HARD ER), subtidale begroeiing palen (HARD SUB), begroeiing palen intertidaal (HARD INTER), visfauna en grotere benthische organismen (HARD VIS)

Type	Periode	Frequentie	Aantal opnames (Aantal turbines X replica's)	Aantal stalen
HARD ER	T ₀₊	3x / jaar	1 x 3	9 / jaar
HARD SUB	T ₀₊	3x / jaar	1 x 3	9 / jaar
HARD INTER	T ₀₊	3x / jaar	2 x 2	12 / jaar
HARD VIS	T ₀₊	1x / jaar	2 x 3	6 / jaar

10.4.2. Ontwikkeling natuurlijke zacht substraat fauna (macrobenthos, epibenthos en demersale en benthische vissen) in windmolenzone, met speciale aandacht voor de *A. alba* biotoop.

Motivering

Als gecombineerd gevolg van onder andere de verhoogde turbiditeit en de (lokale) organische aanrijking ten gevolge van de begroeiing van de windmolenfunderingen, worden veranderingen in het natuurlijke zachte substraten bodemleven verwacht. Gezien de kustnabije ligging van het Norther projectgebied worden wijzigingen in de typische offshore *N. cirrosa* en *O. limacina* biotopen, maar evenzeer in de kustnabije *A. alba* biotoop verwacht. De opvolging van de langetermijnontwikkeling zal inzicht verschaffen in het geïntegreerde effect van het offshore windmolenpark op de zandige substraat fauna.

Strategie

Net zoals bij de basismonitoring van de andere windmolenparken wordt hier een Before After Control Impact (BACI; Smith, 2002) design voorgesteld. Hierbij wordt het resultante milieu-effect afgeleid uit de vergelijking tussen de situatie vóór en na de bouw van het windmolenpark, alsook tussen de impactzone en een referentiezone.

Voorafgaand aan de werkzaamheden (T₁ = referentiesituatie) wordt de fauna van de referentie- en impactzone gedetailleerd bemonsterd (random bemonstering), waarbij 30 macrobenthosstalen

ecologisch zo wijd verspreid als mogelijk worden verzameld (= stratified random bemonstering); dit zowel in het referentiegebied als de impactzone (Tabel 10.2). Op basis van deze gegevens wordt een selectie van vijf stations in referentie- en impactzone voor verdere opvolging van het macrobenthos tijdens de constructie- en exploitatiefase gemaakt (T_{0+} = tijdsreeks vaste stations, gerepliceerd: vijf replicaten). Bij deze selectie wordt rekening gehouden met de ecologische variabiliteit in het projectgebied (cf. biotopen), waarbij voornamelijk de *A. alba* biotoop de nodige aandacht krijgt. De overige biotopen krijgen namelijk reeds voldoende aandacht in de meer offshore gelegen windmolenparken. Naast het macrobenthos worden ook het epibenthos, als demersale, benthische en bentho-pelagische vissen opgevolgd. Hiertoe worden 3 vistracks per jaar bemonsterd (Tabel 10.3), waarbij opnieuw de *A. alba* biotoop wordt gevisceerd.

De staalname van alle benthische ecosysteemcomponenten vindt *idealiter* plaats in het najaar (half september – half november). Om een beeld te krijgen van de lange termijn veranderingen wordt deze staalname *idealiter* verder gezet over de hele periode van de activiteit.

Op te meten responsvariabelen zijn: soortenrijkdom, dichtheid en biomassa. Op te meten verklarende variabelen omvatten minstens de sedimentsamenstelling en het gehalte organisch materiaal in de bodem.

Om de vergelijkbaarheid van de data afkomstig van de monitoring van alle windmolenparken in het BDNZ te garanderen, worden dezelfde staalname- en verwerkingstechniek als deze toegepast in de andere windmolenparken geadviseerd. Voor details: zie Degraer et al. (2010).

Naast een algemene beschrijving van waargenomen veranderingen wordt de ecologische significantie van de veranderingen ingeschat aan de hand van milieukwaliteitindicatoren, zoals de Benthos Ecosystem Quality Index (BEQI; Van Hoey et al., 2007).

Een geïntegreerde analyse van de macrobenthos-, epibenthos- en visgegevens moet finaal toelaten hypothesen betreffende de functionele samenhang van de fauna van de natuurlijke zachte substraten en meer specifiek de geïntegreerde impact van het offshore windmolenpark hierop te evalueren.

Tabel 10.2. Macrobenthos

Periode	Frequentie	Aantal stations	Aantal stalen per station	Aantal stalen
T_{-1}	1x	2x 30	1	60
	1x	2x 3	5	30
T_{0+}	1x / jaar	2x 3	5	30 / jaar

Tabel 10.3. Epibenthos en vis

Periode	Frequentie	Aantal vistracks	Totaal aantal vistracks
T_{-1}	1x / jaar	2x 3	6 / jaar
T_{0+}	1x / jaar	2x 3	6 / jaar

B. Gerichte monitoring

10.4.3. Impact van heien op fauna, o.a. commercieel belangrijk vis(larven)

Motivering

Wanneer gekozen wordt voor het heien van funderingspalen (i.e. monopiles of jacket funderingen), zal een ernstige geluidsdruk in het mariene ecosysteem worden geïntroduceerd. Vissen en vislarven, die onder een dergelijk grote geluidsdruk komen te staan, zullen gedragwijzigingen vertonen, fysiologische schade oplopen of zelfs sterven. Tot op heden is echter niet gekend welke geluidsdruk op welke afstand welke schade aan welke organismen zal berokkenen. Het spreekt voor zich dat dit onderzoek enkel uitgevoerd zou worden indien er bij de constructie van het windmolenpark gekozen wordt voor technieken die het heien van palen vereisen zoals bv. monopile of jacket funderingen.

Strategie

De levensstadiaafhankelijkheid van de gevoeligheid van vissen ten opzichte van onderwatergeluid wordt *idealiter* experimenteel getest. Verschillende experimentele opzetten kunnen worden overwogen, waarbij het onderscheid tussen *in situ* en *ex situ* experimenten belangrijk is. In het eerste geval wordt de impact op een directe en reële manier in het veld opgemeten, terwijl in het tweede geval de (reëel opgemeten) geluidsdruk in labo-omstandigheden wordt gereproduceerd en het effect hiervan wordt opgemeten.

In situ experimenten hebben als voordeel dat problemen met de reproduceerbaarheid van dergelijke hoge geluidsdrukken worden vermeden en dat de vissen in quasi natuurlijke omstandigheden kunnen worden blootgesteld aan de geluidsdruk. *In situ* experimenten zijn echter wel afhankelijk van het effectief plaatsvinden van heiwerkzaamheden. Verder moet extra aandacht worden besteed aan de manier waarop de vissen in het systeem worden gebracht (vb. kooien) en de (veiligheids)afstand tot de geluidsbron, waarop deze experimenten kunnen worden uitgevoerd. Ten slotte zijn *in situ* experimenten steeds onderhevig aan natuurlijke variatie als gevolg van bv. weersomstandigheden of de variatie in propagatie van het geluid in een geomorfologisch divers gebied als het BDNZ. *Ex situ* experimenten hebben dan weer het voordeel dat alles onder gecontroleerde omstandigheden kan worden uitgevoerd en dat bv. het gedrag van de vissen kan worden geobserveerd en beschreven. De technische uitvoerbaarheid van dergelijke experimenten moet echter ten gronde op voorhand worden geëvalueerd. Ook de toepasbaarheid van de resultaten uit *ex situ* experimenten in het natuurlijke milieu verdient extra aandacht. In conclusie kan gesteld worden dat een combinatie van *in situ* en *ex situ* experimenten noodzakelijk is.

De responsvariabelen van dergelijke experimenten zijn mortaliteit, fysiologische schade, gedragwijzigingen (beide types experimenten) en stress (enkel *in situ* experimenten). Verklarende variabelen omvatten de verschillende karakteristieken van het geluid, waaronder druk en spectrum. Bij de *in situ* experimenten is het dus noodzakelijk om gelijktijdig onderwatergeluidsmetingen uit te voeren.

Aangezien de gevoeligheid ten opzichte van onderwatergeluid varieert in functie van vissoort en

levensstadium zijn experimenten met verschillende soorten vis (onder te verdelen in platvissen zonder zwemblaas en rondvissen met zwemblaas) en verschillende levensstadia aangewezen.

In situ experimenten

Voor het evalueren van de effecten van hei-activiteiten op juveniele tot adulte vissen zijn minimum drie herhalingen nodig van blootstellingsexperimenten op verschillende afstanden van het actieve heiplatform. Dit betekent minstens 3 dagen scheepstijd met een geschikt vaartuig (beschikkend over een A-frame en een RIB) tijdens hei-activiteiten. Volgens deze opzet worden individuen van een platvissoort en een rondvissoort in kooien geplaatst op minstens 3 afstanden van het heiplatform (onmiddellijke nabijheid, verderaf, controle). Het gedrag van de vissen wordt bekeken aan de hand van een onderwatercamera in een kooi, en simultane geluidsmetingen op de experimentele site worden uitgevoerd. Fysiologische schade wordt deels aan boord en deels in het laboratorium bepaald (necropsie en histologische analyses).

Ex situ experimenten

Deze experimenten zijn gebaseerd op het reconstrueren van de veldsituatie in het laboratorium op basis van in het veld opgenomen onderwatergeluid. Daarvoor dient een aquarium volledig te worden ingericht om een akoestische situatie te bekomen die zo goed mogelijk de veldsituatie benadert. Deze opstelling is bijzonder geschikt voor het evalueren van de effecten op jongere levensstadia, waarbij de individuen kleiner zijn, en om effecten te beoordelen die in een veldsituatie onmogelijk te bepalen zijn, meer bepaald stress.

10.4.4. Impact uitsluiten visserij op de *A. alba* biotoop.

Motivering

Het Norther windmolenpark wordt als meest zuidelijk en dus kustnabij gelegen windmolenpark gekenmerkt door een lappendeken aan benthische habitats. Zo komt ook de rijke *A. alba* biotoop in het projectgebied voor. Aangezien de *A. alba* biotoop rijk is aan plat- en demersale vissen en garnalen, wordt deze biotoop ook sterk bevestigd met de boomkor. Over in hoeverre de rijkdom van deze biotoop positief of negatief wordt beïnvloed door de boomkorvisserij bestaat geen consensus (Degraer et al., 2009). Meer nog dan in de andere, meer offshore gelegen windmolenparken, zal het Norther projectgebied een mogelijkheid bieden om de impact van visserij en bijgevolg het natuurbehoudbelang van de bodemgemeenschappen te kwalificeren en te kwantificeren. Onmiddellijk zal ook het effect van de uitsluiting van bodemvisserij door het project op de fauna van de *A. alba* gemeenschap worden bestudeerd.

Monitoringsstrategie en –methodologie

Deze monitoring kan beschouwd worden als een detaillering van de monitoring van de ontwikkeling van het natuurlijke zachte substraat (zie 2. Ontwikkeling natuurlijke zacht substraat fauna (macrobenthos, epibenthos en demersale en benthische vissen) in windmolenzone, met speciale aandacht voor de *A. alba* biotoop), waarbij hier heel specifiek de onderzoeksstrategie wordt bijgesteld

teneinde het effect van uitsluiting van bodemvisserij op de *A. alba* gemeenschap te kunnen onderzoeken.

De staalnamestrategie bestaat erin om extra stalen binnen de *A. alba* biotoop in de beviste randzone te verzamelen. Deze randzone wordt verondersteld geïmpacteerd te zijn door zowel het offshore windmolenpark, als door de boomkorvisserij. Gecombineerd met de gegevens uit monitoringsfocus 2. Ontwikkeling natuurlijke zacht substraat fauna in windmolenzone, kan een evaluatie van het effect van boomkorvisserij op het *A. alba* biotoop worden gekwalificeerd en gekwantificeerd aan de hand van het volgende concept:

$$\text{Effect}_v = \text{Effect}_{w-v} - \text{Effect}_{w+v}, \text{ waarin}$$

Effect_v = Effect boomkorvisserij, Effect_{w-v} = effect windmolens, zonder uitsluiting boomkorvisserij (i.e. gegevens uit randzone), Effect_{w+v} = effect windmolens met uitsluiting boomkorvisserij (i.e. gegevens uit windmolenpark).

De stalen voor het macrobenthos, epibenthos en visfauna dienen op een identiek gelijke manier en op hetzelfde moment als in 10.4.2 verzameld te worden; dit gaande van staalnametechniek tot praktische verwerking en soortenidentificatie, incl. najaarsbemonstering. De staalname wordt idealiter voortgezet over een periode van minstens 10 jaren.

Op te meten responsvariabelen zijn: soortenrijkdom, dichtheid en biomassa. Op te meten verklarende variabelen omvatten minstens de sedimentsamenstelling en het gehalte organisch materiaal in de bodem.

Tabel 10.4 Staalnames macrobenthos

Periode	Frequentie	Aantal stations	Aantal stalen per station	Aantal stalen
T ₋₁	1x / jaar	3	5	15 / jaar
T ₀₊	1x / jaar	3	5	15 / jaar

Tabel 10.5 Staalnames epibenthos en vis

Periode	Frequentie	Aantal vistracks	Totaal aantal vistracks
T ₋₁	1x / jaar	3	3 / jaar
T ₀₊	1x / jaar	3	3 / jaar

11. Zeezoogdieren

- In Belgische wateren komen diverse soorten zeezoogdieren voor, maar slechts één soort, de bruinvis, in aantallen die als van internationaal belang kunnen beschouwd worden. Vooral in het voorjaar kunnen hoge dichtheden voorkomen, met in 2011 gemiddeld meer dan 2 dieren/km². De laatste jaren vertoeven ook tijdens de zomermaanden relatief hoge aantallen bruinvissen in Belgische wateren.
- De dichtheden aan bruinvissen, een international beschermde soort, verantwoorden en vereisen zelfs een grondige analyse van de mogelijke effecten van de constructie en exploitatie van het Norther windmolenpark.
- Bij het heien van funderingen (monopiles, vakwerk, tripode) ontstaan geluidsniveaus onder water die tot op grote afstand (enkele tientallen km) bruinvissen kunnen verstoren (lees: weggagen), en mogelijk fysieke schade veroorzaken op kortere afstand. Verstoring van dit kleine endotherme dier dat elke dag voldoende voedsel nodig heeft, kan belangrijke negatieve effecten veroorzaken.
- Bij andere constructie-werkzaamheden zoals het leggen van de kabel, het baggeren van zand, het plaatsen van een GBF of het leggen van een erosiebescherming, zal het onderwatergeluidsniveau lager zijn en zal een verstoring optreden tot op kortere afstand.
- Tijdens de exploitatie is het onduidelijk wat de effecten zullen zijn en het is niet voorspelbaar of bruinvissen het park zullen mijden, of eventueel aangetrokken zullen worden; studies in het buitenland waren niet eenduidig. De effecten zullen in ieder geval qua schaal beperkter zijn, maar chronisch zijn in vergelijking met de acute effecten tijdens de constructiefase.

11.1 Inleiding

Het MER is tamelijk volledig in het beschrijven van de achtergrondsituatie en de mogelijke effecten op zeezoogdieren tijdens de constructie en exploitatie van het windpark Norther. Het wordt hieronder samengevat, en waar nodig aangevuld met ontbrekende gegevens, met nieuwe gegevens verkregen tijdens de recente monitoring, met nieuw gepubliceerde data en met grensoverschrijdende effecten. De te verwachten effecten worden beoordeeld m.b.t. hun aanvaardbaarheid. Er worden voorwaarden voorgesteld en een monitoringplan opgesteld dat rekening houdt met de voorziene monitoring in de reeds bestaande of in de nabije toekomst geplande windparken.

Het meest algemene zeezoogdier in Belgische wateren is de bruinvis *Phocoena phocoena*. In de late winter tot het voorjaar (februari tot eind april), kunnen vele duizenden bruinvissen voorkomen in deze wateren, terwijl het aantal gedurende de rest van het jaar overwegend veel lager is (enkele honderden), hoewel enkele korte pieken in gemiddelde densiteit niet uit te sluiten vallen. Naast de bruinvis komen de gewone *Phoca vitulina* en grijze zeehond *Halichoerus grypus*, de tuimelaar *Tursiops truncatus* en de witsnuitdolfijn *Lagenorhynchus albirostris* voor, zij het in veel lagere aantallen. De meest nabije kolonies zeehonden, zowel van grijze als gewone, bevinden zich in Zeeland.

Zeezoogdieren kunnen op diverse manieren een impact ondervinden door de bouw en exploitatie van

offshore windparken. Door scheepvaart, baggeren, survey-activiteiten, etc. treedt verstoring op – vergelijkbaar met reeds aanwezige verstoring - in een relatief beperkt gebied gedurende de periode van de constructie. De activiteit die algemeen als het belangrijkste aanzien wordt omwille van het mogelijke effect over een groot gebied, is het heien van palen. Men is het erover eens dat het geluid van heien hoorbaar is voor zeehonden en kleine walvisachtigen tot op tientallen km afstand (zie referenties vermeld in het MER, en de nieuwe informatie verder in deze beoordeling vermeld). Verstoring treedt volgens bronnen in de literatuur op tot enkele tientallen km. Het heien van palen met een grote diameter (tot 7 m), zoals voor monopile funderingen, zal mogelijk hogere geluidsniveaus produceren, en dus een verstoring over een groter gebied, dan het heien van palen met een beperkte diameter (2-3 m) zoals voor vakwerk of tripode funderingen (zie hoofdstuk geluid). Daarentegen zal de duur van het heien en dus de verstoring toenemen met het aantal palen.

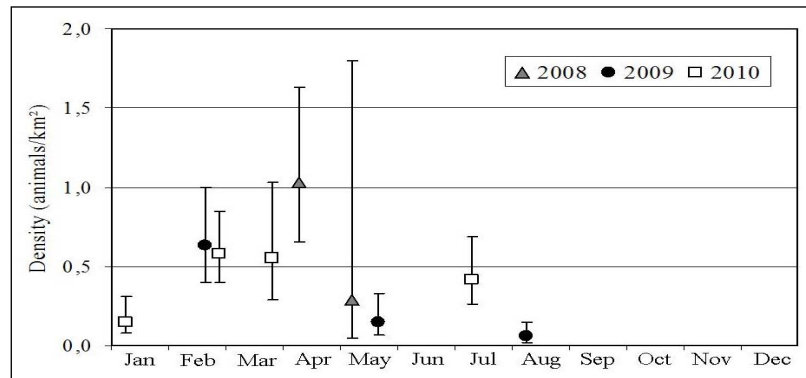
Voor wat betreft de impact tijdens de operationele fase bestaat onzekerheid: het onderwatergeluid is niet van die aard dat belangrijke verstoring zal optreden en het is zelfs mogelijk dat de veranderde omstandigheden (verminderde visserij, verminderde activiteit, verhoogd voedselaanbod,...) zeezoogdieren aantrekken (zie referenties vermeld in het MER, en de nieuwe informatie verder in deze beoordeling vermeld). Studies in het buitenland, in verschillende windparken, waren hieromtrent niet eenduidig, wat aantoont dat elke situatie verschillend is.

11.1.1 Referentiesituatie m.b.t. zeezoogdieren

Bruinvis: aantallen en verspreiding

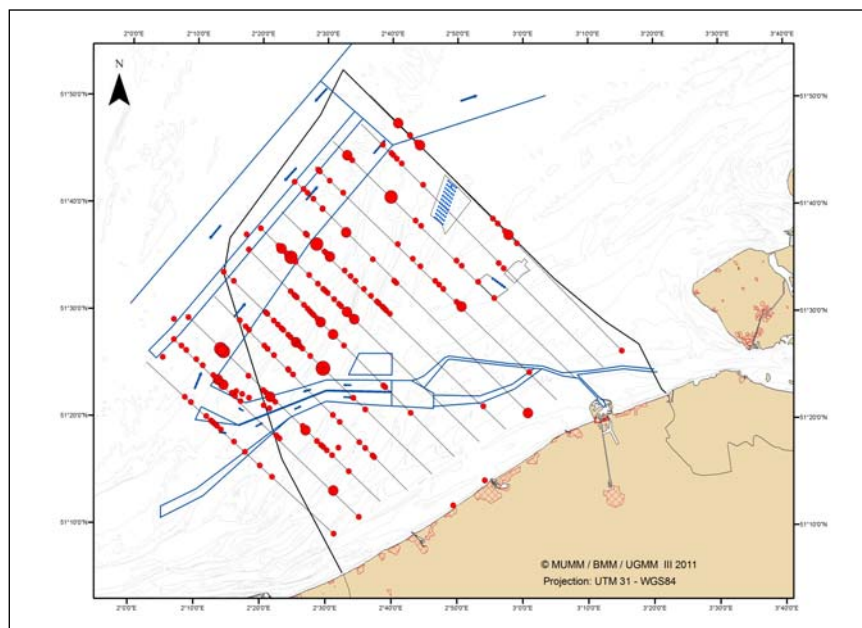
Het MER geeft een grondige beschrijving van de referentiesituatie m.b.t. het voorkomen van de bruinvis in Belgische wateren. Het geschatte aantal dieren doorheen het jaar in deze wateren bedraagt volgens gepubliceerde literatuur over de periode 2008-2009, vermeld in het MER, 200 tot 4.000 dieren, afhankelijk van de periode van het jaar. Gezien bruinvissen zeer mobiel zijn, kan hun lokale dichtheid op korte termijn belangrijke variaties vertonen. De constante doorheen de schattingen is een hoge dichtheid van februari tot april (2.000-4.000 dieren), en een lage dichtheid in mei en juni (enkele honderden dieren).

Deze data werden bevestigd tijdens surveys uitgevoerd in 2010 (Haelters *et al.*, 2011a), met relatief lage dichtheden begin januari 2010 (schatting van gemiddeld 0,15 dieren/km²) en veel hogere dichtheden in februari-maart (0,6 dieren/km²). Opvallend tijdens de surveys van 2010 was de relatief hoge dichtheid aan bruinvissen waargenomen tijdens de survey in juli: 0,4 dieren/km², of naar schatting 1.500 bruinvissen in het Belgische deel van de Noordzee (figuur 11.1).



Figuur 11.1. Gemiddelde densiteit van bruinvissen (aantal dieren/km²), met aanduiding van het 95% CI, zoals geschat op basis van waarnemingen tijdens luchtsurveys uitgevoerd tussen 2008 en 2010 (naar Haelters *et al.*, 2011a).

Tijdens luchtsurveys uitgevoerd door de BMM in het voorjaar van 2011 werden de hoogste dichtheden ooit vastgesteld in Belgische wateren: meer dan 8.000 dieren eind maart 2011, met een gemiddelde geschatte dichtheid van meer dan 2 dieren/km² (Haelters *et al.*, in voorbereiding). Opvallend was de hogere dichtheid in het zuidwestelijke deel van Belgische wateren (meer dan 3 dieren/km²) dan in het noordoostelijke deel, met de concessiegebieden voor offshore windparken (1 tot 2 dieren/km²). Dergelijk verschil in dichtheid werd niet vastgesteld in 2010, wat niet noodzakelijk betekent dat het niet tijdelijk aanwezig was: de luchtsurveys betreffen immers slechts momentopnames.



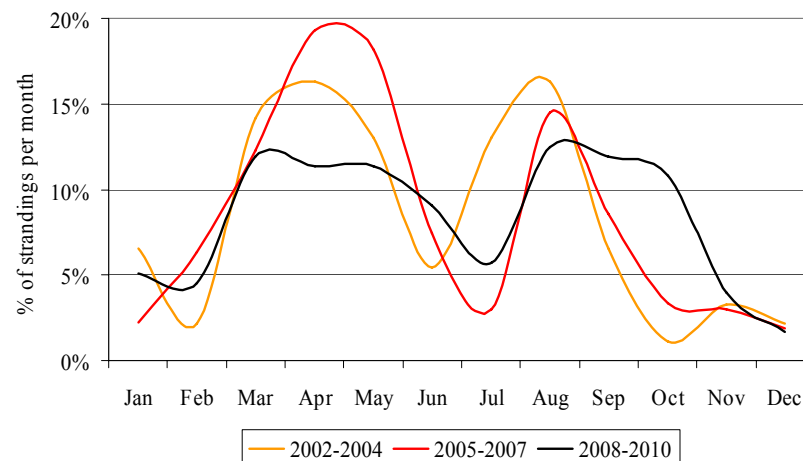
Figuur 11.2. Waarnemingen van bruinvissen tijdens de survey van 29 maart 2011 (Haelters *et al.*, in voorbereiding), inclusief een klein aantal waarnemingen gemaakt off-task. Grijs lijn: survey track; rode stippen: groepen bruinvissen (1 tot 4 dieren per groep – de grootte van de stippen is proportioneel met het aantal dieren per groep). De scheepvaartroute, het ankergebied en de offshore windparkgebieden (Belwind en C-Power) worden aangeduid.

Figuur 11.2 toont de waarnemingen van zeezoogdieren tijdens de survey van 29 maart 2011 (Haelters *et al.*, in voorbereiding) – een snapshot van de verspreiding van bruinvissen vóór de aanvang van

heiwerkzaamheden op de Thorntonbank (C-Power fase 2 en 3). Hoewel tijdens deze survey geen bruinvissen waargenomen werden in het projectgebied Norther, was dit wel het geval tijdens de surveys van 17/2–2/3/2010, 23-24-30/3/2010 (Haelters *et al.*, 2011a) en 24-25/3/2011 (Haelters *et al.*, in voorbereiding). Tijdens de survey van juli 2010 werden de meeste bruinvissen waargenomen noordelijk en westelijk van het Norther projectgebied (Haelters *et al.*, 2011a).

Samengevat kan gesteld worden dat de bruinvis in hoge densiteiten voorkomt tussen februari en eind april, en gedurende de rest van het jaar in veel lagere densiteiten; er kunnen echter korte periodes voorkomen van hogere densiteiten, vooral buiten de territoriale wateren. De waarnemingen van 2010 en 2011 wijzen er mogelijk op dat het verspreidingsgebied van dit zeezoogdier in de Noordzee nog steeds verder naar het zuiden verschuift, met in de zomermaanden stijgende aantallen bruinvissen in de zuidelijke Noordzee. Dergelijke verschuiving werd vastgesteld door vergelijking van data verzameld tijdens de zomers van 1994 en 2005 (SCANS II, 2008). Het aantal strandingen in België vertoont tijdens het laatste decennium een piek tijdens de zomermaanden (figuur 10.3). De piek was in het bijzonder uitgesproken tijdens augustus 2011 (BMM, niet gepubliceerd¹⁷), met het hoogste aantal bruinvissen aangespoeld in één maand tijd ooit vastgesteld (augustus 2011). Anekdotische waarnemingen gemeld aan BMM tonen aan dat bruinvissen mogelijk algemeen voorkwamen in de kustwateren tijdens de zomermaanden van 2011.

In het Norther projectgebied komen bruinvissen voor, maar waarschijnlijk overwegend in (relatief) lagere densiteiten dan in meer noordelijke en westelijke gebieden – de absolute densiteiten kunnen in het voorjaar echter hoog zijn (meer dan 1 bruinvis/km²). De algemene patronen van voorkomen zoals de laatste jaren vastgesteld, zijn echter mogelijk niet stabiel.



Figuur 10.3. Strandingen van bruinvissen per maand in België tussen 2002 en 2004, 2005 en 2007, en 2008 en 2010, uitgedrukt in % van het aantal per maand over de respectieve jaren (Haelters *et al.*, 2011a).

¹⁷

Voorlopige data in http://www.mumm.ac.be/NL/Management/Nature/search_strandings.php

Andere zeezoogdieren

De andere inheemse zeezoogdieren (gewone en grijze zeehond, witsnuitdolfijn, tuimelaar) komen in veel lagere densiteiten voor in Belgische wateren. Ze zijn over het algemeen minder verstoringsevoelig dan de bruinvis. Te Koksijde bevindt zich een strandhoofd ('Ster der Zee') waar zeehonden regelmatig komen uitrusten, en ook in de haven van Nieuwpoort worden zeer frequent rustende zeehonden gesignaleerd – de totale aantallen blijven echter beperkt tot minder dan 20 dieren.

In het bespreken van de effecten moet rekening gehouden worden met mogelijke grensoverschrijdende effecten: er bevinden zich kolonies van gewone en grijze zeehonden in Nederlandse wateren die mogelijk invloed ondervinden van de constructie en exploitatie van offshore windparken in Belgische wateren. Buiten Nederland komen nog kolonies zeehonden voor in Frankrijk (o.a. Baai van de Somme; Hassani *et al.*, 2011) en het Verenigd Koninkrijk (Estuarium van de Wash, Goodwin Sands, ...) – deze bevinden zich te ver van het Norther projectgebied om van belang te zijn in deze milieueffectenbeoordeling

11.1.2 Nieuwe informatie

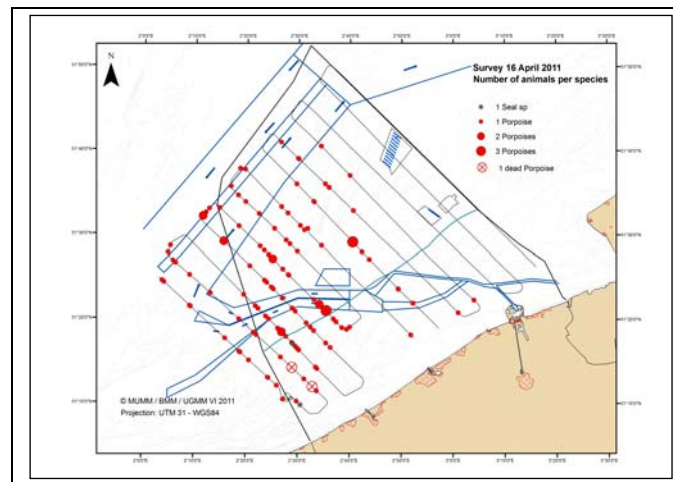
Onderwatergeluid, en in het bijzonder het geluid dat ontstaat tijdens het heien van palen, is een *hot topic*. Vandaar dat geregeld nieuwe informatie gepubliceerd wordt. Hieronder geven we een samenvatting van enkele belangrijke recente bevindingen die nog niet (voldoende) in het MER aan bod kwamen.

- Diederichs *et al.* (2011) toonden aan dat een duidelijk verschil bestond tussen de effecten op bruinvissen door het heien van een tripod fundering en een jacketfundering (waarbij het heien van een tripod langer duurde dan het heien van een jacketfundering). Bruinvissen bleven langer weg van de site na het heien van de tripod fundering dan na het heien van de jacketfundering, en hun verplaatsing, weg van de heisites, was groter bij de tripod fundering.
- Lucke *et al.* (2011) onderzochten op de testsite Alpha Ventus (Duitsland) door middel van passieve akoestische monitoring gecombineerd met luchtsurveys het effect van heien op bruinvissen. Ze konden een impact aantonen tot op 25 km afstand. De aanwezigheid van bruinvissen nabij de heisite in 2009 tijdens het heien, en de schatting van de blootstelling aan het geluid (niveau en duur), liet vermoeden dat minstens een aantal dieren gehoorschade opliepen.
- Tougaard *et al.* (2011) onderzochten de reactie van bruinvissen bij blootstelling aan (opgenomen en gereduceerd qua amplitude) geluid van heien (brongeluid: 180 dB_{p,p} re 1 µPa@1m). Men toonde aan dat bruinvissen deze geluidsbron vermeden tot op 200 m afstand, waar het (ontvangen) geluidsniveau nog 140 dB re 1 µPa was. Men concludeerde dat bij heioperaties het gebied waarover verstoring optreedt ongeveer gelijk is met het gebied waar een geluidsniveau van 140 dB re 1 µPa of hoger bestaat. We kunnen dit geluidsniveau toepassen in het regressiemodel zoals voorgesteld in Norro *et al.* (2010): SPL=270.4dB–

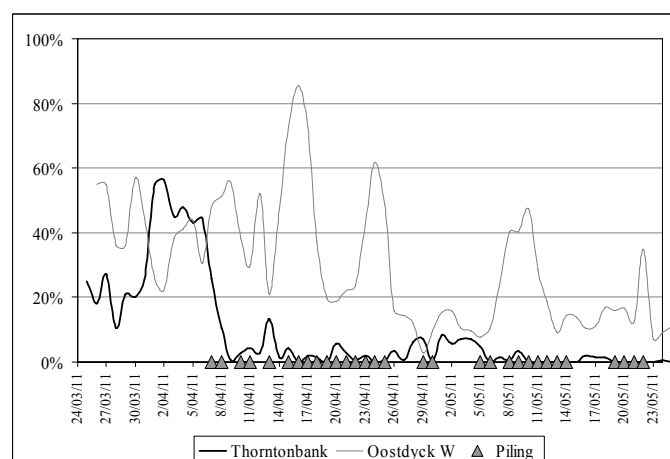
$27.4\log(d)-0.0004\text{dB/m}$, met d de afstand tot de bron (in m), 270.4 dB en $-27.4\log(d)$ respectievelijk het brongeluidsniveau en de attenuatie (cfr. Norro *et al.*, 2010) en 0.0004dB/m een absorptiecoëfficiënt (cfr Bailey *et al.*, 2010). In Norro *et al.* (2010) werden geluidsmetingen uitgevoerd tussen 400 m en 14 km van een locatie waar palen met een diameter van 4 tot 5 m geheid werden. Op 14 km afstand werd nog een geluidsniveau van 160 dB re $1\mu\text{Pa}$ gemeten. Toepassing van het model zou betekenen dat op 25 km afstand een geluidsniveau zouden bereiken van 140 dB re $1\mu\text{Pa}$. Concreet betekent dit dat theoretisch, en indien het heien lang genoeg zou duren, bruinvissen zouden verdreven worden tot op minimaal 25 km afstand van de heillocatie, wat overeenkomt met de praktische bevindingen van Lucke *et al.* (2011).

- Brandt *et al.* (2011) onderzochten de effecten op bruinvissen van het heien van 91 palen voor de constructie van het Horns Rev II windpark (Denemarken). Men stelde een impact vast tot op 18 km van de heisite – een impact die zich meteen bij de aanvang van de heiwerkzaamheden manifesteerde. Dat laatste element suggereert dat het heien zowel een effect heeft op het aantal bruinvissen in de nabijheid van de heillocatie als op hun gedrag: het veranderen van voedselzoeken en rusten naar gericht zwemmen heeft onmiddellijk tot gevolg dat de kans dat een bruinvis gedetecteerd wordt door een passief akoestisch monitoringtoestel verkleint, gezien de echolocatie-geluidsgolf van een bruinvis zeer gericht is. Gedurende de volledige periode van de constructie (5 maanden) werden minder bruinvissen gedetecteerd rond het projectgebied. Op 21 km van de heisite stelde men een verhoogd aantal bruinvisdetecties vast bij passieve akoestische monitoring: vermoedelijk ging het om een verhoging van het aantal bruinvissen door een verplaatsing van de dieren weg van de heisite.
- Brasseur *et al.* (2010a, in press) (gerefereerd in Lindeboom *et al.*, 2011) rustten een aantal gewone zeehonden uit met GSM- en satelliettags. De resultaten van de verplaatsingen van de zeehonden leken erop te wijzen dat ze het Windpark in aanbouw meden tot op minstens 40 km afstand tijdens de heiwerkzaamheden. In de periodes voor en na de constructieactiviteiten kwamen de getagde zeehonden dicht bij het windpark voor dan tijdens de constructiefase. Een aantal van de getagde dieren bevond zich echter te ver van de heillocaties om reacties te kunnen vaststellen.
- Brasseur *et al.* (2010b) toonden een exponentiële groei aan van de populatie grijze zeehonden in Nederland gedurende de voorbije 30 jaar. Hoewel de meeste grijze zeehonden het meest tijd doorbrengen dicht bij hun geprefereerde uithaalplaats, zwemmen ze ook geregeld grote afstanden (honderden km) tot andere voedselgebieden (Doggersbank, Friese Front). Een klein aantal grijze zeehonden werd gevolgd via een satelliettag; veel van die dieren verbleven te ver van een windpark in constructie om reacties vast te stellen. Na het stoppen van heien leken de dieren zich meer in de richting van het windparksite te bewegen dan tijdens het heien.
- Bij het onderzoek van de effecten van het heien van palen op de Thorntonbank in 2011 (C-Power fase 2), konden tijdens een luchtsurvey twee weken na de start van het heien geen

bruinvissen waargenomen worden in een ruim gebied rond de heilocatie (figuur 11.4; Haelters *et al.*, in voorbereiding). Een passief akoestisch monitoringtoestel detecteerde vrijwel geen bruinvissen meer vanaf de start van het heien (figuur 11.5; voorlopige data; Haelters *et al.*, in voorbereiding) - mogelijk een lokale verstoring door het gebruik van een akoestisch afschrikmiddel. De combinatie van de resultaten van de luchtsurveys en de passieve akoestische monitoring voor en tijdens de heiactiviteiten, laten echter vermoeden dat bruinvissen tot op enkele tientallen km afstand verstoord werden. Het geluidsniveau gemeten tijdens het heien van de palen met een diameter van 1,7 m was 180 dB re 1µPa op 250 m afstand, en 173 dB re 1µPa op 1,6 km afstand (voorlopige data; Norro *et al.*, in voorbereiding).



Figuur 11.4. Waarnemingen van bruinvissen en zeehonden tijdens de survey van 16 april 2011, na de start van de constructiefase C-Power 2 (Haelters *et al.*, in voorbereiding), inclusief een klein aantal waarnemingen gemaakt off-task. Grijs lijn: survey track. De scheepvaartroute, het ankergebied en de offshore windparkgebieden (Belwind en C-Power) worden aangeduid.



Figuur 11.5. Voorlopige (niet geverifieerde) resultaten van passieve akoestische monitoring met C-PoDs op de Thorntonbank en de Oostdyck W tussen eind maart en eind mei 2011 (detecties uitgedrukt als % detectie positieve blokken van 10 minuten per dag; BMM, niet gepubliceerd). De heiactiviteiten worden weergegeven met driehoeken op de x-as.

11.2 Verwachte effecten

11.2.1 Effecten tijdens de constructiefase

De mogelijke effecten op bruinvissen tijdens de constructiefase worden uitgebreid en nagenoeg volledig beschreven in het MER. De laatste jaren wordt een verschuiving vastgesteld van speculatie over, en modellering van effecten die kunnen optreden, tot het in het veld vaststellen van effecten, vaak door middel van recent ontwikkelde technieken. Toch blijven veel leemtes in de kennis, en bestaat weinig of geen informatie over effecten op populatieniveau, of over cumulatieve effecten.

11.2.1.1 Scheepvaart, baggerwerken, plaatsen van erosiebescherming, leggen van kabels

Tijdens de constructie vinden tal van activiteiten plaats die onderwatergeluid veroorzaken: scheepvaart, baggeren, plaatsing van de erosiebescherming, leggen van kabels, etc. De aard en omvang van deze activiteiten hangen voor een groot gedeelte af van de configuratie van het park en de gebruikte types turbine en fundering. Van de meeste van deze activiteiten is de grootteorde van het niveau van het onderwatergeluid gekend, hoewel leemtes bestaan in de geluidsniveaus veroorzaakt door het storten van de erosiebescherming. De geluidsniveaus die effectief zullen voorkomen en de afstanden tot waar deze geluidsniveaus effecten kunnen hebben bij zeezoogdieren, zijn echter moeilijk voorspelbaar. Er kan niet verwacht worden dat de verwachte geluidsniveaus belangrijke effecten op bruinvissen of andere zeezoogdieren zullen veroorzaken: de aard van de activiteit is gelijkaardig aan activiteiten die reeds plaatsvinden in Belgische wateren (baggeren, zandwinning, scheepvaart), en er zal slechts lokaal en tijdelijk een verstoring optreden. De effecten zullen zich beperken tot een tijdelijk verlies van een deel van de habitat – dit effect zal zich voordoen gedurende een groot gedeelte van de constructiefase in het projectgebied of een gedeelte daarvan, en daarbuiten (vb. frequente scheepvaartbewegingen van en naar het park, aanleg kabel).

Het plaatsen van een gravitaire fundering zal mogelijk gelijkaardige geluidsniveaus tot gevolg hebben als deze tijdens de andere algemene constructiewerken, hoewel meer gebaggerd moet worden. Hier zal de verstoring leiden tot een tijdelijk verlies van een relatief klein deel van de habitat, en er worden geen acute, fysieke effecten verwacht bij zeezoogdieren.

Er kan verwacht worden dat bepaalde constructie-activiteiten een verhoogde turbiditeit zullen teweegbrengen in de waterkolom. Deze verhoging zal echter tijdelijk zijn, en beperkt tegenover het verspreidingsgebied en de mobiliteit van zeezoogdieren; verwacht wordt dat de effecten dus niet significant zullen zijn.

11.2.1.2 Heien van palen

De activiteit waarover de grootste bezorgdheid bestaat voor wat betreft de mogelijke effecten op zeezoogdieren is het heien van palen. Heien veroorzaakt een meer belangrijke verhoging van het niveau van het onderwater geluidsniveau dan andere activiteiten (zie tabel 4.5.2. in het MER), waardoor er effecten kunnen optreden over veel grotere gebieden dan het windparkgebied zelf. Het niveau is van die aard dat mogelijk acute effecten kunnen voorkomen bij zeezoogdieren, met fysieke letsels. Het MER beschrijft de verschillende zones met verschillende effecten: van de zone met

mogelijk fysieke schade tot de zone van hoorbaarheid.

Bruinvis

De zone waarover bruinvissen sterk verstoord zullen worden, en die ze dus zullen vermijden, wordt bij het heien van palen met een diameter van 4 m, geschat op vele tientallen km (zie bronnen vermeld in het MER). Bij dichtheden van 0,2 tot 2 bruinvissen per km² in het projectgebied, en een verstoring tot 20 km afstand (gebied van 1.250 km²), zouden zo 250 tot 2.500 bruinvissen verstoord worden, waarvan in bepaalde gevallen bijna de helft in Nederlandse wateren (indien uitgegaan wordt van een gelijkmatige verspreiding). Dit kan tot gevolg hebben dat bruinvissen indien ze zich tijdens het heien binnen dit gebied bevinden, minder efficiënt of niet meer foerageren, en dat ze het gebied zullen verlaten. Mogelijk zullen ze hierdoor in gebieden terecht komen die minder geschikt zijn als foerageergebied. Welke effecten dit heeft op een klein endotherm dier, met een kleine capaciteit om energie te stockeren, is niet goed gekend. Wat vast staat is dat bruinvissen elke dag moeten eten en dat de vetlaag zowel zorgt voor thermische isolatie als voor voedselreserve: het uitputten van die reserve bij het niet voldoende voedsel vinden, zal dus ook belangrijke consequenties hebben bij de thermoregulatie. Indien de heioperaties elkaar snel opvolgen, zullen bruinvissen waarschijnlijk niet meer voorkomen in dit gebied gedurende de volledige periode van het heien: hoe langer het heien duurt, hoe groter het gebied zal worden dat zal vermeden worden (Diederichs *et al.*, 2011).

Permanente gehoorschade wordt verwacht op te treden, volgens de uiteenlopende schattingen vermeld in het MER, bij bruinvissen die zich binnen een straal van 100 m tot 2 km van de heillocatie bevinden. Volgens auteurs vermeld in Prins *et al.* (2008) wordt geen permanente gehoorschade verwacht bij bruinvissen; mogelijk treedt tijdelijke gehoorschade op bij bruinvissen die zich binnen een straal van 500 m van de heillocatie bevinden. Het aantal bruinvissen dat potentieel aan geluidsniveaus dat fysieke schade veroorzaakt blootgesteld wordt, zal waarschijnlijk zeer klein zijn gezien de verstoring die reeds optreedt door de aanwezige vaartuigen; bovendien kunnen ze preventief verjaagd worden met akoestische middelen vóór de aanvang van het heien (zie verder).

De afstand tot waar het heien van palen nog hoorbaar zal zijn voor bruinvissen hangt af van het type paal en heisysteem, en lokale milieu-omstandigheden. Bij gebruik van jacketfunderingen worden lagere geluidsniveaus verwacht dan bij gebruik van monopiles, maar zal de verstoring mogelijk langer duren, gezien meer palen moeten geheid worden - daarentegen werd vastgesteld dat het heien van een monopile veel langer kan duren dan het heien van één van de palen van een jacketfundering.

Zeehonden

Over de effecten van geluid op zeehonden is minder gekend, maar algemeen worden zeehonden als minder gevoelig beschouwd dan bruinvissen, hoewel ze waarschijnlijk beter in staat zijn laagfrequent geluid, zoals veroorzaakt tijdens de constructiefase van een windparkproject, te horen dan bruinvissen. Effecten werden echter vastgesteld bij (zwemmende) gewone zeehonden tot minstens 40 km afstand van heillocaties (Brasseur *et al.*, 2010a, in press: gerefereerd in Lindeboom *et al.*, 2011 – zie verder), en ook grijze zeehonden zouden verstoord worden (Brasseur *et al.*, 2010b). Verstoring zou volgens modellering kunnen optreden tot op 80 km afstand (in Lubbe, 2010; Prins *et al.*, 2008), hoewel dit mogelijk eerder de hoorbaarheidsgrens is. Volgens auteurs vermeld in Prins *et al.* (2008) wordt geen

permanente gehoorschade verwacht bij zeehonden. Mogelijk kan tijdelijke gehoorschade optreden bij gewone zeehonden die zich binnen een straal van 4 km van de heillocatie bevinden.

Leemtes in de kennis

Leemtes in de kennis zijn de geluidsniveaus die zullen veroorzaakt worden door de verschillende types palen en in het bijzonder van palen met een diameter van meer dan 5 m (in het MER worden paaldiameters voorgesteld van 2,25 m tot 6,2 m), verschillende types heihammers (IHC S 600/1200, Menck MHU-800) en de attenuatie van het geluid specifiek voor dit gebied. Bovendien wordt voorzien dat de heifase eventueel voorafgegaan wordt door een fase van intrillen: de geluidsniveaus onder water tijdens deze activiteit zijn nog niet gekend. Het geluidsniveau, samen met de attenuatie van het geluid en de actuele densiteit aan zeezoogdieren zullen bepalend zijn voor het niveau van de effecten.

Het is niet gekend hoe snel zeezoogdieren een gebied waar excessief geluid onder water voorkomt, kunnen ontvluchten. Zelfs indien de impact – op basis van 1 heislage - beschreven wordt als een ‘verstoring’, zonder tijdelijke of permanente gehoorschade, dient ermee rekening te worden gehouden dat gehoorschade zowel kan ontstaan door blootstelling aan een bepaald niveau van geluid, als door blootstelling aan een geluidsbron gedurende een langere periode. De blootstelling aan één heislage, respectievelijk de blootstelling gedurende een periode, aan excessief geluid, kan beschreven worden met respectievelijk piekgeluidsniveau ($\text{dB}_{\text{p-p}}$ re $1\mu\text{Pa}$) en Sound Exposure Level (SEL; dB re $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$).

11.2.2 Exploitatiefase

De mogelijke effecten op bruinvissen tijdens de exploitatiefase worden uitgebreid en nagenoeg volledig beschreven in het MER.

Studies vermeld in het MER tonen aan dat bruinvissen anders reageren in verschillende windparken; in sommige windparken werd geen effect waargenomen (Vindeby, Tunø Knob, OWEZ, Horns Rev), terwijl in een ander park (Nysted) minder bruinvissen werden waargenomen dan erbuiten. Verstoring treedt mogelijk op door aanwezigheid van vaartuigen en door het onderwatergeluid veroorzaakt door draaiende turbines. Een onbekende factor voor het huidige project is het geluidsniveau onder water veroorzaakt door werkende turbines: dat is waarschijnlijk verschillend naargelang de ondergrond, het type turbine, het type fundering en de windsnelheid. Het MER vermeldt studies die aantonen dat er verschillen zijn in geluidsemissie onder water bij verschillende funderingstypes, waarbij een turbine op een betonfundering een hoger geluidsniveau zou veroorzaken onder water dan deze op een monopile fundering bij frequenties beneden de 50 Hz, maar een lager geluidsniveau bij frequenties tussen 50 en 500 Hz. Er zijn echter grote onzekerheden, en de geluidsemissie onder water van de turbines in operationele fase moet beschouwd worden als een leemte in de kennis. De eerste resultaten van geluidsmetingen in de buurt van de operationele turbines op de Thorntonbank (gravitaire fundering, 5 MW) en de Blighbank (monopile, 3 MW), lijken te wijzen op een hoger geluidsniveau onder water gegenereerd door de turbines op de monopiles dan deze op de gravitaire funderingen (Norro *et al.*, 2011) – dit dient met meer metingen nader te worden onderzocht, samen met mogelijke effecten op het gebruik van de habitat door bruinvissen.

Aantrekking van zeezoogdieren kan optreden door een lokale verbetering van de voedselsituatie: er werd bijvoorbeeld aangetoond dat zich rond de artificiële substraten gevormd door de funderingen en de erosiebescherming zeer hoge densiteiten steenbolk *Trisopterus luscus* bevonden (Reubens *et al.*, 2010). Mogelijk vormen die een nieuwe voedselbron voor zeezoogdieren, hoewel in een initieel onderzoek van maaginhouden van in België gestrande bruinvissen de steenbolk niet als belangrijke prooi soort naar voor kwam (Haelters *et al.*, 2011b). In studies in het buitenland werd een verhoging van de densiteit binnen een windpark waargenomen van tong *Solea solea*, mul *Mullus surmuletus* en wijting *Merlangius merlangus* (ter Hofstede, 2008). Van deze soorten lijkt enkel de wijting een belangrijke prooi soort voor bruinvissen. Onderzoek binnen de Belgische windparken is te jong om veranderingen vast te stellen binnen de demersale visfauna (Derweduwen *et al.*, 2010). Verder kan aantrekking gebeuren door een geringere menselijke activiteit in het park, gezien scheepvaart en visserij er niet toegelaten zijn.

Recente informatie, verkregen via passieve akoestische monitoring, over de aanwezigheid van bruinvissen in en om het windpark Egmond aan Zee (Nederland) duidt op een verhoogde aanwezigheid van bruinvissen 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 mogelijke oorzaken: een hogere voedselbeschikbaarheid binnen het park ('rif-effect', en afwezigheid van visserij) en/of het vermijden van verstoring buiten het park: de afwezigheid van vaartuigen binnen het park in dit overwegend druk bevaren zeegebied.

Volgens Tougaard *et al.* (2009) zijn draaiende turbines hoorbaar voor bruinvissen tot op 20-70 m, voor gewone zeehonden (die cfr. het audiogram beter laagfrequent geluid kunnen horen dan bruinvissen) mogelijk tot op enkele km – vermijdingsgedrag bij zeehonden kan niet uitgesloten worden tot op enkele honderden m van een turbine.

11.2.3 Ontmantelingsfase

Er wordt verwacht dat de effecten tijdens de ontmantelingsfase gelijkaardig zullen zijn als tijdens de constructiefase, beschreven in 3.1.: effecten van scheepvaart, baggerwerken, plaatsen van erosiebescherming, leggen van kabels. Een activiteit met potentieel zeer versturende effecten over een groot gebied, zoals het heien tijdens de constructiefase, zal naar verwachting niet plaatsvinden.

11.3 Besluit

11.3.1 Aanvaardbaarheid

Constructiefase

Ongetwijfeld zullen foeragerende zeehonden, of zeehonden onderweg van of naar een foerageergebied, in een gebied van vele honderden km² rond de locatie waar geheid wordt, verstoord worden. Deze verstoring zal echter tijdelijk zijn, en er wordt een volledig herstel verwacht. Gezien de afstand van het projectgebied tot de meest nabije uithaalplaatsen (zie ook grensoverschrijdende

effecten), zullen de effecten waarschijnlijk tijdelijk zijn, en zal snel herstel plaatsvinden.

Bruinvissen zijn een beschermde soort waarvoor Belgische wateren seizoenaal als van significant belang beschouwd worden (zie Degraer *et al.*, 2009). Ongetwijfeld zullen bruinvissen die zich in en in een ruim gebied rond het projectgebied bevinden, verstoord worden door bepaalde constructie-activiteiten, en in het bijzonder heien. De voorwaarden die gesteld worden (zie verder), moeten een significante negatieve impact op bruinvissen door de constructie en exploitatie van het windpark voorkomen, en moeten vermijden dat het gebied ongeschikt wordt als deel van hun natuurlijke habitat. Er wordt verwacht dat de verstoring tijdelijk zal zijn, en dat een volledig herstel zal optreden.

Exploitatiefase

Gezien verwacht wordt dat de effecten tijdens de exploitatiefase zeer beperkt zullen zijn in ruimte (zie Tougaard *et al.*, 2009), wordt niet verwacht dat een significant deel van het leefgebied van bruinvissen of zeehonden permanent verstoord zal worden; bovendien zal dit gebied zich beperken tot de concessiezone.

Ontmantelingsfase

Het is nog niet gekend op welke manier het windpark zal ontmanteld worden. Er wordt echter verwacht dat minder belangrijke effecten zullen voorkomen op zeezoogdieren dan tijdens de constructiefase.

Cumulatieve effecten

Cumulatieve effecten dienen te worden beschouwd als een leemte in de kennis. De gelijktijdige constructie van verschillende parken op hetzelfde moment kan tot gevolg hebben dat zeezoogdieren, en in het bijzonder bruinvissen, verdreven worden uit een aanzienlijk – en significant – deel van hun geprefereerde habitat, waarbij tijdens het eventuele heien van palen een overlap zal bestaan tussen de geïmpacteerde gebieden bij beide parken. Welke populatiegevolgen dit kan hebben, is niet gekend. De niet gelijktijdige constructie van windparken zal tot gevolg hebben dat negatieve effecten langer zullen aanhouden, maar over een meer beperkt gebied. Het is niet mogelijk te beoordelen welke impact de geringste zal zijn: een kortdurende impact over een groot gebied, of een langdurende impact over een kleiner gebied.

Indien bruinvissen operationele windparken mijden, kan dit gevolgen hebben voor de migratie, zeker bij de configuratie van de parken in Belgische wateren; gezien recente bevindingen in Nederland (Scheidat *et al.*, 2011), lijkt dit echter niet waarschijnlijk voor de windparken in de zuidelijke Noordzee. Het theoretisch totale habitatverlies tijdens de operationele fase, indien de volledige zone in Belgische wateren voorzien voor windparken bezet wordt, lijkt binnen het zeer ruime verspreidingsgebied van de bruinvis in de Noordzee klein. Cumulatief zijn de gebieden in de zuidelijke Noordzee waar windparken geplaatst of gepland worden echter zeer uitgebreid, en recent werd vastgesteld dat deze gebieden in het voorjaar door een belangrijk deel van de bruinvispopulatie gebruikt worden (ASCOBANS, 2011).

Globaal

De risico's op effecten op zeezoogdieren van de constructie en exploitatie van het windpark Norther

zijn, mits het naleven van de voorwaarden (zie verder), aanvaardbaar, gezien niet verwacht wordt dat directe sterfte zal optreden, gezien de mobiliteit van zeezoogdieren, gezien het uitgebreide leefgebied, en gezien verwacht kan worden dat de effecten tijdelijk zullen zijn (zie EC, 2010). De risico's voor het optreden van cumulatieve effecten door de constructie en exploitatie van meerdere windparken in het gebied, zijn aanvaardbaar.

11.3.2 Voorwaarden en Aanbevelingen

De voorwaarden en aanbevelingen hieronder geformuleerd, vinden hun oorsprong in de beoordeling van de effecten en in de verplichtingen in internationale fora. De meest gedetailleerde bepalingen m.b.t. heien van palen vinden we in de ASCOBANS Resolutie hierboven vermeld. Ook de monitoring vindt zijn oorsprong in de verplichtingen mogelijke effecten te bepalen.

België heeft verplichtingen in internationale fora om negatieve effecten van menselijke activiteiten op het mariene milieu, waaronder op zeezoogdieren, te vermijden. Enkele van die fora worden hieronder weergegeven. Er bestaan tevens meer algemene verplichtingen m.b.t. fauna, zoals opgenomen in de Habitatrichtlijn. De Europese Commissie heeft recent algemene richtlijnen uitgevaardigd voor het verzekeren van de compatibiliteit van windenergie-ontwikkeling met de vereisten van de Habitat- en Vogelrichtlijn (EC, 2010).

Geluid onder water, veroorzaakt door de mens, wordt steeds vaker als belangrijke bron van vervuiling gezien. Zo wordt binnen de uitvoering van de Europese mariene strategie (2008/56/EG) gewerkt aan een beschrijving van onderwatergeluid (descriptor 11) die moet helpen om binnen de Europese Unie op een coherente manier te bepalen wanneer geluidsoverlast onder water als significant dient te worden beschouwd, en die als basis kan dienen voor doelstellingen voor een beperking van dit geluid.

Daarnaast worden de mogelijke effecten van de constructie en exploitatie van offshore windparken behandeld in het kader van het OSPAR Verdrag ter bescherming van het noordoostelijke deel van de Atlantische Oceaan (OSPAR Commission, 2008).

In het kader van de Overeenkomst inzake de bescherming van kleine walvisachtigen in Baltische Zee, de Noordzee en de aanpalende Atlantische Oceaan (ASCOBANS) werd een resolutie aangenomen m.b.t. het voorkomen van negatieve effecten van offshore constructie op kleine walvisachtigen (*Resolution on the Adverse Effects of Underwater Noise on Marine Mammals during Offshore Construction Activities for Renewable Energy Production*, aanvaard tijdens de Vergadering van de Partijen van ASCOBANS, Bonn, Duitsland, 16-18 september 2009).

11.3.2.1 Voorwaarden

Gezien significante effecten op zeezoogdieren kunnen optreden tijdens de constructiefase en in het bijzonder tijdens het heien van palen, en gezien de onzekerheid over mogelijke effecten, worden voor de constructiefase de volgende voorwaarden gesteld (inclusief voorbereidende werken):

- 1) Het heien van funderingen voor windturbines (zowel monopiles, als jacketfunderingen), meetmasten en transformatorplatforms mag niet gebeuren tussen 1 januari en 30 april. Andere werkzaamheden, waaronder het leggen van de kabel, het baggeren, of het plaatsen

van een gravitaire fundering, kunnen wel plaatsvinden tijdens de eerste vier maanden van het jaar.

- 2) Om zoveel mogelijk te vermijden dat fysieke schade optreedt bij zeezoogdieren in Belgische en aanpalende wateren, dienen bij heioperaties de volgende preventieve maatregelen te worden genomen:
 - Er moet minstens één akoestisch afschrikmiddel, type pinger of seal scarer met een brongeluidsniveau van 170 tot 195 dB (re 1µPa) te worden ingezet, vanaf minstens één uur vóór de aanvang van het heien tot het moment van het heien, op ten hoogste 200 m van de heilocatie. De keuze van de akoestische toestellen wordt ter goedkeuring aan de BMM voorgelegd.
 - De heiwerkzaamheden dienen aan te vangen met een ‘ramp-up’ (of ‘soft-start’) procedure, waarbij de energie gebruikt om de paal in de bodem te heien langzaam toeneemt, en het maximale vermogen van het heistoestel slechts bereikt wordt ten vroegste 10 minuten na de eerste heislag. Deze periode moet potentieel toelaten dat zeezoogdieren een zone waarbinnen acute fysieke schade kan optreden door het heien, kunnen verlaten (indien ze niet voldoende ver verdreven werden door de akoestische afschrikmiddelen). Deze periode, en de maximale energie gebruikt bij de aanvang van het heien, kan aangepast worden aan de hand van nieuwe bevindingen. Een beschrijving van de soft-start procedure dient aan de BMM te worden voorgelegd voor goedkeuring.
 - Het heien mag niet aanvangen, en dient te worden onderbroken, indien zeezoogdieren waargenomen worden op minder dan 200 m van de heilocatie. Hiertoe dient speciaal uitkijk te worden gehouden vanaf een half uur voor de heiwerkzaamheden. Bij het waarnemen van zeezoogdieren vanaf de bouwwerf of in de buurt van de bouwwerf vanaf andere vaartuigen, dienen de heiwerkzaamheden tijdelijk te worden gestaakt tot de dieren het gebied verlaten hebben.

11.3.2.2 Aanbevelingen

Gezien significante effecten op zeezoogdieren kunnen optreden tijdens de constructiefase, en in het bijzonder tijdens het heien van palen, worden de volgende aanbevelingen voorgesteld:

- Er wordt aanbevolen om, indien geheid wordt, te heien tussen 1 augustus en 31 december.

11.4 Monitoring

Dit hoofdstuk behandelt enkel de monitoring van zeezoogdieren, en niet van de fysische aspecten van geluid tijdens de constructie- en exploitatiefase, of de eventuele verhoging van de voedselbeschikbaarheid voor zeezoogdieren tijdens de exploitatiefase. Er bestaan wel verbanden tussen deze monitoringdisciplines, en er moet naar gestreefd worden om de resultaten te combineren voor het bepalen van oorzakelijke verbanden tussen vastgestelde veranderingen. Gezien de mobiliteit van zeezoogdieren, en gezien het mogelijk optreden van cumulatieve effecten en effecten over - relatief tegenover de oppervlakte van de concessie – omvangrijke gebieden, is het noodzakelijk dat de monitoring van de effecten op zeezoogdieren voor de constructie en exploitatie van het windpark Norther gecoördineerd wordt met de monitoring van de andere parken.

De monitoring dient een BACI ontwerp te volgen, waarbij onderzoek uitgevoerd wordt vóór en na de activiteiten met een te verwachten impact, en binnen het projectgebied en in een referentiegebied. De volgende onderdelen van de monitoring zijn zeer specifiek voor zeezoogdieren; ze worden verder in dit hoofdstuk respectievelijk als luchtsurveys en passieve akoestische monitoring aangeduid:

- Zeezoogdiersurveys vanuit de lucht: door middel van dergelijke surveys kunnen de dichtheden en de verspreiding van zeezoogdieren in en om de windparken (impactgebied) en in de rest van Belgische wateren (referentiegebied) ingeschat worden. Door verschillen te bepalen in densiteit en verspreiding van zeezoogdieren vóór en na bepaalde activiteiten (vb. heien), kunnen effecten vastgesteld worden. Gezien de mobiliteit van zeezoogdieren dient deze monitoring niet voor elk park afzonderlijk te worden uitgevoerd. De gebruikte methodologie is Distance Sampling (zie referenties in Haelters, 2009). Luchtsurveys hebben een lage temporele resolutie (infrequente vluchten, afhankelijkheid van weersomstandigheden), en hebben een beperkte ruimtelijke resolutie, onvoldoende voor het inschatten van veranderingen op kleine schaal (vb. effecten tijdens de exploitatiefase). Daarom dienen ze te worden gecombineerd met andere methoden.
- Passieve akoestische monitoring (PAM): PAM toestellen worden steeds vaker ingezet voor onderzoek van kleine walvisachtigen en in het bijzonder bruinvissen. Deze toestellen detecteren de aan- en afwezigheid van kleine walvisachtigen en hebben een autonomie van minstens 3 maanden. Het vergelijken van de detecties bij PAM toestellen verankerd in of nabij het projectgebied, en PAM toestellen in referentiegebieden, kan informatie opleveren over het optreden van effecten of het niet optreden ervan. De gebruikte PAM toestellen zijn, voor het verzekeren van de continuïteit van het onderzoek van de effecten van windparken in het algemeen, van het type C-PoD (www.chelonia.co.uk; Haelters *et al.*, 2010; 2011a), of een meer geavanceerde opvolger van dit toestel. De temporele resolutie bij het gebruik van PoDs is zeer hoog; daarentegen is de ruimtelijke resolutie laag, tenzij een groot aantal toestellen ingezet wordt.

Een gelijkaardige monitoring wordt in het kader van de constructie en exploitatie van offshore windparken uitgevoerd of voorgesteld in de ons omringende landen (vb. Tougaard *et al.*, 2006;

Diederichs *et al.*, 2008; Philpott, 2009; Thomson *et al.*, 2010; Brandt *et al.*, 2011; Scheidat *et al.*, 2011) en, minder gedetailleerd, door de Europese Commissie (EC, 2010). Alle informatie met betrekking tot de budgettaire ramifications van de monitoring worden in hoofdstuk 18 besproken.

11.4.1 Monitoring vóór de aanvang van de werken

- 1) Jaarlijks worden in totaal minstens vier volledige luchtsurveys uitgevoerd over de Belgische wateren, inclusief het projectgebied, voor het inschatten van de densiteit van zeezoogdieren in het projectgebied en daarbuiten. Deze surveys zijn niet specifiek voor het project Norther – ze kaderen in de monitoring van dit en de andere windparkprojecten. Ze worden – indien mogelijk – gecoördineerd met surveys uitgevoerd in Nederlandse en/of Franse wateren (die onafhankelijk van dit monitoringplan plaatsvinden).
- 2) In het jaar vóór de aanvang van de werken wordt in het projectgebied, of in de onmiddellijke omgeving van het projectgebied, een C-PoD verankerd; er wordt eveneens een C-PoD verankerd in een geschikte referentielocatie op voldoende afstand van het park. Beide C-PoDs worden voor minstens een half jaar ingezet. De locaties worden zo gekozen dat ze bruikbaar blijven tijdens de constructie- en exploitatiefase van het project. De referentie-PoD kan gedeeld worden tussen verschillende projecten.
- 3) In het monitoringverslag m.b.t. zeevogels worden gegevens over waarnemingen van zeezoogdieren gevoegd; opmerkelijke waarnemingen tijdens de monitoring van zeevogels of tijdens activiteiten uitgevoerd door de aanvrager worden ad hoc aan de BMM meegedeeld.

11.4.2 Monitoring tijdens de constructiefase

- 1) Waarnemingen van zeezoogdieren dienen door de aanvrager te worden gemeld aan de BMM, met gegevens (indien gekend) over soort, aantal, positie, uur en gedrag.
- 2) In het monitoringverslag m.b.t. zeevogels worden gegevens over waarnemingen van zeezoogdieren gevoegd, met aandacht voor het gedrag van de dieren; opmerkelijke waarnemingen tijdens de monitoring van zeevogels worden ad hoc aan de BMM meegedeeld.
- 3) In het concessiegebied, of in de onmiddellijke omgeving, en in een geschikt referentiegebied, wordt telkens een C-PoD verankerd, van voor de aanvang van de constructiefase tot het beëindigen ervan. Jaarlijks bestrijken deze verankeringen elk minstens een half jaar, en ze dekken minstens de periode van het heien. De referentie-PoD kan gedeeld worden tussen verschillende projecten.
- 4) Jaarlijks worden in totaal minstens vier volledige luchtsurveys uitgevoerd over de Belgische wateren, inclusief het projectgebied, voor het inschatten van de densiteit van bruinvissen in het projectgebied en daarbuiten. Deze surveys zijn niet specifiek voor het project Norther – ze kaderen in de monitoring van dit en de andere windparkprojecten.

- 5) Indien geheid wordt, wordt kort (dagen tot een week) voor en na het heien een luchtsurvey uitgevoerd die de Belgische mariene wateren dekt; indien echter tijdens de survey kort vóór de aanvang van het heien een geringe dichtheid zeezoogdieren vastgesteld wordt (gemiddeld $<0,25$ dieren/km²), dan kan de tweede survey uitgesteld worden tot een latere datum tijdens de constructiefase. De eerste survey kan als volledige luchtsurvey beschouwd worden cfr. punt (4).
- 6) Indien geheid wordt, worden tijdens de heioperaties gestrande, of dood op zee aangetroffen, zeer verse zeezoogdieren onderworpen aan een onderzoek voor het bepalen van eventuele gehoorschade (zie Morell *et al.*, 2009).

11.4.3 Monitoring tijdens de exploitatiefase

- 1) Jaarlijks worden in totaal minstens vier volledige luchtsurveys uitgevoerd over de Belgische wateren, inclusief het projectgebied, voor het inschatten van de densiteit van bruinvissen in het projectgebied en daarbuiten. Deze surveys zijn niet specifiek voor het project Norther – ze kaderen in de monitoring van dit en de andere windparkprojecten. Ze worden – indien mogelijk – gecoördineerd met surveys uitgevoerd in Nederlandse en/of Franse wateren (die onafhankelijk van dit monitoringplan plaatsvinden).
- 2) In het monitoringverslag m.b.t. zeevogels worden gegevens over waarnemingen van zeezoogdieren gevoegd; opmerkelijke waarnemingen tijdens de monitoring van zeevogels of tijdens activiteiten uitgevoerd door de aanvrager worden ad hoc aan de BMM meegedeeld.
- 3) In de exploitatiefase, één tot vier jaar na het volledig beëindigen van de constructiefase, en buiten de constructiefase van andere parken, wordt een onderzoek uitgevoerd naar het gebruik van het park door bruinvissen. Daartoe worden in het concessiegebied, en in een referentiegebied op een geschikte (korte) afstand tot het concessiegebied, telkens drie C-PoDs verankerd in de late winter tot vroege lente (tussen januari en mei), en dit voor minstens drie maanden. Dergelijk onderzoek heeft tot doel mogelijke veranderingen in het gebruik van het projectgebied door bruinvissen aan te tonen.

12 Avifauna

- Gezien het internationaal belang van het Belgisch deel van de Noordzee voor zeevogels moet er een grondige analyse gebeuren van de effecten op de avifauna van de constructie en exploitatie van het Norther windmolenpark.
- Tijdens de constructie zijn de belangrijkste impacts de verhoogde geluidsdruk onderwater door de verhoogde scheepsactiviteit, baggeractiviteiten en heien (indien er monopiles of jacket funderingen worden geïnstalleerd). Indien er gravitaire funderingen worden geplaatst dan zal er tot 100.000 m³ sediment per turbine worden verplaatst met een lokaal verhoogde turbiditeit tot gevolg.
- Tijdens de exploitatie kunnen vogels op twee manieren hinder ondervinden van een windmolenpark: ze kunnen in aanvaring komen met een turbine of een andere structuur en ze kunnen het windmolenpark als een barrière zien tijdens de migratie.
- Recent werd aangetoond dat meeuwen, aalscholvers en sternenvogels aangetrokken worden door offshore windmolenparken. Dit is positief in het licht van habitatverlies, maar deze hogere densiteiten betekenen ook een hogere aanvaringskans.
- In verschillende studies werd aangetoond dat migrerende vogels ontwijkgedrag vertonen bij het naderen van een windmolenpark. De mate waarin is afhankelijk van de soort en de omstandigheden (dag, nacht, ...).

12.1 Inleiding

Het Belgisch deel van de Noordzee (BDNZ) is van internationaal belang voor een groot aantal zeevogels. Het doet dienst als overwinteringsgebied, trekgebied of als foerageergebied tijdens het broedseizoen. Tijdens de wintermaanden komt het grootste aantal zeevogels voor (gemiddeld ~42.000). In de zomermaanden is het aantal gemiddeld ~17.000 (Vanermen en Stienen, 2009). Het BDNZ maakt deel uit van een migratie flessenhals (i.e. de versmalling van de zuidelijke Noordzee) waardoor (naar schatting) jaarlijks tussen de 1 en de 1,3 miljoen zeevogels migreren (Stienen et al., 2007).

Er is een duidelijk seizoenaal verschil in het voorkomen van soorten. In de winter zijn futen, duikers, Zeekoet *Uria aalge* en Zwarte zee-eend *Melanitta nigra* typerend, in de zomer zijn sternenvogels, jagers en mantelmeeuwen dominante soorten (Seys et al., 1999; Stienen en Kuijken, 2003). In de haven van Zeebrugge komen internationaal belangrijke aantallen sternenvogels en meeuwen tot broeden.

De zandbanken in de Belgische Zeegebieden blijken van groot belang voor rustende zeevogels. Seys et al. (1999) stelde vast dat de hoogste densiteiten van zeevogels gevonden worden op de hellingen van deze zandbanken. Tijdens de migratieperiodes in de lente en de herfst wordt de grootste diversiteit waargenomen.

Naast typische zeevogels komen ook niet-zeevogels, zoals zangvogels, voor boven het BDNZ. Tijdens tellingen op zee werd door het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) opmerkelijke trekintensiteit van zangvogels vastgesteld (Vanermen et al., 2006).

Op basis van verschillende wetenschappelijke rapporten en rekening houdend met de Europese

Vogelrichtlijn (79/409/EEG), werden in 2005 drie speciale beschermingszones voor vogels (SBZ-V) in het BDNZ ingesteld: SBZ-V1- Nieuwpoort (Grote Stern *Sterna sandvicensis* en Fuut *Podiceps cristatus*), SBZ-V2- Oostende (Grote Stern, Fuut, Visdief *Sterna hirundo*, Dwergmeeuw *Larus minutus*) en SBZ-V3- Zeebrugge (Grote Stern, Visdief, Dwergmeeuw).

De Thorntonbank en het gebied ten zuiden van deze zandbank (Norther concessie) is een gebied waar de soorten dwergmeeuw, grote stern en visdief geconcentreerd voorkomen (Vanermen en Stienen, 2009). Deze soorten zijn alledrie opgenomen in de Bijlage I van de Vogelrichtlijn en de Appendix II van de Bern conventie. Zowel visdief als grote stern zijn ook vermeld in Appendix II van de Bonn conventie. Van deze soorten is ook bekend dat een erg groot deel van de Europese biogeografische populatie doorheen de Zuidelijke Noordzee migreert (67% voor grote stern, 56 % voor visdief en 40 tot 100% voor dwergmeeuw; Wetlands international, 1997).

De effecten van de constructie en exploitatie van windturbines op vogels zijn afhankelijk van tal van factoren, waaronder de lokale omgeving, de soorten die aanwezig zijn in dat gebied en de gebruikte technologie. Daardoor kan de impact per locatie verschillen en dienen de effecten per windmolenpark te worden beoordeeld (Drewitt en Langston, 2006).

Het doel van deze evaluatie is de aanvaardbaarheid van de effecten van dit project en de cumulatieve effecten van alle windmolenparken in het BDNZ op vogels te beoordelen en eventuele mitigerende maatregelen voor te stellen. Vervolgens wordt een gepaste monitoring opgezet.

12.2 Te verwachten effecten

12.2.1 Constructiefase

Tijdens de constructie zijn de voornaamste impacts:

- verstoring door de productie van geluid en trillingen ten gevolge van het heien van palen, het kabelleggen en de toegenomen scheepstrafiek;
- een verhoogde turbiditeit in de waterkolom door baggerwerkzaamheden.

De effecten tijdens de constructiefase van windmolenparken in Denemarken bleken soortspecifiek te zijn. Alkachtigen vermeden de zone, terwijl Zilvermeeuw *Larus argentatus* aangetrokken werd door de scheepvaartactiviteit en de mogelijkheid om te rusten op de constructies in aanbouw (Christensen et al., 2003; Petersen et al., 2006). Voor de verstoringgevoelige soorten gaat de constructiefase gepaard met tijdelijk habitatverlies. Het volledige park zal in één of twee jaar gebouwd worden. Dit betekent dus een verstoring in het volledige projectgebied (i.e. ca. 44 km²) voor één of twee jaar (afhankelijk van de fasering van het project).

Het onderwatergeluid veroorzaakt door heiwerkzaamheden zorgt voor een erg hoge geluidsdruk in de waterkolom. Zo werd bij het heien van funderingen voor het Belwind windmolenpark een onderwatergeluid van 196 dB re 1 µPa gemeten op 520 m van de bron (Norro et al., 2010). Bij het heien van de turbinepalen bij de aanleg van een windpark op acht zeemijl ten noordwesten van IJmuiden (Nederland) werden er (bij een beperkt aantal waarnemingen) echter geen negatieve effecten vastgesteld op duikende vogels, die het meest kwetsbaar zijn voor onderwatergeluid (Leopold &

Camphuysen, 2007).

Heien heeft ook een negatief effect op vislarven. Er werd aangenomen dat binnen een straal van 1 km van de heilocatie alle vislarven gedood worden (Prins et al., 2009). Dit is echter een worst case scenario en initiële resultaten tonen aan dat dit waarschijnlijk een overschatting betreft. Zo werden er geen significante effecten gevonden op de larvale stadia van tong *Solea solea* in een laboratoriumopstelling waar heigeluid werd nagebootst (Bolle et al., 2011). Deze resultaten kunnen echter niet geëxtrapoleerd worden voor andere soorten maar tonen wel aan dat de modelresultaten van Prins et al. (2009) overschat zijn. Indien heien significant negatief is voor vislarven dan kan dit tot een verminderd voedselaanbod leiden voor visetende vogelsoorten en als dusdanig de kwaliteit van het foerageergebied verminderen.

De volumes zand die gebaggerd en teruggestort worden zijn afhankelijk van de gekozen configuratie en funderingstype. Indien er voor monopile funderingen wordt gekozen zal er een totaal volume van 23.000 m³ worden uitgegraven en gestockeerd. Indien er echter gravitaire funderingen worden gebruikt, loopt dit op tot maximaal 7.400.000 m³ (voor 74 GBFs – zie ook hoofdstukken 1 en 6 van deze MEB). Terwijl in de reeds geïnstalleerde windmolenparken vooral middelmatig tot grof zand ligt, en waar de verhoging van de turbiditeit beperkt blijft in tijd en ruimte (Van den Eynde et al., 2010), wordt dit windmolenpark gebouwd in een zone waar het quartair sediment dun tot onbestaand is en waar dus tertiaire kleilagen (kunnen) dagzomen. Dit kan mogelijks een significante en langdurige verhoging van turbiditeit met zich meebrengen. Er dient wel te worden opgemerkt dat deze tertiaire kleilagen vermoedelijk een hoge cohesie hebben en dat er sprake zal zijn van pellets en brokken klei die niet, of weinig, in oplossing komen. Zo stelde Kornman en van Maldegem (2002) vast dat dergelijke kleibrokken die gedumpt werden in de Westerschelde een erg hoge cohesie hadden en dat het vermoedelijk tientallen jaren duurt vooraleer deze volledig eroderen.

Indien er sprake zou zijn van een langdurige turbiditeitsverhoging dan vormt dit een verstoring voor op het zicht jagende vogels zoals grote stern, visdief en kleine mantelmeeuw. De omvang van deze impact is momenteel onduidelijk en dient te worden onderzocht.

Bij de aanlanding van de kabel in Zeebrugge wordt het vogelrichtlijngebied SBZ-V3 (aangeduid voor grote stern, visdief en dwergmeeuw) doorkruist. Verhoogde turbiditeit en verstoring zullen er een plaatselijk en tijdelijk negatief effect op deze soorten hebben. Het valt te verwachten dat deze effecten gering zullen zijn. Bij de aanlanding van de kabel van C-Power in Oostende en van Belwind in Zeebrugge werden geen grote verstoringen vastgesteld.

12.2.2. Exploitatiefase:

De effecten van windmolenparken tijdens de exploitatiefase op vogels zijn op te delen in twee componenten: een directe en een indirecte. Enerzijds is er de directe mortaliteit door aanvaring van vogels met turbines met een verhoogde mortaliteit binnen de populatie tot gevolg (i.e. aanvaringsaspect), anderzijds zijn er indirecte effecten als gevolg van fysische wijzigingen van het habitat. De aanwezigheid, beweging of het geluid van de turbines kunnen leiden tot verstoring van vogels en dus tot veranderingen in de verspreiding en de densiteiten van vogels en de turbines kunnen een barrière vormen voor migrerende vogels (i.e. verstoringsaspect) (Desholm et al., 2005; Fox et al., 2006; Drewitt en Langston, 2006; ...).

12.2.2.1 Aanvaringsaspect

Het aanvaringsrisico is afhankelijk van een groot aantal factoren zoals de aanwezige soorten, aantal vogels en hun gedrag, weersomstandigheden, de rotorhoogte en -snelheid van de turbines, de configuratie van het windmolenpark en de aanwezige verlichting (Drewitt en Langston, 2006). Veranderende weersomstandigheden kunnen het aanvaringsrisico beïnvloeden. Zo is bekend dat meer aanvaringen gebeuren bij slechte zichtbaarheid door mist en regen en 's nachts (Karlsson, 1983; Erickson et al., 2001; Stienen et al., 2002). Migrerende vogels gaan ook lager vliegen bij lage bewolking of bij sterke tegenwind en worden zo gevoeliger voor aanvaringen (Winkelman, 1992; Richardson, 2000).

Het is bekend dat zowel 's nachts als overdag veel trekbewegingen op zee plaatsvinden en dat er soms sprake is van massale trek van bijvoorbeeld zangvogels, die zich tot ver op zee uitstrekt (Buurma, 1987; Alerstam, 1990; Vanermen et al., 2006). Het zijn vooral niet-zeevogels die tijdens de trek aangetrokken worden door obstakels op zee en er vooral tijdens slechte weersomstandigheden proberen neer te strijken (zogenaamde 'falls') (Hüppop et al., 2006). Tijdens dergelijke 'falls' is het dus mogelijk dat er zeer veel aanvaringsslachtoffers vallen, al is dat nu niet in te schatten.

Het in aanvaring komen van vogels met turbines is het belangrijkste effect van windmolenparken omdat het de natuurlijke mortaliteit van de populatie verhoogt (Johnson et al., 2002). Zeevogels zijn langlevende soorten met weinig nakomelingen en hoge broedzorg. Bij dergelijke soorten kan een licht verhoogde mortaliteit toch effecten hebben op populatieniveau (Drewitt en Langston, 2006).

Het aantal aanvaringsslachtoffers van offshore windmolenparken moet geschat worden op basis van modellen. Deze modellen houden rekening met het aantal turbines, rotorhoogte, configuratie van het park, de vlieghoogte, het aantal vliegbewegingen per soort (flux) en het ontwijkgedrag per soort. Vanermen en Stienen (2009) berekenden het aanvaringsrisico voor zeevogels in het windmolenpark op de Thorntonbank. Deze resultaten tonen aan dat het aanvaringsrisico voor alkachtigen 0% is gezien ze nooit op rotorhoogte vliegen. Het grootste aantal slachtoffers wordt verwacht onder de grote meeuwen (grote mantelmeeuw *Larus marinus*, kleine mantelmeeuw *Larus fuscus* en zilvermeeuw), Jan van Gent *Morus bassanus* en grote jager *Stercorarius skua*. Kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en zilvermeeuw werden het vaakst op rotorhoogte waargenomen (respectievelijk in 17,1; 16,7 en 14,5 % van de waarnemingen). Ook andere grote soorten (grote jager en Jan van Gent) vlogen niet zelden op rotorhoogte. In combinatie met hun groot formaat en lage wendbaarheid zorgt dit ervoor dat deze soorten het gevoeligst zullen zijn voor aanvaring (Vanermen et al., 2006 en 2009). Bij grote meeuwen is de kans 1/500 dat ze in aanvaring komen met de rotor, bij stormmeeuw *Larus canus*, Jan van Gent en Grote Jager respectievelijk 1/1100, 1/1500 en 1/1400 (Vanermen en Stienen, 2009). Deze preliminaire resultaten gaan uit van een 'worst case' scenario in een windmolenpark met slechts zes windmolens en zijn gebaseerd op visuele fluxtellingen en schattingen van de vlieghoogte. Ze moeten dus met de nodige voorzichtigheid behandeld worden. Onderzoek met een automatisch radarsysteem zal meer inzicht geven over de flux, vlieghoogte en het ontwijkgedrag van vogels. Dit zorgt voor een betere input in de aanvaringsmodellen en dus voor meer betrouwbare resultaten.

Er is vooral bezorgdheid over de soorten die opgenomen zijn in de Bijlage I van de Vogelrichtlijn, met

name grote stern, visdief en dwergmeeuw, en die (geconcentreerd) voorkomen in het projectgebied. Deze soorten vlogen slechts zelden op rotorhoogte (respectievelijk 0,4; 1,1 en 1,3% van de waarnemingen). Volgens Vanermen et al. (2009) is de aanvaringskans voor grote stern en visdief, met de zes turbines op de Thorntonbank, zeer laag (1/100.000). Voor dwergmeeuw bedraagt die kans 1/7000.

Recente resultaten van Vanermen et al. (2011) suggereren dat het windmolenpark op de Thorntonbank een aantrekkende werking heeft op grote stern en visdief. Hoewel dit positief is in het licht van habitatverlies, zorgt een verhoogde activiteit van deze soorten, die beide opgenomen zijn in de Bijlage I van vogelrichtlijn, in het windmolenpark voor een hoger aanvaringsrisico (Vanermen et al., 2011).

In het MER worden verschillende alternatieven voorgesteld inzake aantal turbines en afmetingen van de turbines. Vanermen et al. (2009) toonden aan dat slechts een beperkt percentage vogels op rotorhoogte vliegen. De meeste vogels vliegen relatief laag boven het water. Hoe groter de rotorhoogte, hoe kleiner dus de kans op aanvaringen. Bij configuratie 3 bedraagt de rotorhoogte 42 tot 192 m boven het wateroppervlak. Dit is hoger dan de turbines van configuratie 1 en 2 (22 tot 142 en 30 tot 160m, respectievelijk). Met dit gegeven wordt er verwacht het aantal aanvaringslachtoffers het laagst zal zijn voor configuratie 3. In het MER wordt dezelfde bevinding gemaakt.

Omdat de gevolgen van het aanvaringsaspect op populatieniveau grotendeels onbekend zijn en door de aanwezigheid van verschillende bijlage I soorten in het projectgebied verdient het onderwerp veel aandacht in het toekomstige monitoringsprogramma.

12.2.2.2 Verstoringsaspect: Veranderingen in aantallen en verspreiding door wijziging van het habitat

Door de bouw van een windmolenpark wordt een habitat fysisch gewijzigd. Op de locaties waar er turbines gebouwd worden, is er sprake van 'fysisch' habitatverlies. Het gebied dat bepaalde soorten gaan vermijden als rust- of foerageergebied als reactie op de aanwezigheid van de turbines is het 'effectieve' habitatverlies (Fox et al., 2006). Voor soorten die het toekomstige park gaan vermijden betekent dit project een effectief habitatverlies van 44 km² (= 1,2 % van het BDNZ).

In tegenstelling tot de bevindingen van Petersen et al. (2006) in Denemarken, werd er in het Nederlandse OWEZ park geen vermijdingsgedrag vastgesteld bij alk, zeekoet en duikers (Leopold et al., 2009). In Horns Rev werd een reductie van 80% in de aantallen Jan van Gent waargenomen, in een straal van twee tot vier kilometer rond het windpark. Er werd aangenomen dat dit in het park praktisch 100% was. Meeuwen toonden weinig vermijdingsgedrag (Petersen et al., 2006). Voor Jan van Gent en dwergmeeuw werd door Leopold et al. (2009) ook vermijdingsgedrag vastgesteld, al zijn de waarnemingen hiervan beperkt.

Sternen werden door Petersen et al. (2006) bijna nooit waargenomen in de Deense windmolenparken. Nieuwe resultaten van Vanermen et al. (2011) tonen daarentegen aan dat de aantallen grote stern en visdief significant gestegen zijn op de Thorntonbank en suggereren dat er een aantrekkende werking is van de windmolens op deze soorten. Dit is vanzelfsprekend erg preliminair gezien er nog maar zes van de 54 turbines geïnstalleerd zijn.

Op de Bligh Bank werden op bepaalde momenten extreem veel zilvermeeuwen en stormmeeuwen geteld, wat attractie bij die soorten suggereert (Vanermen et al., 2011). Het omgekeerde was waar voor kleine mantelmeeuw waar er erg grote aantallen werden vastgesteld in het referentiegebied in

tegenstelling tot het impactgebied. Deze twee voorgaande vaststellingen doen vermoeden dat er minder vermijdingsgedrag optreedt bij zeevogels dan initieel verwacht, en dat er zelfs sprake is van aantrekking bij bepaalde soorten. Dit is, zoals eerder vermeld, enerzijds positief in het kader van habitatverlies, anderzijds zijn de soorten die niet verstoord worden of zelfs aangetrokken worden door windmolenparken gevoeliger voor aanvaringen.

Een mogelijke verklaring voor bovenstaande vaststellingen is de verandering in het voedselaanbod in de windmolenparken. De aangroei van epifauna op de nieuwe harde substraten (i.e. windmolenfunderingen) en de verandering in de visfauna in het windmolenpark ten gevolge van het uitsluiten van de visserij zal een verandering teweeg brengen in de voedselbeschikbaarheid voor vogels. Zo toonde Reubens et al. (2010 en 2011) dat er toename is van vissen rondom de turbines op Thorntonbank. Dit is mogelijk een verklaring voor de aantrekking van stern.

In het Nederlandse OWEZ (op 10 tot 18 km van de kust) park werd vastgesteld dat er een aantrekkend effect is op aalscholvers *Phalacrocorax carbo*. Die gebruiken de structuren in het windmolenpark als uitvalsbasis om te foerageren (Leopold et al., 2009). Camphuysen (2011) toonde aan dat de Nederlandse windmolenparken als rustgebieden erg aantrekkelijk zijn voor verschillende meeuwensoorten, waaronder kleine mantelmeeuwen. Zo trekt de centrale controle toren van het Prinses Amalia park (23 km van de kust) meeuwen aan tot in het hart van het park omdat het veel rustplaatsen biedt. Gezien dat het Norther park het dichtst bij de kust zal gelegen zijn valt het te verwachten dat de aalscholvers, meeuwen en stern aangetrokken zullen worden door het windmolenpark.

Camphuysen (2011) deed onderzoek naar het foerageergedrag van kleine mantelmeeuwen uit de kolonie op Texel. Hiervoor werden een aantal vogels uitgerust met een GPS-logger. Deze data tonen aan dat de windmolenparken OWEZ en Q7, die respectievelijk 48 km en 57 km van de kolonie verwijderd zijn, binnen de range liggen van de onderzochte kleine mantelmeeuwen. Ens et al. (2007) stellen dat kleine mantelmeeuwen tot 100 km van de kolonie gaan foerageren. Voor grote stern is bekend dat de foerageervluchten oplopen tot 45 km van de kolonie (Garthe en Flore, 2007). Rekening houdend met deze foerageerafstanden, is het mogelijk dat meeuwen, stern en aalscholvers vanuit de vogelrichtlijngebieden SBZ-V3 (BE), Voordelta (NL), Westerschelde – Saeftinghe (NL), Oosterschelde (NL) en Grevelingen (NL) tot in de projectlocatie komen foerageren.

12.2.2.3. Verstoringsaspect: Effecten op migratie

Zoals hierboven vermeld migreren er jaarlijks, naar schatting, 1 – 1,3 miljoen zeevogels door de Zuidelijke Noordzee, en bijgevolg ook door de ‘flessenhals’ ter hoogte van het kanaal (Stienen et al., 2007). Dit is dus een erg belangrijke corridor voor migrerende zeevogels en niet-zeevogels (Buurma, 1987; Alerstam, 1990; Vanermen et al., 2006).

Resultaten van radarstudies en visuele waarnemingen in Horns Rev en Nysted tonen aan dat vogels hun vliegrichting aanpassen wanneer ze in de buurt van offshore windmolenparken komen. In Horns Rev ontweek 71 tot 86 % van de vogels het park als ze op een afstand van 1,5 – 2 km waren, om dan tot meer dan vijf km rond de buitenkant van het park te vliegen. In Nysted was dit 78 %. 's Nachts gebeurt de wijziging van de vliegrichting dicht bij het park (ca. 0,5 km) dan overdag maar de ontwijkpercentages zijn even hoog. Er is dus sprake van een barrière-effect van offshore

windmolenparken op migrerende vogels (Fox et al., 2006; Petersen et al., 2006).

Recent onderzoek in het Nederlandse OWEZ windmolenpark stelde vast dat de meeste soorten overdag ontwijkgedrag vertoonden. De afstand van het windmolenpark waarop dit gebeurde varieerde tussen de 200 m en enkele kilometer. 's Nachts werd er veel minder ontwijkgedrag vastgesteld (Krijgsveld et al., 2010). Ganzen vertoonden de sterkste reactie op het park, vaak gepaard met paniekgedrag. De afstand waarop dit gebeurde was tussen de 0.5 en 1 km van het park, vervolgens vlogen ze rond het volledige park. Zangvogels, die de meerderheid uitmaken van de migrerende vogels in dat gebied, vermeden het volledige park.

Dit aanpassen van de vliegrichting om het windmolenparken te vermijden betekent een negatief effect op de avifauna, het barrière-effect impliceert immers dat de migrerende vogels een langere weg moeten afleggen, met een verhoogde energieconsumptie tot gevolg (Drewitt en Langston, 2006).

12.2.3. Ontmantelingsfase

De effecten tijdens de ontmantelingsfase zullen, wat betreft biotoopverlies en resuspensie van fijne sedimenten, vermoedelijk gelijkaardig zijn aan deze tijdens de bouwphase. Het is momenteel niet duidelijk welke technieken gebruikt zullen worden bij de verwijdering van monopiles en jacket funderingen en bijgevolg kan er nog geen inschatting gemaakt worden van de effecten van eventueel verhoogd onderwatergeluid. Na de afbraakfase dient nagegaan te worden of er zich al dan niet een terugkeer zal voordoen naar de initiële situatie.

12.2.4. Cumulatieve effecten

De bouwperiodes van verschillende windparken in het BDNZ zullen mogelijks overlappen. Er mag dan aangenomen worden dat het cumulatieve effect van de bouw van de parken bestaat uit de som van de effecten van de bouw voor elk van de parken afzonderlijk. Het cumulatieve effect van de werken aan de verschillende parken zorgt, voor verstoringgevoelige soorten, voor een tijdelijk habitatverlies en een mogelijke verhoging van de turbiditeit wat een vermindering in voedselbeschikbaarheid tot gevolg kan hebben. Momenteel is het moeilijk in te schatten hoeveel parken er gelijktijdig zullen gebouwd worden en wat dus de omvang van dit cumulatief effect zal zijn. Gezien de beperkte duur en de beperkte omvang van deze effecten is dit bijgevolg aanvaardbaar.

Voorlopig is het vermijdingsgedrag van bepaalde soorten tijdens de exploitatie van windmolenparken op zee, zoals vastgesteld door Petersen et al. (2006) en Leopold et al. (2009), sitespecifiek. Indien blijkt dat bepaalde soorten het volledige windconcessiegebied zullen vermijden, betekent dit voor deze soorten een habitatverlies van 263 km² of 7,3 % van het BDNZ.

Het aantal aanvaringen van vogels met windmolens wordt laag ingeschat (Vanermen en Stienen, 2009). Het is echter mogelijk dat het aantal aanvaringsslachtoffers van alle windparken samen een significant effect hebben op populatieniveau. Omdat zeevogels lang leven en jaarlijks een laag aantal jongen groot brengen kan een licht verhoogde mortaliteit op lange termijn een significant negatief effect hebben op de populatie (Drewitt en Langston, 2006).

Een laatste cumulatief effect is het barrière-effect van de bestaande en geplande parken samen. Dit is van groot belang voor migrerende vogels. Tussen de verschillende windmolenparken zullen er vrije

ruimtes zijn van enkele kilometer breed. Het is moeilijk te beoordelen of migrerende vogels deze corridors zullen gebruiken of dat ze rondom de volledige windconcessiezone zullen vliegen. De oriëntatie van de volledige zone die aangeduid is voor elektriciteitsproductie (loodrecht op de migratierichting) is in dat opzicht niet gunstig. De verschillende windmolenparken zullen mogelijk een aaneengesloten barrière vormen, van ca. 20 km breed, en dat in een stuk waar het kanaal tussen het vasteland en Groot-Brittannië ca. 140 km breed is. Indien vogels rond de volledige zone zullen vliegen en ook windmolenparken in Nederlandse en vooral Engelse wateren moeten ontwijken, zorgt dit voor een verhoogd energieverbruik bij de trekkende vogels (Drewitt en Langston, 2006). Zeker indien men in acht neemt dat dit voor bepaalde soorten gepaard gaat met paniekreacties, zoals beschreven door Krijgsveld et al. (2010) voor ganzen. Tijdens de voor- en najaarsmigratie leggen migrerende vogels echter dergelijk grote afstanden af dat het niet te verwachten valt dat die bijkomende afstand rondom de volledige windmolenzone een significant negatief effect is, maar het valt niet uit te sluiten.

12.3 Besluit

12.3.1 Aanvaardbaarheid

De lokale situatie en de mogelijke effecten van de bouw en de exploitatie van het Norther project worden in het MER grondig beschreven. Ook de mogelijke cumulatieve effecten van de verschillende parken waarvoor een aanvraag tot machtiging en vergunning ingediend of afgeleverd werd, werden grondig onderzocht.

De te verwachten effecten van de constructie van de windmolens en de kabels zijn gering negatief; gezien de constructiefase slechts tijdelijk is en gezien de beperkte omvang van het gebied worden de verwachte effecten als gering negatief en niet significant ingeschat.

Tijdens de exploitatiefase kunnen er twee grote effecten worden onderscheiden voor vogels enerzijds het aanvaringsaspect en anderzijds het verstoringaspect.

- De eerste berekeningen betreffende aanvaringen tonen aan dat het risico het grootst is voor grote meeuwen, stormmeeuw, Jan van Gent en grote jager (Vanermen en Stienen, 2009). Om dit te kunnen evalueren is er nood is aan meer betrouwbare data.
- Voorlopig is het vermijdingsgedrag van bepaalde soorten tijdens de exploitatie van windmolenparken op zee, zoals vastgesteld door Petersen et al. (2006) en Leopold et al. (2009), sitespecifiek. Voor de soorten die verstoord worden door de windmolenparken betekent de bouw van het Norther windmolenpark een beperkt habitatverlies, met name 1,2 % van het BDNZ.
- Er is aangetoond dat het merendeel van vogels de vliegrichting aanpast bij het naderen van een windmolenpark, er is dus sprake van een barrière-effect (Petersen et al., 2006; Krijgsveld et al., 2010).

Momenteel zijn er nog een groot aantal onbekende factoren betreffende de effecten op vogels:

- effect van de mogelijke verhoging van de turbiditeit op de foerageerefficiëntie van visetende vogels;
- het belang van het projectgebied als migratieroute;
- het vermijdingsgedrag van lokale vogels ten gevolge van het Norther park;
- het barrière-effect en de impact op de bereikbaarheid van broed- en overwinteringsgebieden in België en Nederland;
- het effect van aanvaringen van vogels met de turbines op populatieniveau;
- het mogelijke optreden van ‘falls’;
- de wijziging van het voedselaanbod in het windmolenpark;
- de cumulatieve effecten van meerdere windparken in hetzelfde gebied.

Gezien de relatief kleine omvang van het park tegenover het verspreidingsgebied van de eventuele getroffen soorten, en gezien de geringe effecten die verwacht worden op de individuele dieren en hun populaties is de BMM van oordeel dat de bouw en exploitatie van het Norther windpark, voor wat betreft de mogelijke effecten op vogels, aanvaardbaar is, mits een gepaste monitoring.

Er is echter wel bezorgdheid over de effecten op de bijlage I soorten grote stern, visdief en dwergmeeuw die geconcentreerd in het gebied voorkomen.

12.3.2 Voorwaarden en Aanbevelingen

Om de vliegbewegingen van vogels in de windmolenparken te bestuderen, werd een automatisch radarsysteem aangekocht. Dit zal toelaten om ontwijkgedrag (horizontaal en verticaal) van migrerende vogels vast te stellen en om de flux van vogels doorheen het park te bepalen.

12.3.2.1 Voorwaarden

De aanvrager dient een aantal voorzieningen te treffen op het OTS om het vogelradarsysteem te kunnen installeren. De bepalingen hiervoor dienen bij het ontwerp van het OTS besproken te worden met de BMM. De kosten van de installatie van het vogelradarsysteem op het OTS vallen ten laste van de vergunningaanvrager.

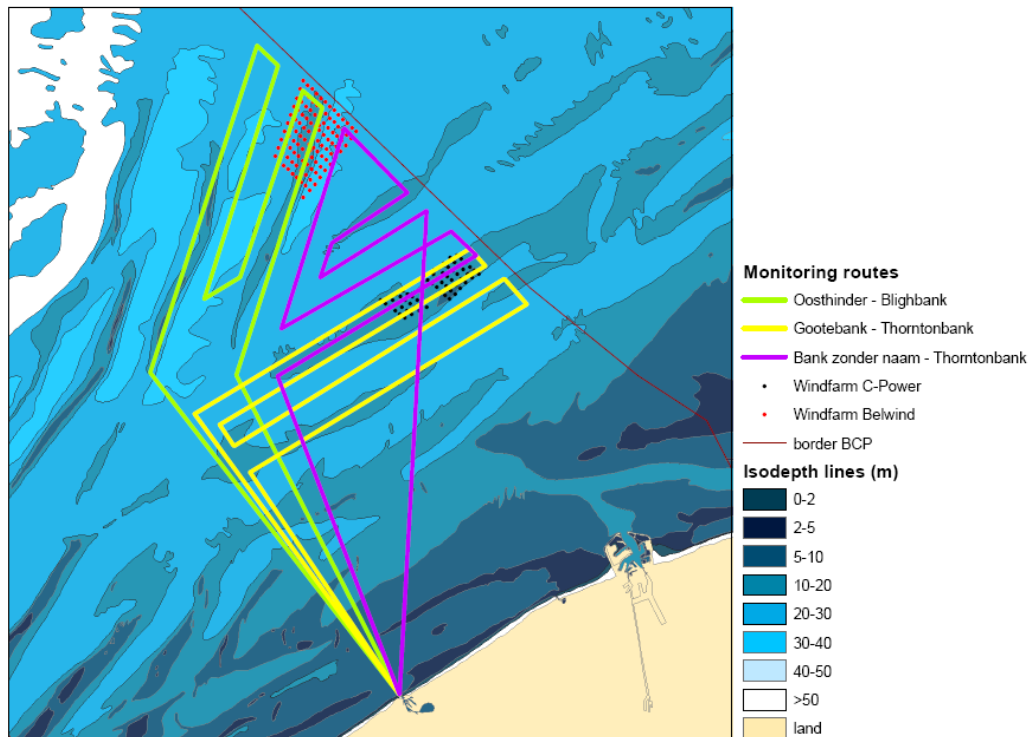
12.3.2.2 Aanbevelingen

Gezien de te verwachten effecten tijdens de constructiefase gering zijn en de schaal van de effecten tijdens de exploitatiefase ongekend zijn, zijn er op dit moment geen specifieke aanbevelingen.

12.4 Monitoring

Gezien de mogelijk significante effecten op de avifauna dient een gepaste monitoring te gebeuren. De huidige monitoring is gericht op de mogelijke effecten op de densiteit en verspreiding van zeevogels, effecten op migrerende vogels, aanvaringen en de cumulatieve effecten door de aanleg van meerdere windparken in hetzelfde gebied. De eerste vaststellingen zijn preliminair en moeten verder onderzocht worden. Alle informatie met betrekking tot de budgettaire ramifications van de monitoring worden in hoofdstuk 18 besproken.

In welke mate de offshore windmolenparken een effect hebben op de aantallen en de verspreiding van lokale zeevogels ('displacement effects') wordt onderzocht door het uitvoeren van maandelijkse scheepstellingen volgens een gestandaardiseerd protocol (Tasker et al., 1984). Door het herhalen van die tellingen wordt het mogelijk om verspreidingskaarten van de verschillende soorten op te maken. Die transecten in de windmolenparken (Figuur 12.1) worden sinds 2008 al maandelijks geteld.



Figuur 12.1. Vaarroutes om avifauna te tellen in de reeds vergunde windmolenparken en het referentiegebied (Vanermen en Stienen, 2009).

Het verderzetten van dit onderzoek is van belang voor de continuïteit van de data en om eventuele effecten statistisch te kunnen aantonen. Het natuurlijk voorkomen van zeevogels is onderhevig aan erg hoge variabiliteit en hierdoor is het vaak moeilijk om een verandering in het verspreidingsgebied en het aantal van een bepaalde soort afkomstig door een externe impact, statistisch hard te maken. Analyses van de 'statistische power' van de gegevens toonden aan dat veranderingen in aantallen van 30 tot 70 % voor de meeste soorten makkelijk aantoonbaar zijn binnen een periode van 10 jaar na de impact (Vanermen et al., 2011). Indien nodig, kan de power van de data verhoogd worden door enerzijds de intensiteit van de tellingen te verhogen en anderzijds door de duur van het onderzoek te verlengen. Gezien de nu al maximale bezetting van de onderzoeksschepen en de vastgelegde termijn van de monitoring is geen van beide mogelijk. Een andere optie is om op dagen met op dagen met goede zichtbaarheid de breedte van het transect te verhogen en aan beide zijden van het schip te tellen. In de meest zuidelijke track (Goote Bank – Thorntonbank) die gevaren wordt, is de Norther concessie reeds opgenomen. Deze kan dus behouden worden.

Om de vliegbewegingen van vogels in de windmolenparken te bestuderen, werd een automatisch radarsysteem aangekocht. Dit zal toelaten om ontwikkelgedrag (horizontaal en verticaal) van migrerende vogels vast te stellen en om de flux van vogels doorheen het park te bepalen. Die fluxdata worden dan samen met de gegevens over het ontwikkelgedrag (rond het volledige park en rond individuele turbines) gebruikt om een betrouwbare inschatting te maken van het aantal aanvaringsslachtoffers. De nood aan dergelijke betrouwbare data werd reeds beschreven in Vanermen & Stienen (2009) en Krijgsveld et al. (2010). Deze radar kan continu functioneren en zal dus ook 's nachts en in slechte weersomstandigheden de vliegbewegingen registreren. Meer informatie over dit systeem is beschikbaar in Brabant & Jacques (2009).

Het radarsysteem zal in de loop van 2012 op het OTS van Belwind worden geïnstalleerd en zal na een bepaalde tijd verplaatst worden naar een ander windmolenpark. Het is daarom noodzakelijk dat Norther een aantal voorzieningen treft op het OTS om dit radarsysteem te kunnen installeren. De bepalingen hiervoor worden besproken met de BMM.

13 Elektromagnetische velden

- Elektromagnetische velden (EMV) die ontstaan in de buurt van de kabels bij het transport van elektriciteit zullen grotendeels teniet worden gedaan door de configuratie van drie aders in één kabel en door de afscherming rond de kabels. Dit wordt bevestigd door recente metingen in de operationele windmolenparken van C-Power en Belwind.
- Deze EMV zijn waarneembaar door verschillende mariene organismen. Er vallen echter geen significante effecten te verwachten op die organismen door de geringe verhoging van die velden in de nabijheid van de elektriciteitskabels.
- Door kleine energieverliezen is er ook sprake van een lichte opwarming van de zeebodem in de onmiddellijke omgeving van die kabels. De geringe mate waarin dit het geval is en de begraving van de kabels zorgen ervoor dat dit geen nadelig effect zal hebben op de fauna die in of in de nabijheid van de bodem leeft.

13.1 Inleiding

Elektrische kabels wekken tijdens het transport van elektriciteit EMV op. Deze bestaan uit een elektrisch veld (E-veld) en een magnetisch veld (B-veld). Een elektrisch veld is gebonden aan de spanning, uitgedrukt in volt. Het elektrische veld wordt dan ook gemeten in volt per meter (V/m). Het magnetische veld hangt samen met de stroom die doorheen de geleider vloeit. De eenheid van het magnetische veld is de tesla (T).

Zowel gelijkstroom (DC) als wisselstroom (AC) wekken een E-veld en een B-veld op. Er is echter een verschil tussen een B-veld opgewekt door DC of AC. DC zorgt voor een statisch E-veld, terwijl bij AC er een alternerend B-veld ontstaat. Dit alternerend B-veld wekt door inductie nog een E-veld op: het geïnduceerd E-veld (iE-veld).

De elektriciteit opgewekt door de Norther turbines wordt getransporteerd naar de twee offshore transformatorplatformen met middenspanningskabels van 33 - 36 kV. De transformatorstations worden verbonden met het aanlandingspunt ten westen van de Zeebrugse haven door één hoogspanningskabel van 220 kV of twee kabels van 150 kV. Het betreft AC bekabeling waarbij drie geleiders ondergebracht zijn in één kabel. Dit zijn gelijkaardige kabels als diegene die gebruikt worden voor de eerder vergunde windmolenparken.

Norther plant om de parkkabels 1 m diep in te graven in de zeebodem, de kabel van het transformatorplatform naar de kust zal worden ingegraven volgens de richtlijnen van de bevoegde overheden.

De symmetrische constructie van de drie aders in de kabel leidt tot een sterke reductie van elektrische en magnetische velden doordat de afzonderlijke velden elkaar grotendeels opheffen door het faseverschil in de spanningen en de stromen (OSPAR, 2008; Gerdes *et al.*, 2005). Een verdere reductie van de elektromagnetische velden wordt bekomen door de kunststof afscherming van de geleiders en door de staalmantel rond de kabel. Dit type kabel wordt momenteel het meest toegepast bij de

aansluiting van offshore windmolenparken. Gill *et al.* (2005) toonden aan dat de afscherming van die kabels en het begraven ervan ervoor zorgt dat het E-veld niet meetbaar is buiten de kabel. Bijgevolg zijn enkel het B-veld en het iE-veld van belang voor deze beoordeling.

Referentiesituatie

Het aardmagnetisch veld is op de breedtegraad van de Noordzee ongeveer 50 μT . Het natuurlijk achtergrondniveau van het E-veld is in de Noordzee van de grootteorde van 25 $\mu\text{V/m}$ (Koops, 2000).

In mei 2010 werden metingen uitgevoerd naar de magnetische velden boven één van de 150 kV kabels afkomstig van het windmolenpark op de Thorntonbank. Op het moment van de metingen werd er ongeveer 6 MW opgewekt door de 6 turbines die er momenteel staan. Als alle 54 windmolens in de toekomst bedrijvig zijn, zou er tot 50 keer meer energie opgewekt kunnen worden (300 MW), verdeeld over 2 kabels.

De magnetische veldsterkte op één meter afstand van de kabel situeerde zich tussen 0,004 μT en 0,034 μT . Het geïnduceerde elektrische veld is niet rechtstreeks gemeten, maar kan bij benadering berekend worden met volgende formule (CMACS, 2003):

Electric Field (V/m) $\approx 2 * \pi * \text{Power frequency (50 Hz)} * \text{Magnetic Flux Density (T)}$

De geïnduceerde elektrische veldsterkte op één meter afstand van de kabel situeerde zich dus tussen 1,3 $\mu\text{V/m}$ en 10,7 $\mu\text{V/m}$ (data C-Power).

Belwind heeft in juni 2011 een meting gedaan van de magnetische velden boven de twee 150 kV kabels en dit t.h.v. het strand. Tijdens de metingen werd er per kabel tussen de 99 en 111 MW opgewekt. Vlak boven de kabels, die circa twee meter diep zitten, bedroeg het magnetisch veld tussen de 0,27 en 0,29 μT (data Belwind).

13.2 Mogelijke effecten

13.2.1 Fysisch

Een modelstudie van CMACS (2003) verwacht een B-veld van 1.6 μT en een iE-veld van 0.91 $\mu\text{V/cm}$ aan de buitenkant van een 132 kV driefasige kabel met een stroom van 350 A die één meter is ingegraven. De sterkte van het iE-veld voor een 33kV kabel is vier maal hoger dan voor de 132 kV kabel.

In Nysted werd een B-veld van 5 μT gemeten op 1 m afstand van een 132 kV kabel (Hvidt, 2004). Voor twee 135 kV kabels werden waarden gemeten van 0.23 μT tot 6.5 μT voor het B-veld en 0.3 tot 1.1 $\mu\text{V/cm}$ voor het iE-veld (Gill *et al.*, 2009).

De modelstudie van CMACS en de gemeten waarden in Nysted, maar ook door C-Power en Belwind doen vermoeden dat de verhoging van de EMV in de nabijheid van de kabel(s) erg beperkt is. Bovendien nemen de EMV snel af met de afstand tot de kabel (CMACS, 2003).

Naast een verhoging van de EMV in de directe omgeving van de kabel(s), zal er ook sprake zijn van een geringe temperatuurverhoging rond de kabel(s), te wijten aan beperkte energieverliezen. Studies hieromtrent, die ook in het MER wordt aangegeven, spreken van een temperatuurstijging van de zeebodem net boven de kabel van 0,19 (BERR, 2008) tot 3 °C (Grontmij, 2006).

13.2.2 Op de fauna

Bepaalde organismen kunnen E- en/of B- velden waarnemen en kunnen dus mogelijks een impact ondervinden van EMV opgewekt door kabels die gebruikt worden in de exploitatie van offshore windmolenparken.

De grootste groep organismen waarvan gekend is dat ze E-velden kunnen waarnemen zijn de Chondrichthyes of de kraakbeenvissen (haaien en roggen). Zij hebben zogenaamde *ampullae van Lorenzini*. Dit zijn receptoren waarmee ze erg zwakke spanningsgradiënten kunnen waarnemen (o.a. Murray, 1974; Zakon, 1986). Deze elektroreceptoren stellen kraakbeenvissen in staat om het E-veld van prooien waar te nemen en ze op te sporen. Ze spelen ook een rol bij de navigatie. Naast de kraakbeenvissen zijn er ook verscheidene beenvissen die E-velden kunnen waarnemen. Dit werd aangetoond bij kabeljauw *Gadus morhua*, pladijs *Pleuronectus platessa*, Atlantische zalm *Salmo salar*, etc. (Gill *et al.*, 2005). Het is echter nog onbekend of deze velden effecten hebben op deze soorten.

Er is een grote variëteit aan soorten die het geomagnetische veld kunnen waarnemen. Dit werd aangetoond bij geleedpotigen, vissen en walvisachtigen (Kirshvink, 1997). Een aantal relevante soorten voor het BDNZ die B-velden waarnemen zijn bruinvis *Phocaena phocaena*, witsnuitdolfijn *Lagenorhynchus albirostris*, Atlantische zalm, pladijs, alle kraakbeenvissen, alle kaakloze vissen en de grijze garnaal *Crangon crangon* (Gill *et al.*, 2005). Veel van deze soorten gebruiken het geomagnetische veld voor hun oriëntatie en dus tijdens periodes van migratie. Het is dan ook niet uitgesloten dat de B-velden in de nabijheid van windmolenparken deze soorten storen tijdens de migratie. Anderzijds migreren de meeste soorten in open water en niet in de nabijheid van de bodem.

Bochert & Zettler (2004) stelden een aantal benthische soorten van verschillende taxonomische groepen (o.a. grijze garnaal, mossel *Mytilus edulis*, gewone zeester *Asterias rubens*, een isopode *Saduria entomon*, bot *Platichthys flesus*) bloot aan een magnetisch veld van 2,7 tot 3,7 µT. Geen van de soorten vertoonden een reactie op dit artificiële B-veld. Volgens deze studie heeft het B-veld van een submariene kabel geen invloed op de oriëntatie, beweging en fysiologie van de geteste benthische soorten.

Een mesocosmos experiment, waarbij een AC-kabel werd geïnstalleerd, toonde aan dat hondshaai *Scyliorhinus canicula* meer aanwezig was in de nabijheid van de kabel, maar dat de activiteit van de onderzochte individuen lager lag. Stekelrog *Raja clavata* vertoonde een verhoogde activiteit in de nabijheid van de kabel (Gill *et al.*, 2009). Beide benthische soorten komen voor in de Belgische zeegebieden. Zowel hondshaai als stekelrog bleken tijdens een monitoring in het onderzoeksgebied

van een windmolenpark in normale aantallen te verblijven (NIRAS, 2009). De respons van kraakbeenvissen op EMV van eenzelfde intensiteit als diegene die door de AC kabels van het windmolenpark wordt opgewekt is soortspecifiek en verschilt tussen individuen (Gill *et al.*, 2009).

Het is aangetoond dat het begraven van een kabel geen invloed heeft op de sterkte van het B-veld. Toch is het ingraven van kabels van groot belang om de blootstelling van de gevoelige soorten aan EMV, die het sterkst zijn aan het oppervlak van de kabel, te verminderen doordat er een fysieke barrière wordt gecreëerd (CMACS, 2003).

De benthische fauna leeft voornamelijk in de toplaag van de zeebodem (bovenste 20 cm). Gezien de kabels ingegraven worden zal de opwarming van de zeebodem in die toplaag zeer gering of onbestaand zijn. Daarom worden er geen significant negatieve effecten verwacht op het benthos, het epibenthos en de demersale visfauna t.g.v. die opwarming.

13.2.3 Cumulatieve effecten

De door een enkele kabel veroorzaakte verhoging van de EMV is gering en zeer lokaal. Het is echter niet uitgesloten dat de som van de effecten van verschillende kabels wel een significant effect hebben (Gill *et al.*, 2005). Dit is momenteel onvoldoende goed in te schatten. In dit opzicht zijn de plannen van Elia om een ‘stopcontact’ op zee te plaatsen wel een goed initiatief. Zo zou niet ieder park afzonderlijk één of twee kabels naar de kust moeten installeren. Dit zou de impact van EMV en opwarming kunnen verlagen.

13.3 Besluit

13.3.1 Aanvaardbaarheid

Door de configuratie van drie aders in één kabel zullen de elektromagnetische velden van de Norther kabels elkaar grotendeels opheffen. In combinatie met de afscherming van de kabels en het ingraven ervan wordt verwacht dat er slechts verwaarloosbare EMV uitwendig waarneembaar zullen zijn. Dit wordt voorlopig bevestigd door de recente metingen van C-Power en Belwind. Bijgevolg oordeelt de BMM dat er geen significant negatieve effecten te verwachten vallen op de aanwezige fauna. Het project is aanvaardbaar voor dit onderdeel.

Er dient te worden opgemerkt dat deze beoordeling enkel geldt voor AC kabels. Als in de toekomst gebruik dient te worden gemaakt van gelijkstroom (DC) dan zal daar een nieuwe beoordeling van moeten worden gemaakt. DC kabels produceren immers grotere EMV dan AC kabels en hebben dus mogelijk grotere effecten op de mariene fauna (OSPAR, 2008).

Het is mogelijk dat er een geringe temperatuursverhoging van de zeebodem zal optreden in de nabijheid van de elektriciteitskabels. Dit effect wordt echter als verwaarloosbaar ingeschat.

13.3.2 Voorwaarden en Aanbevelingen

13.3.2.1 Voorwaarden

1. De ingraafdiepte van de kabels wordt door de bevoegde instanties bepaald. Voor milieueffecten moeten alle kabels (hoogspannings- en parkkabels tenminste 1m diep ingegraven worden.
2. Alle kabels die definitief buiten gebruik worden gesteld tijdens de exploitatiefase, zoals kabels die vervangen worden door andere kabels, moeten verwijderd worden conform de Wet, behoudens andersluidende bepaling van de minister.
3. De bedekking van de kabels moet steeds verzekerd worden en moet jaarlijks gemonitord worden. Indien de jaarlijkse monitoring uitwijst dat de kabel op minder dan de minimale begravingsdiepte ligt, dienen binnen de drie maanden de nodige werken te worden uitgevoerd opdat de kabel terug op haar oorspronkelijke diepte wordt geplaatst.
- 4 De horizontale ligging van de kabel (positie) en de verticale ligging van de hoogspanningskabels gelegen tussen het windenergiepark en het aanlandingspunt t.o.v. de omringende zeebodem (dekking) wordt jaarlijks door de vergunningaanvrager d.m.v. een survey onderzocht. Het survey-programma en de wijze van uitvoering daarvan behoeft de goedkeuring van het bevoegde gezag. De BMM kan een vertegenwoordiger aanwijzen om op kosten van de vergunningaanvrager bij de survey aanwezig te zijn. De gegevens en resultaten van deze surveys worden voorgelegd aan de BMM. De BMM kan op basis van deze resultaten de frequentie van de survey veranderen. Wanneer blijkt dat de ligging van de kabel stabiel is en dat voldoende dekking op de kabel aanwezig blijft, kan de BMM toestaan dat de frequentie van de controle op de kabel wordt verminderd. Hiertoe dient de vergunningaanvrager schriftelijk te verzoeken.

13.3.2.2 Aanbevelingen

Er wordt aanbevolen dat, indien mogelijk, de verschillende concessiehouders samenwerken om de elektriciteit aan wal te brengen. Op deze manier zouden er minder kabels nodig zijn, wat toelaat om een kleiner deel van de zeebodem te verstoren.

13.4 Monitoring

Gezien de beperkte verhoging van de EMV van parkkabels en exportkabels van de bestaande parken en de geringe effecten op de fauna dient er geen verder monitoring te worden gedaan voor dit onderdeel. Indien in de toekomst zou blijken uit onderzoek dat er toch significante effecten verwacht kunnen worden, dan zal er alsnog een monitoring worden opgezet.

14. Interactie met andere menselijke activiteiten

- de mogelijke effecten van de constructie van het windmolenpark op de visserij zijn negatief en grensoverschrijdend maar beperkt in de tijd
- de effecten van de exploitatie van het windmolenpark op de visserij zijn verwaarloosbaar
- de exploitatie van het windmolenpark creëert extra mogelijkheden voor maricultuur en wetenschappelijk onderzoek in het gebied
- de invloed van het voorgestelde windmolenpark op luchtvaart, zand- en grindwinning, baggeren en storten van baggerspecie, militair gebruik, windenergie, kabels en pijpleidingen zijn nihil of verwaarloosbaar
- realisatie van het windmolenpark zou een significant effect hebben op de scheepvaart in de regio (zie hoofdstuk Veiligheid en risico)
- de aanwezigheid van een offshore windmolenpark biedt een aantal opportuniteiten voor wetenschappelijk onderzoek en oceanologische waarnemingen

14.1 Inleiding

In het MER wordt een opsomming gegeven van de verschillende activiteiten in het Belgisch deel van de Noordzee (BDNZ): visserij, maricultuur, scheepvaart, luchtvaart, zand- en grindwinning, baggeren en storten van baggerspecie, windenergie, militair gebruik, gaspijpleidingen en telecommunicatiekabels, toerisme en recreatie, wetenschappelijk onderzoek en oceanologische waarnemingen (Arcadis, 2011).

Het concessiegebied van Norther bevindt zich binnen de zone voorbehouden voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden (KB 17/05/2004, gewijzigd bij KB 03/02/2011). De afbakening van deze zone geeft aan dat deze productie van elektriciteit uit water, stromen of winden voorrang geniet op andere activiteiten die kunnen plaatsvinden in het gebied. Hieronder wordt een inschatting gemaakt van de invloed van de constructie en exploitatie van het voorgestelde Norther windmolenpark op bovenstaande activiteiten. Waar nodig zal er een onderscheid gemaakt worden tussen de verschillende configuraties.

14.2 Verwachte effecten

14.2.1 Visserij

Voor een beschrijving van de huidige toestand van de visserij in het BDNZ en meer specifiek in het projectgebied wordt verwezen naar het MER (Arcadis, 2011). In het kort kan men stellen dat het BDNZ voor de Belgische zeevisserij eerder van gering socio-economisch belang is (Tessens en Velghe, 2010). Het concessiegebied (inclusief de 500 m veiligheidszone) beslaat circa 1.5% van het BDNZ en is gelegen op ongeveer 25 km van de kust. Het wordt naar alle waarschijnlijkheid voornamelijk bevestigd door het kleine vlootsegment (KVS, motorvermogen < 221 kW) bestaande uit

kustvaartuigen, eurokotters en andere kleine vaartuigen.

Effecten tijdens de constructiefase

Tijdens de constructiefase zal er naast het verlies van visgronden (60 km² ofte circa 1.5% van het BDNZ) ook een effect zijn van de werkzaamheden. In het geval er voor monopile of jacket funderingen gekozen wordt kan de tijdelijke toename van het onderwatergeluidsniveau een ernstige verstoring van de vispopulatie veroorzaken tot ver buiten de concessiezone. Het heien van de palen zorgt daarenboven voor een verhoogde vislarvensterfte (Bolle et al., 2011). Indien er gebruik gemaakt wordt van een gravitaire fundering, dan kan men een stijging van de turbiditeit verwachten met een mogelijke achteruitgang van het benthos (en bijgevolg ook hogerop de voedselketen) tot gevolg oa. in de Nederlandse wateren. Deze effecten en mogelijke mitigerende maatregelen werden reeds in detail besproken in de hoofdstukken 6, 7 en 10.

Effecten tijdens de exploitatiefase

Het belangrijkste effect tijdens de exploitatiefase betreft het mogelijk verlies van visgronden gedurende een periode van minstens 20 jaar. Dit verlies aan visgronden zou kunnen leiden tot inkomstenverlies en werkloosheid, maar dit is onwaarschijnlijk gezien het relatief beperkte belang van de zone voor de visserij (Arcadis, 2011). Binnen de concessie kan men veranderingen in de visfauna verwachten ten gevolge van de installatie van de turbines en het 'reef-effect' enerzijds en het uitsluiten van de boomkorvisserij anderzijds (zie bv. Reubens et al. 2010, Lindeboom 2011). De effecten hiervan op het ecosysteem worden besproken in het hoofdstuk 10. Een lokale toename in het visbestand kan leiden tot een toename in visserijdruk aan de rand van de concessiegebieden. Zo werd in Vandendriessche et al. (2011) in 2009 reeds een toenemende activiteit van eurokotters waargenomen in het gebied tussen de Thorntonbank (C-Power windmolenpark) en de Bank Zonder Naam (concessiegebied Northwind). Ook werd er een hogere concentratie aan recreatieve vissers (overwegend hengelaars) waargenomen net ten noorden van de bestaande C-Power windmolens. Veranderingen in het gedrag van de vissen ten gevolge van de elektromagnetische stralingen uitgezonden door de kabels worden besproken in het hoofdstuk EMV.

Visserij in de zone van het windmolenpark

Verhaeghe et al (2011) meldt dat in Nederland, België en Duitsland de vaart in de windmolenparken (in praktijk of bij reglement) verboden is en dat de scheepvaart een minimale afstand dient te houden van 500 m tot de turbines. In het VK en Denemarken gaat men uit van de verantwoordelijkheid van de schipper en is vaart en visserij veelal toegestaan, mits enige beperkingen die per turbinepark kunnen variëren. Vaak, maar absoluut niet altijd, is er een minimale zone van 50 m rond turbines verboden voor vaart. In het VK vermijden vissers de zone van het windmolenpark vaak omwille van praktische overwegingen: verhoogd risico op aanvaringen, moeilijkheden om te manoeuvreren tussen turbines en hoge bijkomende verzekeringskosten (Mackinson et al. 2006). Uit het onderzoek naar de mogelijkheden voor passieve visserij en maricultuur binnen de offshore windmolenparken door Verhaeghe et al (2011) kwamen volgende mogelijkheden voor passieve visserij naar voor: vissen met de hengel op zeebaars, visserij met potten, visserij met longlines en staande want visserij (beide laatste

als minder geschikt respectievelijk wegens efficiëntie en risico's op drift). Het spreekt voor zich dat dergelijke activiteiten pas zouden kunnen plaatsvinden na de constructiefase van het windmolenpark, met toestemming van de concessiehouder en nadat een aantal knelpunten zijn opgelost oa. met betrekking tot Search and Rescue operaties.

14.2.2 Maricultuur

Op 7 oktober 2005 werd een vergunning toegekend aan de AG Haven Oostende voor de productie van tweekleppige weekdieren in 4 zones van de Noordzee waaronder de volledige afgebakende zone voor windenergie. Deze vergunning werd afgeleverd voor een periode van 20 jaar en omvat oa. de gebruiksvoorwaarde dat vergunninghouder over een toelating van de (windmolenpark) concessiehouder moet beschikken alvorens de activiteit in diens zone te kunnen beoefenen. AG Haven Oostende heeft omwille van technische en economische redenen zijn activiteiten al enige tijd stilgelegd en is bovendien nooit actief geweest in de zone van Norther. Er worden bijgevolg geen negatieve effecten verwacht op bestaande maricultuur initiatieven. Er bestaan bijkomende mogelijkheden voor maricultuur binnen offshore windparken (zie bv. Verhaeghe et al. 2011), maar net zoals voor visserij binnen de zone van het windmolenpark dienen vooraf een aantal knelpunten uitgewerkt te worden.

14.2.3 Scheep- en Luchtvaart

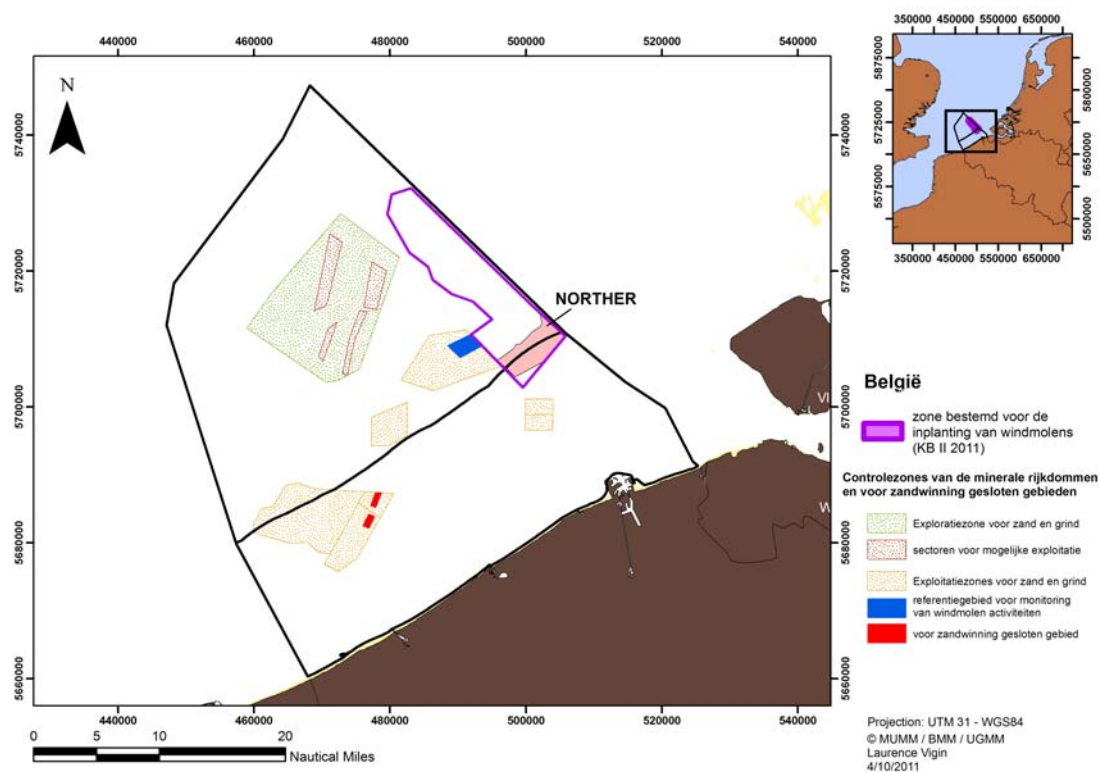
Het spreekt voor zich dat de constructie en exploitatie van het offshore windmolenpark een uitgesproken effect zal hebben op de scheepvaart. De afsluiting van het concessiegebied voor de scheepvaart zal vooral het niet-route gebonden verkeer beïnvloeden dat normaliter door de zone vaart en zal tot een concentratie van het verkeer leiden ten zuiden van het gebied (Marin, 2011a). Eventuele risico's die hierdoor ontstaan worden in detail besproken in het hoofdstuk 8. De toename van het aantal afgelegde scheepsmijlen (ten opzichte van de situatie met de reeds vergunde windmolenparken) als gevolg van de veranderde routes op de Belgische Noordzee wordt op minder dan 500 nm per jaar becijferd (Marin, 2011b). Er wordt geen effect verwacht op de luchtvaart.

De verlichting van de turbines en het Offshore Transformator Station (OTS) zullen de voorwaarden volgen zoals opgegeven door de bevoegde instanties. Deze dienen te voldoen aan de internationaal bestaande richtlijnen zoals IALA (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities - scheepvaart) en ICAO (International Civil Aviation Organization - luchtvaart) en de Belgische richtlijnen betreffende de bebakening van hindernissen zoals beschreven in de circulaire CIR-GDF03 van 12/06/06 (FOD Mobiliteit en Vervoer). De goede verlichting en signalisatie van het windmolenpark is van groot belang voor de veiligheid van de scheepvaart en luchtvaart in nabijheid van het park. Er wordt daarom door de overheid regelmatige controle uitgevoerd op de goede werking van de verlichting en signalisaties bij slechte weersomstandigheden en nachts. In de periode 2009-2011 werden bij de bestaande windmolenparken verschillende situaties met defecte of slecht werkende verlichting vastgesteld. Defecten werden onmiddellijk doorgegeven aan de verantwoordelijken bij de verschillende parken met de vraag zo snel mogelijk het defect op te lossen en de herstelling te melden aan de overheid. In deze situaties blijft het guard vessel ter plekke

tot het probleem opgelost is.

14.2.4 Zand- en Grindwinning

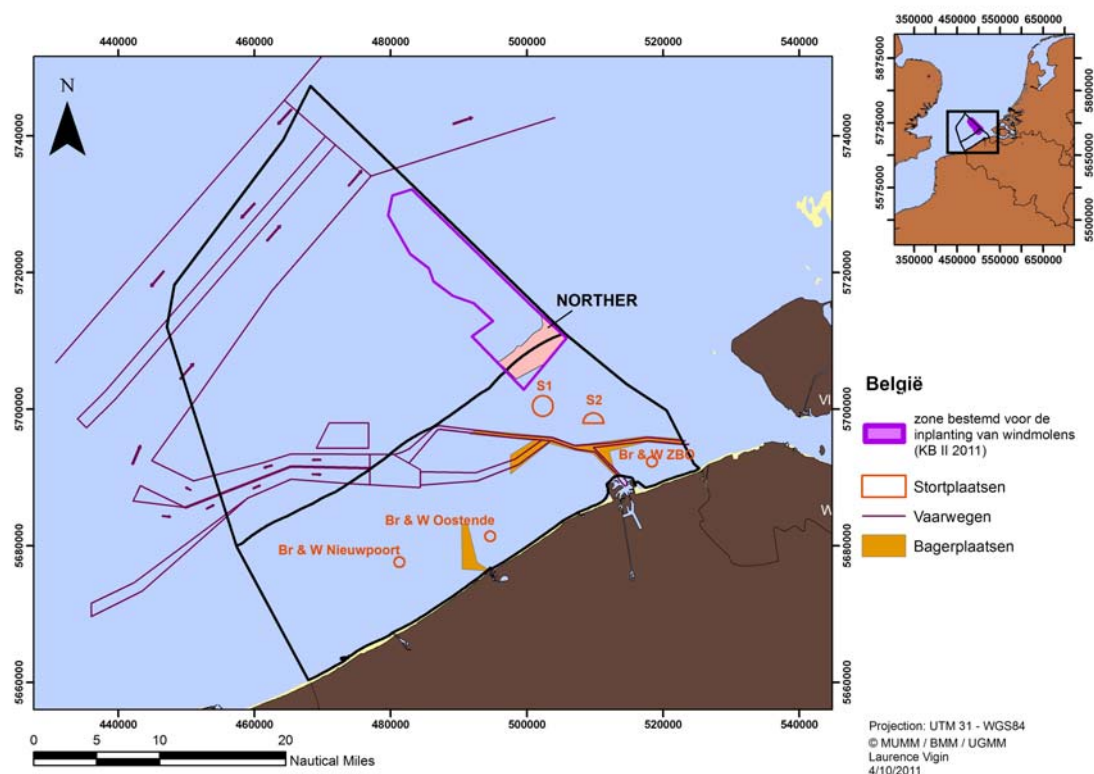
De huidige situatie van zand- en grindwinning in het BDNZ wordt besproken in het MER (Arcadis, 2011) en dient enkel aangevuld te worden met enkele recente ontwikkelingen: Enerzijds is er de afbakening van sectoren in exploratiezone 4 voor de exploratie en de exploitatie van de niet-levende rijkdommen van de territoriale zee en het continentaal plat (KB 24/12/2010). Op 8 februari heeft de Vlaamse overheid, met name het agentschap Maritieme Dienstverlening en Kust (MDK), afdeling Kust bij de FOD Economie, een aanvraag ingediend voor zandwinning binnen deze sector 4 (in deelsectoren 4a, 4b, 4c en 4d). De concessievergunning werd afgeleverd bij MB van 22 september 2011 (BS 05/11/11). Op 19 mei 2011 hebben tien leden van de Federatie van Invoerders en Producenten van Gebaggerde Zeegranulaten (Zeegra vzw) bij de FOD Economie, een aanvraag ingediend voor uitbreiding tot exploratiezone 4 (in deelsectoren 4a, 4b, 4c en 4d) van bestaande exploitatieconcessies voor zandwinning op het Belgisch continentaal plat binnen sector 4. Gelijktijdig en conform de wetgeving werd bij de BMM een milieueffectenrapport (MER) voor de extractie van mariene aggregaten in de exploratiezone van het Belgisch deel van de Noordzee ingediend (IMDC, 2010). In het MER wordt voorzien dat MDK en de leden van Zeegra vzw een totaal van respectievelijk 20 en 12 miljoen m³ zand zullen ontginnen in de nieuwe sectoren binnen een periode van 10 jaar). Anderzijds zijn de zandwinningsgegevens van 2010 beschikbaar geworden (Van Den Branden, 2011). Uit deze gegevens blijkt dat in 2010 in controlezone 1 (sector 1A), grenzend aan het concessiegebied van Norther (Figuur 14.1), in totaal 593.510 m³ zand gewonnen werd. De hoeveelheid zand gewonnen in deze zone is de laatste vijf jaar sterk toegenomen (Van Den Branden, 2011). Desondanks is het (o.a. gezien de lage afgravingsdiepte en de afstand tussen de turbines en de zandwinning) niet te verwachten dat het windmolenpark en de zand- en grindwinning een negatief effect zullen hebben op elkaar. Er wordt ook geen invloed verwacht van het windmolenpark op de activiteiten in de Nederlandse zand- en grindwinningsgebieden. Wel is het zo, dat er een grote hoeveelheid kleihoudend zand verplaatst zal worden in het park als er gekozen wordt voor gravitaire funderingen.



Figuur 14.1 Situering van het Norther-projectgebied ten opzicht van de zones voor zand- en grindwinning

14.2.5 Baggeren en storten van baggerspecie

Om havens toegankelijk te houden voor de scheepvaart, moeten de vaargeulen onderhouden worden en dient langs de Belgische kust en in het Schelde-estuarium gebaggerd te worden. Het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterwegen en Zeewezen, Afdeling Waterwegen Kust en Afdeling Maritieme Toegang, dragen de verantwoordelijkheid voor de baggerwerkzaamheden in de Belgische kusthavens en vaarwegen (volgens de wet van 8 augustus 1988). De BMM is de bevoegde overheid voor stortvergunningen in zee en heeft de toelating gegeven tot het storten van baggerspecie in de maritieme zone die onder de jurisdictie van België valt. Afhankelijk van de herkomst van de baggerspecie wordt een specifieke stortzone toegewezen. Ook de maximaal toegelaten storthoeveelheid is vastgelegd. Er wordt geen effect verwacht van het windmolenpark op de bagger- en stortactiviteiten in het BDNZ gezien de grote afstand van de stortplaatsen en de baggerplaatsen tot de zone van Norther (Figuur 14.2).



Figuur 14.2 Situering van het Norther-projectgebied ten opzicht van de zones voor het baggeren en storten van baggerspecie en de belangrijkste vaarwegen

14.2.6 Windenergie

In de zone voorbehouden voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden hebben reeds drie windparken het vergunningstraject succesvol afgerond: C-Power n.v. op de Thorntonbank, Belwind n.v. op de Bligh bank en Northwind n.v. op de Bank Zonder Naam. De eerste fase van C-Power is operationeel sinds 2008 en de constructie van de 2e en 3e fase werd aangevat in 2011. Bij Belwind is de eerste fase operationeel sinds begin 2011. De start van de constructiefase voor Northwind is voorzien voor 2013. Meer informatie over de ontwikkeling van offshore windparken in het BDNZ kan teruggevonden worden in Brabant et al. (2011). Hier worden de effecten van het Norther windpark op andere, reeds vergunde parken beschouwd.

Omwillen van de Belgische selectiecriteria voor het verkrijgen van een domeinconcessie voor offshore windparken ligt de energiedichtheid hier aanzienlijk hoger dan in de offshore windparken van de andere Europese landen (Mathys et al. 2009). Het Norther windmolenpark zal zich op minimaal 1 km afstand¹⁸ bevinden van het C-Power windpark. Dit zal, vooral indien voor de 10 MW turbines gekozen wordt, een beperkt negatief tot effect hebben op het rendement van de dichtbijzijnde turbines van C-Power omwille van de zogeheten park- of zogeeffecten. Echter, een parkeffect is nooit helemaal te

¹⁸ Een minimum veiligheidsafstand van 500 meter per windmolenpark. Deze 500 m start ter hoogte van de uiterste tip van de wieken van de turbines. In het geval van de 10 MW turbines is dit op ~75 m van het centrale inplantingspunt.

vermijden tenzij windturbines op afstanden van minimaal 15 x de rotordiameter van elkaar worden geplaatst hetgeen, naast een enorme nood aan ruimte, de kosten bv. voor de kabels de hoogte zou injagen. Anderzijds is het zo dat C-Power en Norther niet in de hoofdwindrichting achter elkaar gelegen zijn, waardoor enig negatief effect van het ene windmolenpark op het andere vermoedelijk verwaarloosbaar is. Er worden geen effecten verwacht op de andere Belgische offshore windparken gezien de ruime afstand van het Norther windpark tot de zones van Northwind en Belwind.

De concessiehouder moet rekening houden met een minimum veiligheidsafstand van 500 meter rond het windmolenpark. De minimum afstand van 1 km tussen de verschillende parken laat een optimaal gebruik van de zone toe zonder dat er effecten verwacht kunnen worden die de werking van de turbines in het gedrang brengen (bv. verhoging turbulentie). Bij de toekenning van het concessiegebied werd bovendien ook rekening gehouden met de veiligheidsafstanden rond de (geplande) exportkabels van C-Power, Northwind en Belwind.

De veiligheidsafstand van 500 m start ter hoogte van de uiterste tip van de wieken van de turbines en zal in geen geval de grens met de Nederlandse maritieme wateren overschrijden. Het is duidelijk dat de configuraties die in het MER werden voorgesteld, waar de veiligheidsafstand tot in het Nederlands grondgebied kwam, aangepast moeten worden. Gezien de veiligheidsafstand aan beide zijden van de grens, wordt niet verwacht dat eventuele toekomstige projecten in de nabije Nederlandse windenergiezone 'Borsselle' noemenswaardige hinder zullen ondervinden van het Norther project.

14.2.7 Militair gebruik

Het concessiegebied van Norther vertoont geen overlap met bestaande militaire oefenzones. Er worden dan ook geen significante effecten verwacht van het windmolenpark op het militair gebruik van het BDNZ.

14.2.8 Gaspijpleidingen en Telecommunicatiekabels

Het concessiegebied van Norther wordt gekruist door 3 telecommunicatiekabels en 2 gaspijpleidingen. Zoals beschreven in het MER (Arcadis, 2011) zal bij de lay-out van het park rekening gehouden worden met de vereiste veiligheidsafstand ten opzichte van telecommunicatiekabels (min. 250 m) en pijpleidingen (min. 500 m). Daarenboven zal de eigenaar geraadpleegd worden bij bouwwerkzaamheden op een afstand van 500-1000 meter langs elke zijde van de pijpleiding. Norther zal een 'proximity agreement' afsluiten met de eigenaars/exploitanten met betrekking tot de werken die moeten uitgevoerd worden alsook tot de gebeurlijke kruisingen van de leidingen (KB 12/03/2002). Indien aan bovenstaande voorwaarden voldaan wordt, dan zijn er geen significante effecten verwacht van het windmolenpark op de bestaande gaspijpleidingen en telecommunicatiekabels.

14.2.9 Toerisme en Recreatie

De realisatie van het Norther windmolenpark omvat het afsluiten van het concessiegebied voor de scheepvaart inclusief de pleziervaart – zie hoofdstuk Veiligheid en Risico.

De mogelijke effecten van het windmolenpark op het toerisme aan de kust worden besproken in het hoofdstuk Zeezicht.

14.2.10 Wetenschappelijk Onderzoek en Oceanologische Waarnemingen

ONDANKS een beperkte kustlijn en de geringe omvang van de Belgische mariene wateren zijn er vandaag in België meer dan 1000 wetenschappers actief in de mariene wetenschappen (Vanagt et al. 2011). Met de Belgica, de Zeeleeuw en (in de nabije toekomst) de Simon Stevin beschikt België over oceanografische onderzoeksschepen die de wetenschappers in staat stellen om kwalitatief hoogstaand onderzoek uit te voeren. Dit heeft tot gevolg dat het BDNZ één van de meest intensief bestudeerde mariene gebieden ter wereld is. Ook de ontwikkeling van de C-Power Belwind en Northwind windmolenparken draagt op verschillende manieren bij tot het wetenschappelijk onderzoek en de oceanologische waarnemingen. Enerzijds worden de milieueffecten van deze parken gemonitord (deels door de exploitant, deels door de overheid). Anderzijds dienen de concessiehouders een aantal parameters te meten in hun park en deze over te maken aan de overheid. Al deze gegevens worden opgenomen en verspreid, al dan niet na een embargo-periode, via het Belgian Marine Data Centre (<http://www.mumm.ac.be/datacentre/>) en via openbare jaarlijkse monitoringsverslagen. Anderzijds bestaat er de mogelijkheid tot gemeenschappelijk onderzoek tussen de offshore windindustrie en Belgische Universiteiten of andere wetenschappelijke instellingen.

De vergunningshouder dient, mits goedkeuring door het Begeleidingscomité en naleving van veiligheidsvoorwaarden die door het Begeleidingscomité worden voorgesteld, wetenschappelijk onderzoek kosteloos toe te laten binnen de concessiezone. De BMM behoudt het recht om monitoring en wetenschappelijk onderzoek uit te voeren binnen het concessiegebied en op de structuren, op voorwaarde dat de veiligheid wordt gerespecteerd en dat de houder hiervan voorafgaandelijk in kennis is gebracht.

Op basis van bovenstaande argumenten kan men stellen dat de aanwezigheid van een offshore windmolenpark een aantal opportuniteiten biedt voor wetenschappelijk onderzoek en oceanologische waarnemingen, maar dat er ook een aantal beperkingen zijn bv. tijdens de constructiefase.

14.2.11 Cumulatieve effecten

Er worden geen significant negatieve cumulatieve effecten verwacht van de constructie en exploitatie van bijkomende voorgestelde windmolenparken op luchtvaart, zand- en grindwinning, baggeren en storten van baggerspecie, militair gebruik, windenergie, kabels en pijpleidingen, wetenschappelijk onderzoek en oceanologische waarnemingen. De cumulatieve effecten verwacht van de constructie en exploitatie van bijkomende voorgestelde windmolenparken op scheepvaart worden besproken in het hoofdstuk Veiligheid en Risico.

Cumulatieve effecten op de visserij

Binnen de zone voorbehouden voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden (KB

17/05/2004) is er plaats voor zeven concessies van windmolenparken. Er zijn momenteel vijf domeinconcessies verleend binnen de zone en drie projecten zijn volledig vergund. Twee van deze parken zijn reeds deels operationeel, hoewel ook in deze parken de constructiefase niet volledig is afgerond. Aangezien visserij onmogelijk is tijdens de constructiefase, kan men verwachten dat grote delen van de zone (circa 6.5 % van het BDNZ) niet toegankelijk zijn in de loop van de komende jaren. Naast het verlies van visgronden is er ook de mogelijke verhoging van de turbiditeit en/of het effect van het heien op de larvale vissterfte. Deze effecten worden in detail besproken in de hoofdstukken Onderwatergeluid, Hydrodynamica en Sedimenten en Benthos en Vis.

14.3 Besluit

14.3.1 Aanvaardbaarheid

Voor wat betreft de menselijke activiteiten op het BDNZ zijn de risico's op effecten van de constructie en exploitatie van het windpark Norther op de verschillende menselijke activiteiten, mits het naleven van de voorwaarden (zie verder), aanvaardbaar. Dit aangezien het concessiegebied van Norther zich bevindt binnen de zone voorbehouden voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden (KB 17/05/2004, gewijzigd bij KB 03/02/2011) en we kunnen aannemen dat deze productie van elektriciteit uit water, stromen of winden voorrang geniet op andere activiteiten die kunnen plaatsvinden in het gebied.

14.3.2 Voorwaarden en Aanbevelingen

14.3.2.1 Voorwaarden

De verlichting van de turbines en het Offshore Transformator Station (OTS) ten behoeve van de scheep- en luchtvaart zullen de voorwaarden volgen zoals opgegeven door de bevoegde instanties. Deze dienen te voldoen aan de internationaal bestaande richtlijnen zoals IALA (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities - scheepvaart) en ICAO (International Civil Aviation Organization - luchtvaart) en de Belgische richtlijnen betreffende de bebakening van hindernissen zoals beschreven in de circulaire CIR-GDF03 van 12/06/06 (FOD Mobiliteit en Vervoer). Problemen aan de verlichting worden onverwijld gemeld aan de BMM en de Kustwacht en dienen zo snel mogelijk in orde gebracht te worden.

Er moeten misthoorns, die automatisch in werking treden bij een meteorologische zichtbaarheid van minder dan 2 zeemijl, geplaatst worden op de hoekturbines.

De concessiehouder moet rekening houden met een minimum veiligheidsafstand van 500 meter rond het windmolenpark. Deze 500 m start ter hoogte van de uiterste tip van de wieken van de turbines en zal in geen geval de grens met de Nederlandse maritieme wateren overschrijden.

De vergunningsaanvrager dient, mits goedkeuring door het Begeleidingscomité en naleving van veiligheidsvoorwaarden die door het Begeleidingscomité worden voorgesteld, wetenschappelijk onderzoek kosteloos toe te laten binnen de concessiezone. De BMM behoudt het recht om monitoring en wetenschappelijk onderzoek uit te voeren binnen het concessiegebied en op de structuren, op voorwaarde dat de veiligheid wordt gerespecteerd en dat de vergunningshouder hiervan voorafgaandelijk in kennis is gebracht.

Bijkomende voorwaarden met betrekking tot de effecten op visserij en scheepvaart worden elders opgelijst.

14.3.2.2 Aanbevelingen

De BMM vraagt aan de vergunningsaanvrager om te streven naar een optimaal gebruik van de zone, waarbij naast een maximale energieopbrengst ook andere gebruiksfuncties in overweging genomen worden.

14.4 Monitoring

De BMM vraagt geen monitoring voor dit onderdeel

15. Zeezicht

- De berekende zichthoeken overschrijden met uitzondering van Nieuwpoort de in het verleden opgestelde norm van 20°. Dit dient echter in combinatie met de afstand tot de kust gezien te worden die voor het Norther park overwegend > 20km bedraagt
- De cumulatieve zichthoek van de hele windmolenzone voor Blankenberge (BE) blijft onder de in het verleden vooropgestelde 36°. Voor Westkapelle (NL) wordt deze waarde licht overschreden indien men er rekening mee houdt dat de hele zone wordt volgebouwd.
- Op basis van de Thomas en Thomas-Sinclair matrix ter beoordeling van de potentiële impact van windturbines van verschillende hoogtes kan worden afgeleid dat windmolens met een hoogte van 135 meter duidelijk zichtbaar zijn en een gematigde impact hebben indien gelegen op een afstand van 10 tot 23 km. De turbines voorzien in het Norther project komen op 21 km van de kust en zijn gemiddeld 140 m hoog boven zeespiegel
- Het zicht bedraagt jaarlijks maar in 10% van de tijd meer dan 20 km en slechts in 1% van de tijd meer dan 30km. Verder zullen mist, heigheid, neerslag en andere atmosferische condities de zichtbaarheid van de turbines verder verminderen.
- De verlichting zal mede door de hoek waaronder ze schijnen, de afstand tot de kust en de hoogte van de waarnemer (meestal < 10m), slechts in zeldzame gevallen zichtbaar zijn.
- Het is aanbevolen om speciale aandacht te besteden aan de geometrische opstelling van een park t.o.v. de kustlijn (oriëntatie)

15.1 Inleiding

Bij het opstellen van de MEB voor Norther dient rekening gehouden te worden met de reeds gebouwde windturbines. Zo zijn er op het ogenblik van schrijven 6 windturbines (5 MW) van het C-Power project op de Thorntonbank, (gelegen net achter het Norther project), volledig gebouwd (fase 1). Ook zijn er reeds 24 jacketstructuren geplaatst op de tripodes van de windturbines van fase 2. Van het Belwind project dat veel verder in zee gelegen is (~40 km) is de eerste fase gefinaliseerd en zijn 55 windturbines (3 MW) geplaatst.

Het Norther project ligt op minimum 21 km voor de kust ten zuiden van de reeds gebouwde windturbines van C-Power. Het Norther park zal vanuit de gemeenten ten oosten van de haven van Zeebrugge (bij benadering) voor het C-Power windmolenpark liggen (zowel in afstand als in zicht). Vanuit de gemeenten en steden ten westen van Zeebrugge zal het Norther park zich schijnbaar deels naast de reeds gebouwde windturbines van C-Power bevinden. De windturbines voorzien in het Norther project variëren van 3 MW tot 10 MW (Tabel 15.1). De uiteindelijke gekozen windturbine zal van groot belang zijn voor het zeezicht vanaf de kust. Zo is het bevestigd dat de C-Power windturbines van 5 MW bij zonnige, niet heilige weersomstandigheden goed zichtbaar zijn vanuit Zeebrugge en Blankenberge. Tabel 15.1 geeft een overzicht van de verschillende mogelijke configuraties voor het Norther project.

Tabel 15.1 Overzicht van de verschillende mogelijke configuraties voor het Norther project met verwachte afmetingen van de turbines (zie ook tabel 1.1)

Configuratie	Aantal turbines	Rotor diameter	Individueel vermogen	Naafhoogte (boven LAT)	Totale hoogte (boven LAT)	Maximale breedte rotorbladen	Maximale diameter van de mast
Configuratie 1	86	120 m	3-4,5 MW	~. 82 m	~. 142 m	~. 4 m	~ 4,5 m
Configuratie 2	74	130 m	5-6,5 MW	~.95 m	~.160 m	~. 4 m	~ 7 m
Configuratie 3	47	150 m	7-10 MW	~. 117 m	~. 192 m	~. 6,2 m	~ 7,2 m

Socio landschappelijk onderzoek (Grontmij Vlaanderen 2010)

In de zomerperiode van 2009 (juni-september) werd een enquête uitgevoerd aan de kust die deel uitmaakte van een socio-landschappelijke studie m.b.t. de windmolenparken. Doordat op het ogenblik van de uitvoering van de enquête de eerste 6 windturbines van het C-Power project op Thorntonbank reeds geplaatst waren, kon in de vragenlijst gepolst worden naar het reële zicht van de bestaande turbines en het simulatiebeeld van deze turbines. Tijdens de ondervraging bleek dat de windmolens het best zichtbaar waren in zonnige omstandigheden, maar ook in bewolkte omstandigheden zonder neerslag waren ze nog te zien. In neerslagsituaties bleken de windmolens niet zichtbaar voor de respondenten. De bevroegden in Blankenberge en De Haan konden de windturbines het beste zien staan: dit zijn locaties die eerder “schuin” op de rij van 6 aankijken. Dit betekent dat op deze locaties een iets groter aandeel van de horizon wordt ingenomen door de 6 windturbines in vergelijking met de locaties in Zeebrugge, Heist of Knokke: waar de afstand tot de turbines korter is, maar de hoek scherper.

Gevraagd naar de aanvaardbaarheid van het reële zicht van de C-Power windturbines en het gesimuleerde zicht werden gelijkaardige antwoorden verkregen. Ongeveer 95% van de ondervraagden vonden het zicht op de 6 windturbines (zeer) aanvaardbaar. Er werden eveneens simulaties getoond van de 3 reeds vergunde parken (C-Power, Belwind en Northwind) samen, waar een meerderheid van 78% het (simulatie)zicht aanvaardbaar vindt. Voor de worst case simulatie waarbij de volledige windmolenzone met windturbines gevuld is, wordt nog een aanvaardbaarheid van 62% gehaald. Ondanks het feit dat dit zicht nog steeds door een meerderheid van de respondenten aanvaard wordt, is het aanbevolen om speciale aandacht te besteden aan de geometrische opstelling van een park t.o.v. de kustlijn (oriëntatie). Ook de hoogte van de turbines, de onderlinge afstand en hun ruimtelijk patroon hebben invloed. Dit leert de praktijk van de aanleg van het Deense Middelgrunden windmolenpark (referentie in Grontmij Vlaanderen, 2010).

De studie besluit dat de factor die de belevingswaarde van de zee beïnvloedt, de graad van zichtbaarheid van de turbines is: de afstand in zee, de oriëntatie ten opzichte van badplaatsen (hoek t.o.v. badplaats) en het aantal zichtbare turbines. Met andere woorden, de procentuele inname van de horizon is van groot belang bij de aanvaarding en de beleving van windturbines op zee (Grontmij Vlaanderen 2010).

15.2 Verwachte effecten

15.2.1 Constructiefase

In de buurt van de havens zal door de bouw – en onderhoudswerkzaamheden een verhoogde scheepvaartactiviteit waarneembaar zijn. Schepen van diverse types zullen zeker nieuwsgierigen aantrekken. Hoewel ook blijkt dat sommige personen de verhoogde scheepvaart als meer storend ervaren dan het zicht op de windturbines. Ook bij de aanlanding van de kabels kan een zekere verhoging van (scheepvaart)activiteit verwacht worden. Het publiek juist informeren (d.m.v. bijvoorbeeld borden op de dijk) heeft bij de voorbereidende werken van de aanlanding voor het project op de Thorntonbank zijn nut bewezen.

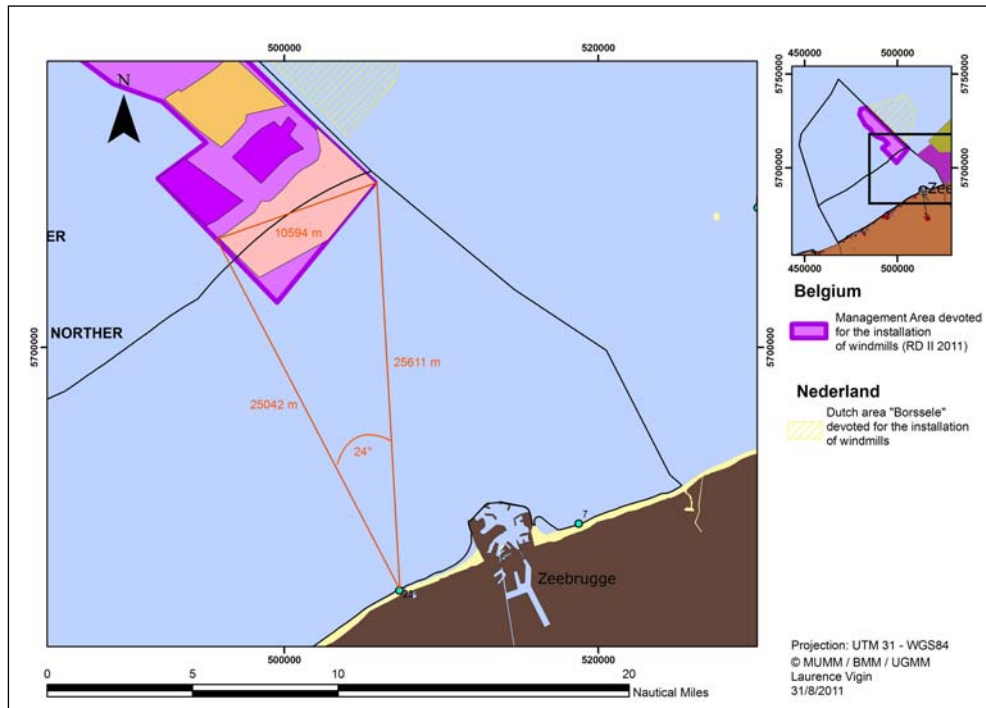
15.2.2 Exploitatiefase

15.2.2.1. Zichthoeken

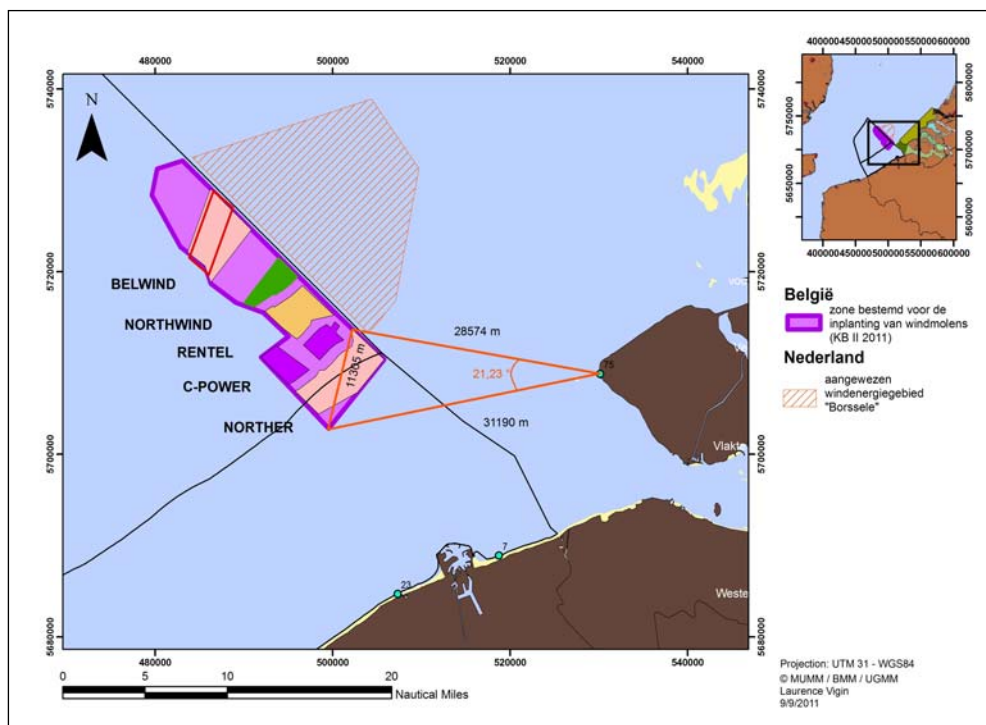
In de eerste studies i.v.m. met landschappelijke aspecten van windmolenparken (Vlakte van de Raan en Wenduinebank), uitgevoerd door de BMM, werden bepaalde normen uitgewerkt, specifiek voor de territoriale zee opgesteld (zichthoeken). Samengevat werd redelijkerwijze een horizon bezettingsgraad van maximaal 1/9 (horizon = 180° zicht) en dus 20° vooropgesteld voor één park en 1/5 (zijnde 36°) cumulatief. Omdat de grootste visuele vervuiling bekomen wordt op die locaties waar een grote zichthoek overeenkomt met een kleine afstand tot het park werd voor deze laatste 20 km als kritische afstand vooropgesteld.

De zichthoeken werden berekend voor de kustplaatsen Nieuwpoort, Blankenberge, Heist en Westkapelle (NL). De zichthoeken bedragen respectievelijk 17°, 24°, 23° en 21°. De zichthoeken voor Blankenberge en Westkapelle worden in figuur 15.1 t.e.m. 15.4 gegeven. Deze zichthoeken overschrijden (met uitzondering van Nieuwpoort) de in het verleden opgestelde norm van 20°, maar dienen ook in combinatie met de afstand tot de kust gezien te worden die voor het Norther park meer dan 20 km bedraagt met uitzondering van Blankenberge. Ter hoogte van Blankenberge is de afstand van de windmolenzone park tot de Belgische kust het kortst is en bedraagt 21 km voor de toegekende domeinconcessie van Norther en 19,5 km voor de uitgebreide domeinconcessie. De zichthoeken vanuit Blankenberge en Westkapelle werden ook berekend voor het cumulatieve geval waarbij de verste uithoeken van de windmolenzone als hoekpunten worden genomen. De cumulatieve zichthoek bedraagt 30° voor Blankenberge. Voor Westkapelle bedraagt de zichthoek 22° indien enkel rekening wordt gehouden met het cumulatieve zicht van de Belgische parken (C-Power en Norther, uiterste punten, figuur 15.6) en 38° indien de cumulatieve zichthoek bepaald wordt voor de Belgische en toekomstige Nederlandse windmolens. Van deze 38° is ongeveer de helft te wijten aan het Nederlandse park. Tenslotte werd ook de maximale zichthoek van de Nederlandse zone berekend vanuit Westkapelle en deze bedraagt 40° (figuur 15.7). De zichthoek voor Blankenberge blijft dus onder de in het verleden vooropgestelde 36°, voor Westkapelle zou deze waarde licht overschreden kunnen worden indien de Nederlandse Borssele windmolenzone volledig in gebruik genomen zou

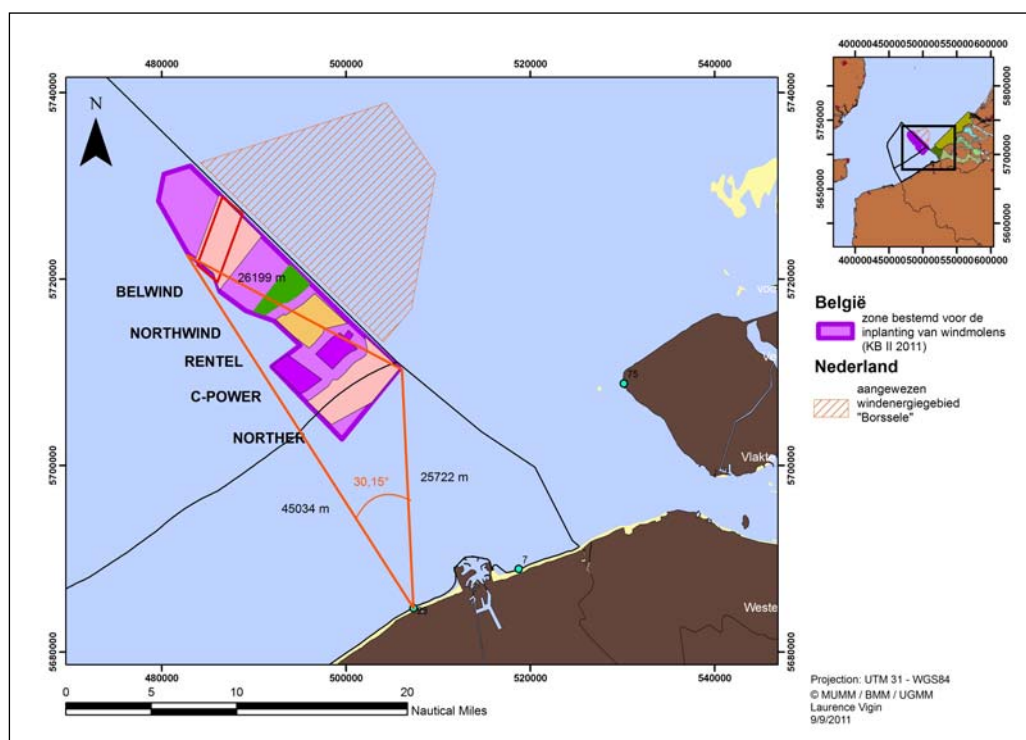
worden.



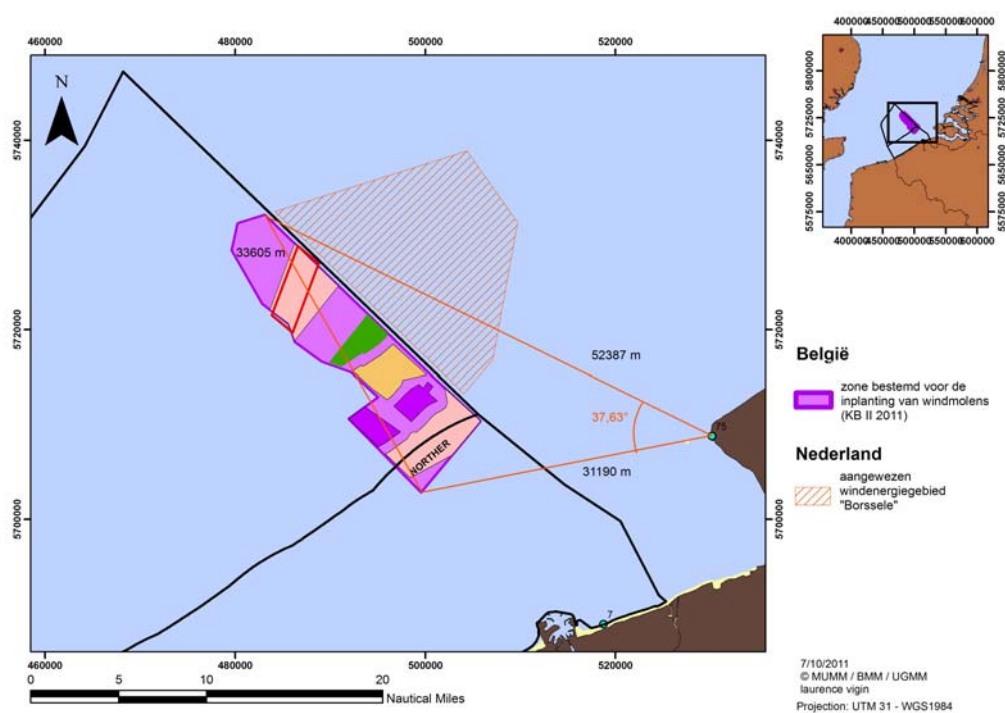
Figuur 15.1: Maximale zichthoek op het Norther windmolenpark vanuit Blankenberge met aanduiding van de afstand tot de kust.



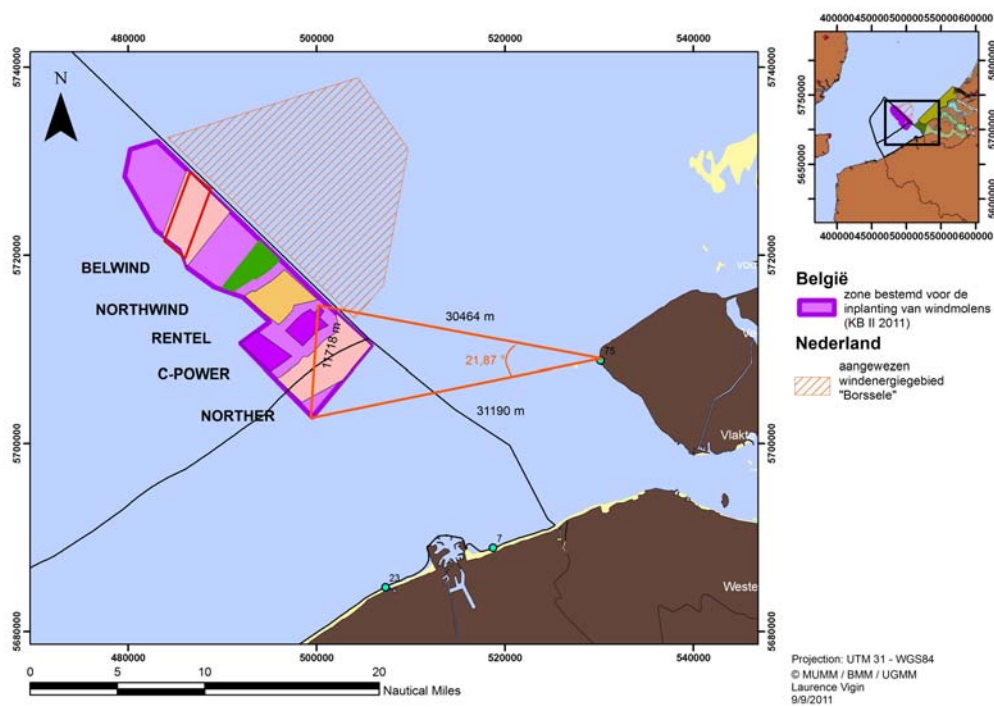
Figuur 15.2: Maximale zichthoek op het Norther windmolenpark vanuit Westkapelle met aanduiding van de afstand tot de kust.



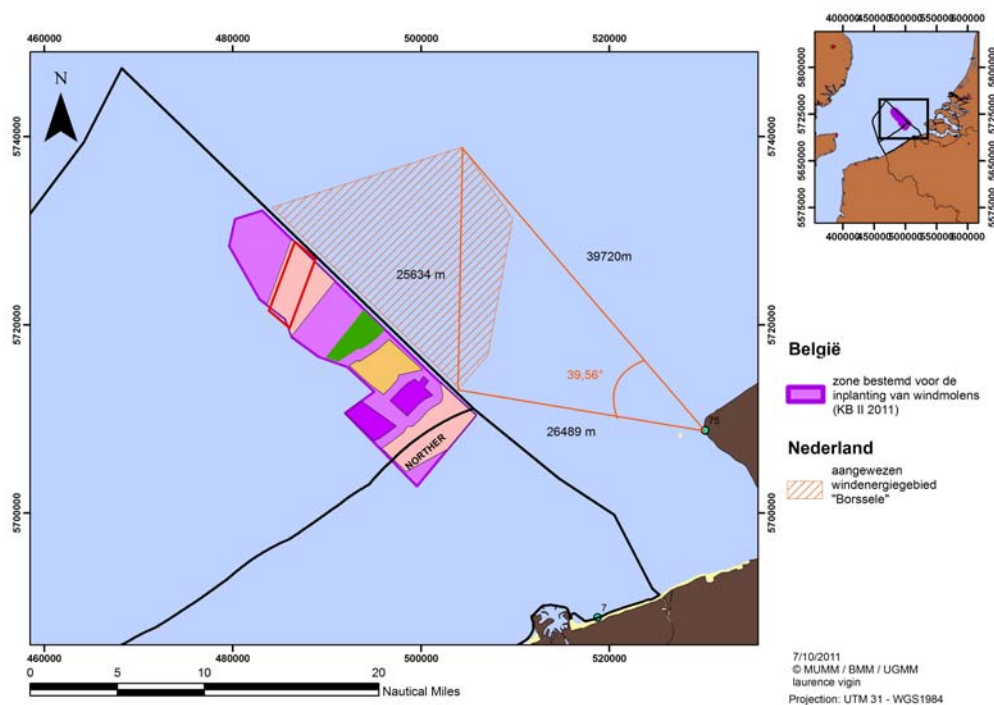
Figuur 15.3 Cumulatieve zichthoek op de windmolenzone vanuit Blankenberge met aanduiding van de afstand tot de kust.



Figuur 15.4 Cumulatieve zichthoek op de windmolenzone (BE + NL) vanuit Westkapelle met aanduiding van de afstand tot de kust



Figuur 15.5: Cumulatieve zichthoek (BE, enkel C-Power en Norther) op de windmolenzone vanuit Westkapelle met aanduiding van de afstand tot de kust



Figuur 15.6: Maximale zichthoek op de Borssele windmolenzone (NL) vanuit Westkapelle met aanduiding van de afstand tot de kust.

15.2.2.2. Type turbines

Naast de zichthoeken en afstanden is het type windturbine dat uiteindelijk zal geplaatst worden eveneens van belang. De turbines uit het kleinere segment zullen een compact zicht geven (veel kleine turbines dicht bij elkaar in het zichtveld), de grootste turbines (7-10MW) geven een meer open zicht (weinig grotere turbines met grotere tussenafstand).

15.2.2.3. Zichtbaarheid en verlichting

De windturbines zullen uitgerust worden met lichten ten behoeve van de scheep-en/of luchtvaart. Op basis van de MacMillan Reeds Nautical Almanac (<http://www.reedsnauticalalmanac.co.uk/>) kan worden afgeleid dat een licht geplaatst op 120m (3 – 4,5 MW) respectievelijk 130m (5- 6,5 MW) hoogte op de top van de gondel, door een waarnemer aan de kust op 10 m hoogte, theoretisch tot respectievelijk 25,2 NM (zijnde +/-30 km) en meer dan 26,9 NM (zijnde +/- 54 km) kan worden waargenomen. Gezien het park zich op 21 km uit de kust zal bevinden, zullen de lichten van de turbines binnen de grenzen van het zichtbare vallen. Hoe groter de turbines, hoe zichtbaarder de verlichting van op land zal zijn. Voor een waarnemer die zich lager bevindt, worden kleinere afstanden gevonden. De afstand tot de Zeeuwse kust bedraagt 24 km: voor de 3 MW en de 5 MW zijn de lichten theoretisch zichtbaar aan de kust. Echter, uit de waarnemingen voor de reeds gebouwd windturbines van C-Power kan besloten worden dat de verlichting mede door de hoek waaronder ze schijnen, de afstand tot de kust en de hoogte van de waarnemer (meestal < 10m), slechts in zeldzame gevallen zichtbaar zal zijn.

In Grontmij (2010) wordt vermeld dat het zicht jaarlijks maar in 10% van de tijd meer dan 20 km en slechts in 1% van de tijd meer dan 30km bedraagt. Verder zullen mist, heiligheid, neerslag en andere atmosferische condities de zichtbaarheid van de turbines verder verminderen.

Zoals terecht opgemerkt in het MER dient ook het scheidend en oplossend vermogen van het menselijk oog in rekening gebracht te worden. Dit bedraagt maximaal 1 boogminuut. Op 20 km afstand zijn derhalve theoretisch slechts objecten te onderscheiden die breder zijn dan 5.8m. Op 30 km afstand kan het menselijk oog objecten onderscheiden die breder zijn dan 8.75m. Theoretisch gezien zullen dus voornamelijk de grootste turbines (7-10MW) die het dichtst bij de kust gesitueerd zijn, het beste te onderscheiden zijn.

15.2.2.4. Thomas-Sinclair matrix (TSM) (Sinclair, 2003; Sinclair, 1997)

In 1996 ontwikkelde Thomas op theoretische basis een matrix om de potentiële visuele impact van windturbines te bepalen a.d.h.v. omschrijvingen die in het veld konden beoordeeld worden en die tevens bij herhaaldelijk gebruik een bepaalde graad van consistentie in de waarnemingen zou geven (Sinclair, 2003; Sinclair 1997; Anoniem, 2004). Hierbij kwam hij tot negen zones van verschillende visuele impact (zone A tot I, zie Tabel 15.2), gaande van overheersende tot verwaarloosbare impact. Een uitgebreide beschrijving van de TSM wordt teruggevonden in de milieueffectenbeoordeling van

voorgaande parken (BMM, 2007; BMM, 2009). Onderstaande tabel geeft slechts een indicatieve waarde gezien ze gebaseerd werd op turbines op land waar meestal een zeker reliëf aanwezig is en waarvoor werd aangenomen dat de meerderheid van de turbines zichtbaar zouden zijn. Op land wordt de visuele impact immers anders beleefd dan op zee. Het reliëf in het landschap kan de zichtbaarheid doen dalen of stijgen. Het aantal turbines en andere factoren (reliëf, achtergrond, zichtbaarheid, afstand) dienen in rekening te worden gebracht. De tabel is dus enkel een startpunt.

Tabel 15.2. De Thomas en Thomas –Sinclair matrix ter beoordeling van de potentiële impact van windturbines van verschillende hoogtes

The Thomas en Thomas-Sinclair matrix ter beoordeling van de potentiële impact van windturbines van verschillende hoogtes							
Totale hoogte van de turbines (m):		41-45	41-48	53-57	72-80	95 *	135**
Beschrijving	Zone	Thomas Matrix (land)		Thomas -Sinclair Matrix (land)			Sinclair
		Origineel	Herzien				
		Benaderende afstand zone (km)					
Dominante impact door grote schaal, beweging, dichtheid en aantal	A	0-2	0-2	0-2.5	0-3	0-4	0-5
Belangrijke impact door dichtheid: mogelijkheid tot dominantie van het landschap	B	2-3	2-4	2.5-5	3-6	4-7.5	5-10
Duidelijk zichtbaar met gematigde impact: potentieel opdringend	C	3-4	4-6	5-8	6-10	7.5-12	10-17
Duidelijk zichtbaar met gematigde impact: minder duidelijk wordend	D	4-6	6-9	8-11	10-14	12-17	17-23
Minder zichtbaar: grootte sterk verminderd, maar nog steeds onderscheidbaar	E	6-10	9-13	11-15	14-18	17-22	23-30
Lage impact: beweging waarneembaar in goede lichtomstandigheden: beginnend deel uitmakend van het totaallandschap	F	10-12	13-16	15-19	18-23	22-27	30-37
Niet onderscheidbaar wordend met verwaarloosbare impact op het bredere landschap	G	12-18	16-21	19-25	23-30	27-35	37-44
Zichtbaar in goede lichtomstandigheden, maar verwaarloosbare impact	H	18-20	21-25	25-30	30-35	35-40	44-48
Verwaarloosbaar of geen impact	I	20	25	30	30	40	48+
Voorgestelde straal voor visuele impact zone (ZVI) analyse		15	Minstens de grenswaarde tussen zone F en G: uitbreidend om lokale omstandigheden of cumulatieve impact in rekening te brengen				

* Data geëxtrapoleerd voor een 95 m 1.5 MW windturbine (op basis van 26 turbines van 82 m)

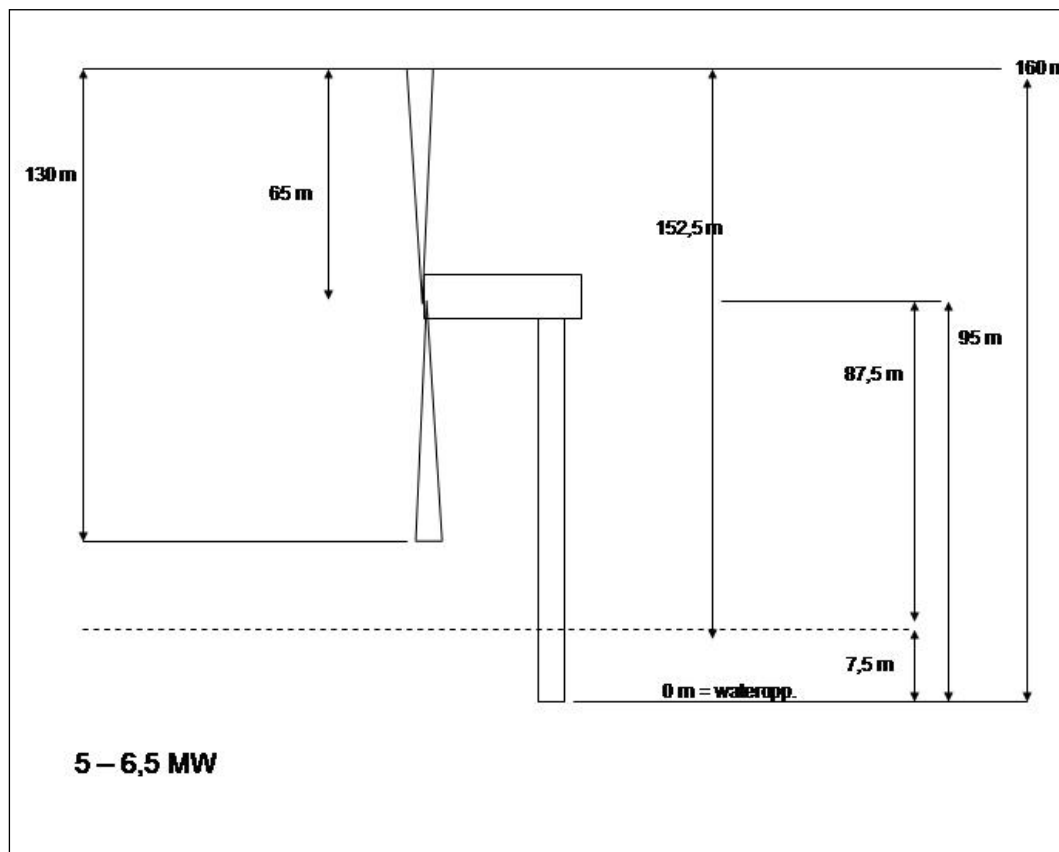
** Data door Sinclair geëxtrapoleerd voor een 135 m 3.6 MW turbine (op basis van 30 turbines van 135 m)

Op basis van de Thomas en Thomas-Sinclair matrix ter beoordeling van de potentiële impact van windturbines van verschillende hoogtes kan worden afgeleid dat windmolens met een hoogte van 135 meter duidelijk zichtbaar zijn en een gematigde impact hebben indien gelegen op een afstand van 10 tot 23 km. De typeturbines van het Norther project vóór de Thorntonbank liggen op 21 km en zijn

gemiddeld 140 m hoog boven zeespiegel (+/- 120 m voor 3 MW- 4,5 MW, +/- 130 m voor 5 -6,5 MW en +/- 150 m voor 7 -10 MW). Figuur 15.7 toont de afmetingen voor de 5-6.5 MW turbine.

Bij het gebruik van de TSM werd rekening gehouden met het feit dat op een afstand van 21 km 7,5 m van een voorwerp achter de horizon verdwijnt (door de kromming van de aarde) indien de waarnemer zich op 10 m hoogte bevindt (bv. appartement op dijk). Bevindt de waarnemer zich lager, op 2 m, dan zal 20 m van een voorwerp achter de horizon verdwijnen en is de impact van de windmolens lager. Eveneens wordt in rekening genomen dat de rotordiameter 120m (3-4,5 MW), 130 m (5-6,5 MW) en 150m (7-10MW) bedraagt en derhalve de visibiliteit van het voorwerp aanzienlijk vergroot.

De hoogte van de volledige 3-4,5 MW turbine bedraagt 142 m boven zeespiegel waarvan 60 m wiek Lengte en 82 m mast. Indien er 7,5 m van de mast achter de horizon verdwijnt, wil dit zeggen dat er 134,5 m (142m-7,5m) of 94% van de windmolen zichtbaar blijft. De hoogte van de volledige 5-6,5MW turbine bedraagt 160 m waarvan ongeveer 65 m wiek Lengte en 95 m mast. Er blijft dus 152,5 m (160m- 7,5m) of 95% zichtbaar. De hoogte van de volledige 7-10MW turbine bedraagt 192 m waarvan ongeveer 75m wiek Lengte en 117 m mast. In dit geval blijft 184,5m of 96% van de windmolen zichtbaar.



Figuur 8. Afmetingen van een 5-6,5 MW windmolens.

Alhoewel uit de Thomas-sinclair index zou kunnen afgeleid worden dat de windturbines heel zichtbaar zullen zijn, dient zoals hiervoor reeds aangegeven, rekening gehouden te worden met de weersomstandigheden die in slechts 10% van de tijd optimaal is voor goede zichtbaarheid en de

afstand tot de kust.

15.2.3 Ontmantelingsfase

In de buurt van de havens zal, net als tijdens de constructiefase, een verhoogde scheepvaartactiviteit waarneembaar zijn door de bouwwerkzaamheden.

15.3 *Besluit*

15.3.1 Aanvaardbaarheid

Uit bovenstaande blijkt duidelijk dat de windmolens van dit project zichtbaar zullen zijn aan de kust bij goede weersomstandigheden (~10% van de tijd). Of dit het zeezicht door de plaatsing van de windturbines mooier of lelijker zal worden, is een subjectief gegeven. In het socio-landschappelijk onderzoek (Grontmij Vlaanderen, 2010) gaat 58% van de ondervraagden akkoord met de stelling: “ ik vind het leuk dat ik een windmolenpark op zee zie”. Met de stelling: “ een windmolenpak op zee tast de beleving op zee teveel aan” ging 69% niet akkoord. Een meerderheid van de ondervraagden lijkt dus totnogtoe geen probleem te hebben met windturbines op zee. Het project is aanvaardbaar voor de discipline zeezicht.

15.3.2 Voorwaarden en Aanbevelingen

15.3.2.1 Voorwaarden

De aanvrager dient op regelmatige basis het park te onderhouden. Dit houdt onder meer in het verfrissen van de verflaag, het verwijderen van roestpunten, enz....

Een combinatie van verschillende grootteordes van turbines wordt omwille van de uniformiteit niet toegelaten.

15.3.2.2 Aanbevelingen

Er worden geen aanbevelingen gegeven.

15.4 *Monitoring*

Het socio landschappelijk onderzoek van 2009 werd uitgevoerd op basis van simulaties¹⁹ op het moment dat enkel de zes eerste turbines van C-Power geïnstalleerd waren. In het Norther project zullen mogelijks grotere turbines geïnstalleerd worden op kortere afstand van de kust. Bovendien zijn de zichthoeken relatief groot zoals bv. in Blankenberge. De BMM verplicht een socio-

¹⁹ In deze simulaties werden de windturbines van C-Power met gravitaire fundering werden afgebeeld. Enkel de eerste 6 windturbines hebben dit type fundering, de overige windturbines zullen een gele jacketstructuur hebben, wat het totaalbeeld kan beïnvloeden.

landschappelijke opvolgstudie in de zomer volgend op de constructie van de eerste windmolens in het Norther windmolenpark. Op dat moment zal ook het C-Power windmolenpark volledig afgewerkt zijn. Deze opvolgstudie dient vnl. de mensen te bevragen over het reële zicht op de windturbines, de invloed die de windmolenparken hebben op hun waardering van het zeezicht en te peilen naar eventuele economische gevolgen voor het kusttoerisme. Ook de aanvaardbaarheid van het worst case scenario waarbij de volledige windmolenzone volgebouwd zal zijn, dient verder onderzocht te worden met behulp van nieuwe simulaties gebruik makend van het reële zicht en dit vooral in de kustgemeenten met de grootste zichthoeken (oa. Blankenberge en Westkapelle). Deze studie dient uitgevoerd te worden door de vergunninghouder. Voorafgaand aan de studie dient de methodiek ter goedkeuring voorgelegd te worden aan de BMM. Van deze studie zal een rapport worden opgesteld dat naast de doelstellingen en de methodiek de verwerkte gegevens voorstelt en bespreekt. Dit rapport wordt uiterlijk 4 maanden na het aflopen van de studie bij de BMM ingediend en zal door de onderzoekers aan de medewerkers van de BMM op een vergadering voorgesteld worden. Van de onderzoekers wordt een actieve deelname verwacht aan eventuele workshops over de monitoring van het windmolenpark, ingericht door de BMM.

16. Cultureel erfgoed

- in de concessiezone van Norther zijn geen scheepswrakken in kaart gebracht;
- in de buurt van het kabeltracé zijn er wel een aantal scheepswrakken gekend;
- voor de start van de bouwfase wordt een side scan sonar survey en een gedetailleerde multibeam uitgevoerd over het gebied en over het kabeltracé;
- indien nodig, wordt op basis van dit onderzoek de activiteit zodanig aangepast dat er geen invloed is van de werkzaamheden op het cultureel erfgoed

16.1 Inleiding en mogelijke effecten

Op basis van de inventarisatie van de wrakken uitgevoerd in het kader van het GAUFRE-project (Maes *et al.*, 2005) en van drie online databanken (<http://www.wrecksite.eu>, <http://www.vlaamsehydrografie.be/wrakkendatabank.htm> en <http://www.maritieme-archeologie.be>) werd er bepaald dat er in de concessiezone van Norther geen scheepswrakken gekend zijn (Arcadis, 2011). Daarentegen zijn er in de buurt van het kabeltracé wel een aantal scheepswrakken gelegen. Deze worden als maritiem erfgoed beschouwd. Bij het leggen van de kabels dienen deze wrakken te worden vermeden.

Cumulatief wordt het effect op het marien archeologisch erfgoed gereduceerd door de kabels van de verschillende projecten parallel volgens een zelfde traject te laten lopen. Hierbij moet wel de minimale afstand tussen de verschillende kabels, zoals beschreven in de geldende wetgeving, gerespecteerd worden.

16.2 Besluit

16.2.1 Aanvaardbaarheid

Het project is aanvaardbaar voor het onderdeel cultureel erfgoed mits inachtnaam van volgende onderstaande voorwaarden.

16.2.2 Voorwaarden en aanbevelingen

16.2.2.1 Voorwaarden

De aanvrager moet voor de bouw een side-scan sonar en multibeam survey (of minstens gelijkwaardige technieken) in het gebied en over het kabeltracé uitvoeren. De BMM moet uitgenodigd worden om aanwezig te kunnen zijn tijdens deze survey. Na afloop van deze survey dienen de resultaten aan de BMM en het Agentschap Onroerend Erfgoed gerapporteerd te worden met vermelding van de verschillende aangetroffen objecten die nader onderzocht dienen te worden en de stappen die zullen genomen worden om eventuele beschadigingen van het maritiem erfgoed te vermijden.

Na de survey moet het kabeltracé indien nodig gewijzigd worden opdat de wrakken niet beschadigd raken.

Alle obstakels die op de zeebodem gevonden worden, moeten geplot worden en de coördinaten ervan worden doorgegeven aan de BMM. Na de constructie dient over dezelfde tracks een survey te gebeuren (rekening houdend met veiligheid en werkingslimieten), en ieder nieuw obstakel veroorzaakt door de aanvrager moet op zijn kosten verwijderd worden.

Indien een obstakel (niet veroorzaakt door de aanvrager) wordt aangetroffen en verwijderd dient te worden, moeten eerst de BMM en de aangewezen instanties (o.a. Agentschap Onroerend Erfgoed²⁰) worden ingelicht alvorens over te gaan tot de verwijdering. Bij de beoordeling van een dergelijk obstakel zal rekening worden gehouden met de mogelijke aanwezigheid van materiële goederen of cultureel erfgoed.

Na het leggen van de kabels zal de vergunningaanvrager het werkelijke tracé enerzijds op kaart van 1/50.000 en anderzijds digitaal (shapefile) aan de BMM overmaken.

16.2.2.2 Aanbevelingen

Het is aangewezen dat, indien mogelijk, de verschillende concessiehouders samenwerken om de elektriciteit aan wal te brengen. Op deze manier zouden er minder kabels nodig zijn, wat toelaat om een kleiner deel van de zeebodem en het er mee verbonden maritiem erfgoed te verstoren.

16.3 Monitoring

De bovenstaande voorwaarden maken verdere monitoring overbodig.

²⁰ op basis van het samenwerkingsakkoord van 2004 tussen het Vlaams Gewest en de federale overheid houdende het maritieme erfgoed

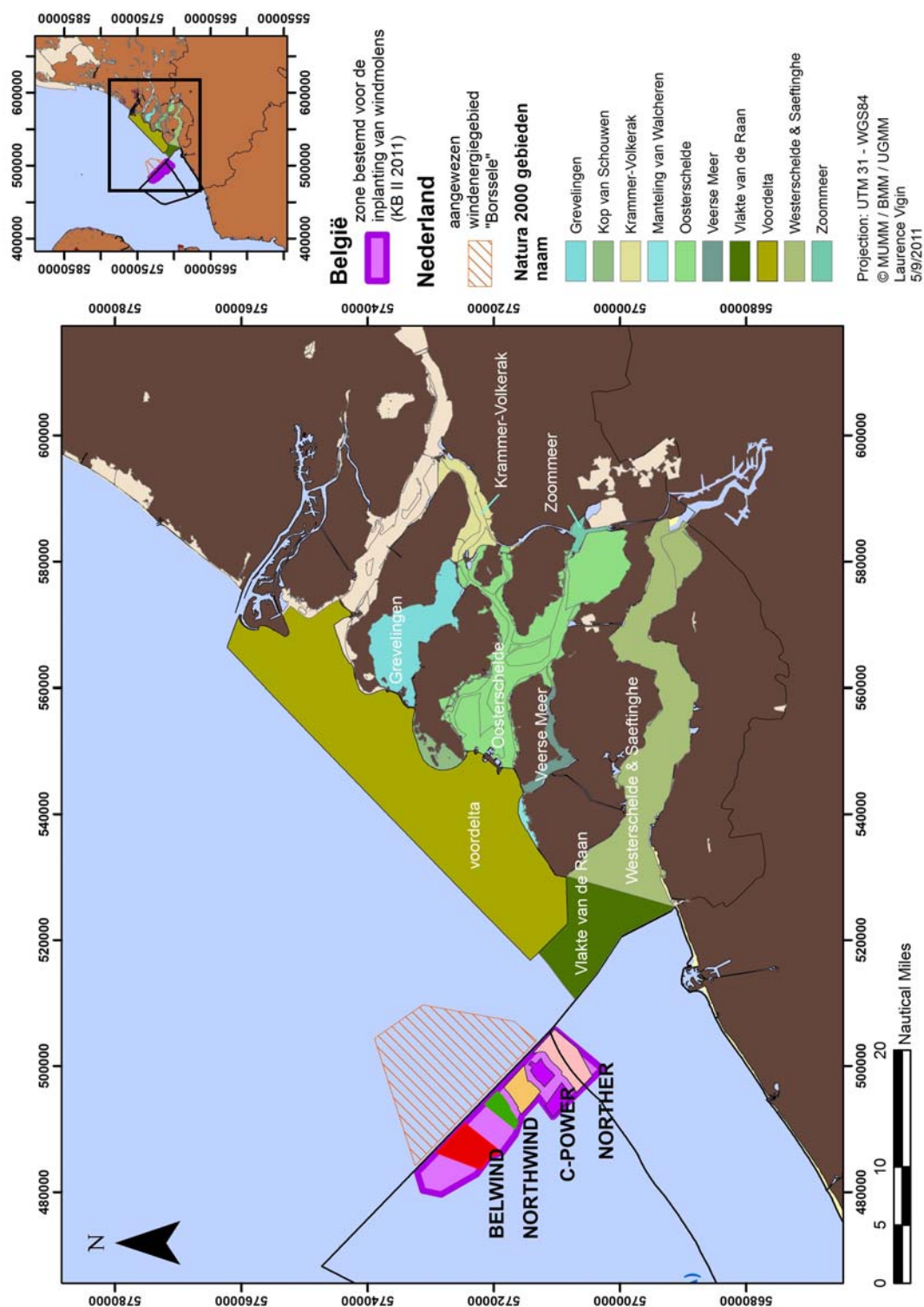
17. Grensoverschrijdende effecten

17.1 Algemeen

De zone voorbehouden voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden (KB 17/05/2004, gewijzigd bij KB 03/02/2011) in de Belgische zeegebieden bevindt zich langsheen de grens met de Nederlandse zeegebieden. De concessie van Norther is dan ook gelegen tot op een afstand van 500 meter van de Nederlandse grens. In het kader van het Verdrag van Espoo werden de grensoverschrijdende milieueffecten van de realisatie van het Norther windmolenpark onderzocht in deze MEB.

17.2 Effecten in het Nederlands deel van de Noordzee

Gezien de beperkte afstand tot het Nederlands grondgebied kan verwacht worden dat vrijwel alle effecten die tot buiten het concessiegebied waarneembaar zijn ook zullen optreden in het Nederlands grondgebied. Voor een bespreking van deze effecten wordt verwezen naar de voorgaande hoofdstukken van deze MEB. Hieronder worden specifiek de effecten besproken van de realisatie van het Norther windmolenpark op de NATURA 2000 gebieden in Nederland. Volgens artikel 6 van de Habitatrichtlijn wordt immers een passende beoordeling vereist voor alle plannen en projecten die mogelijk negatieve gevolgen kunnen hebben voor een beschermd gebied. De milieueffectenbeoordeling gekoppeld aan de bij de KB's van 2003 voorziene vergunningsprocedure voor mariene activiteiten houdt inspraakmogelijkheden in en houdt rekening met de instandhoudingsdoelstellingen voor de NATURA 2000 gebieden. De MEB wordt door de Federale overheid beschouwd als een passende beoordeling die tegemoet komt aan de vereisten van de Habitatrichtlijn, artikel 6. Indien uit de plannen blijkt dat ze schadelijk zijn in het kader van de achtergrond van het aanduiden van de gebieden, dan mogen ze niet doorgaan, tenzij er sprake is van groot openbaar belang. In dat laatste geval dienen compenserende maatregelen te worden genomen in het gebied of in een vergelijkbaar gebied. Een overzicht van de Nederlandse NATURA 2000-gebieden wordt weergegeven in Figuur 17.1 en Tabel 17.1.



Figuur 17.1 Overzicht van de Nederlandse beschermde gebieden binnen de mogelijke beïnvloedingszone van het Norther windmolenpark. Naast het Norther windmolenpark worden ook de drie reeds volledig vergunde Belgische windmolenparken aangeduid net als het Nederlandse windenergiegebied Borssele.

Tabel 17.1 Overzicht van de behandelde Nederlandse NATURA 2000-gebieden

Gebied	Habitatrichtlijn gebied	Vogelrichtlijn gebied	Bespreking effecten op Zeezoogdieren	Bespreking effecten op Avifauna	Bespreking effecten op Benthos en Vis	Minimum afstand tot het Norther-projectgebied (in km)
Grevelingen	X	X		X		60
Krammer-Volkerak	X	X		X		76
Oosterschelde	X	X		X		46
Veerse Meer		X		X		38
Vlakte van de Raan	X		X		X	5,8
Voordelta	X	X	X	X	X	11,6
Westerschelde en Saeftinghe	X	X	X	X	X	24,4
Zoommeer		X		X		76

17.3 Instandhoudingsdoelstellingen

Bij de bespreking van de instandhoudingsdoelstellingen en natuurwaarden zullen enkel de voor dit dossier relevante aspecten behandeld worden. De instandhoudingsdoelstellingen hier weergegeven zijn afkomstig van de gebiedendatabase op <http://www.synbiosys.alterra.nl> (bezocht in september 2011) en Jak et al. (2009).

In de beoordeling van de effecten op avifauna worden enkel de zeevogels besproken. Het is mogelijk dat migrerende niet-zeevogels via de Norther site doortrekken, maar momenteel lijkt het niet dat dit gebied een belangrijke rol als migratiecorridor heeft. Verschillende studies tonen aan dat de meeste soorten ontwijkgedrag vertoonden wanneer ze een offshore windmolenpark naderen (Fox et al., 2006; Petersen et al., 2006; Krijgsveld et al., 2010). Maar dit betekent vermoedelijk niet dat de bereikbaarheid van de Nederlandse Natura 2000 gebieden in het gedrang komt door de realisatie van dit project. Het radar-onderzoek besproken in hoofdstuk 12 van deze MEB zal hierover meer informatie aanleveren.

Grevelingen

Het Natura 2000 gebied ‘Grevelingen’ werd aangewezen voor onder meer grote stern *Sterna sandvicensis*, visdief *Sterna hirundo* en dwergstern *Sternula albifrons*, die alledrie zijn opgenomen in de Bijlage I van de Vogelrichtlijn. De instandhoudingsdoelstellingen voor grote stern, visdief en dwergstern zijn ‘behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied als bijdrage aan de draagkracht voor de populatie van het Deltagebied van ten minste 4.000 paren grote stern, 6500 paren visdief en 300 paren dwergstern’. Die populaties zijn gedefinieerd op regionaal niveau vanwege het sterk wisselende voorkomen per gebied en hebben betrekking op de volgende gebieden: Grevelingen, Haringvliet, Krammer-Volkerak, Oosterschelde, Westerschelde & Saeftinghe, en Zoommeer.

Krammer-Volkerak

Krammer-Volkerak is o.a. aangeduid voor visdief, dwergstern en kleine mantelmeeuw *Larus fuscus*. De doelstelling voor kleine mantelmeeuw is het behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied om 810 broedparen te ondersteunen. De gebiedsdoelstelling van Krammer-Volkerak voor kleine mantelmeeuw sluit aan bij de landelijke doelstelling, die luidt “behoud van de omvang en behoud van de kwaliteit van het leefgebied voor behoud van de populatie van 43.000 paren”. De instandhoudingsdoelstellingen voor visdief en dwergstern sluiten aan bij de regionale doelstellingen (zie: ‘Grevelingen’).

Oosterschelde

De Oosterschelde werd aangemeld voor grote stern, visdief, dwergstern en noordse stern *Sterna paradisaea*. De instandhoudingsdoelstellingen voor de eerste drie soorten sluiten aan bij de regionale doelstellingen (zie: ‘Grevelingen’). Voor noordse stern geldt ook dat de omvang en de kwaliteit van het habitat moet behouden blijven zodat een populatie van 20 broedparen ondersteund wordt. De Oosterschelde is verder o.a. ook nog aangemeld voor aalscholver *Phalacrocorax carbo* en kuifduiker *Podiceps auritus*.

Veerse Meer

Het Veerse Meer is onder meer aangeduid voor de broedvogels kleine mantelmeeuw en aalscholvers. De instandhoudingsdoelstellingen voor deze soorten zijn het behoud van de omvang en het behoud van de kwaliteit van het leefgebied als bijdrage aan de draagkracht voor de populatie van het Deltagebied van ten minste 590 en 300 paren, respectievelijk. De doelstelling voor kleine mantelmeeuw sluit aan bij de landelijke doelstelling (zie: ‘Krammer-Volkerak’). De broedkolonie bevindt zich hoofdzakelijk op de Middelplaten en soms op de goudplaat.

Vlakte van de Raan

De Vlakte van de Raan werd in Nederland aangeduid voor het habitatype permanent overstroomde zandbanken (H1110 en H1110B) en voor de volgende soorten: zeeprik *Petromyzon marinus* (H1095), rivierprik *Lampetra fluviatilis* (H1099), fint *Alosa fallax* (H1103), bruinvis *Phocoena phocoena* (H1351), grijze zeehond *Halichoerus grypus* (H1364), gewone zeehond *Phoca vitulina* (H1365)

De instandhoudingsdoelstelling van het habitatype H1110B beoogt een behoud van de kwaliteit en de oppervlakte van dit habitatype. Over de staat van instandhouding van het subtype in de Vlakte van de Raan is nauwelijks iets bekend. Ook heeft de Vlakte van de Raan slechts een beperkte bijdrage aan het landelijk (NL) areaal van dit subtype. Om deze redenen is de doelstelling op behoud gezet.

Voor alle soorten is het instandhoudingsdoel het behoud van de omvang van de soort en de kwaliteit van het leefgebied en uitbreiding van de populatie.

- Voor zeeprik, rivierprik en fint is de Vlakte van de Raan als leefgebied van belang als doortrekgebied. Voor deze soorten zijn in de Vlakte van de Raan geen herstelmaatregelen nodig.

- Het belang van de Vlake van de Raan voor de bruinvis is op basis van de beperkte gegevens over het voorkomen van de soort niet met zekerheid te stellen. De Vlake van de Raan maakt deel uit van het grote leefgebied van de bruinvis. Voor zover bekend is het gebied niet van betekenis voor een specifieke functie. Vanwege de sterke verspreiding en mobiliteit van de soort in de gehele Noordzee is generieke bescherming meer geëigend dan bescherming in een specifiek gebied.
- De grijze zeehond en de gewone zeehond hebben de gehele Noordzee als leefgebied. Aangezien droogvallende platen ontbreken in de Vlake van de Raan, heeft het gebied geen functie als voortplantingsgebied.

Voordelta

De Voordelta werd in Nederland aangeduid voor de volgende natuurlijke habitattypen permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken (H1110), bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten (H1140) en voor de volgende soorten: zeeprik (H1095), rivierprik (H1099), elft *Alosa alosa* (H1102), fint (H1103), grijze zeehond (H1364), gewone zeehond (H1365)

De instandhoudingsdoelstelling voor alle habitattypen beoogt een behoud van de kwaliteit en de oppervlakte van dit habitatype. Voor habitatype 1110B is de Voordelta het belangrijkste gebied voor dit subtype in Nederland met 30% van het landelijk (NL) areaal van dit subtype. Voor habitatype H1140B komt de Voordelta op de tweede plaats met ruim een kwart van de landelijke oppervlakte voor dit subtype.

Voor alle soorten is het instandhoudingsdoel het behoud van de omvang van de soort en het behoud van de kwaliteit van het leefgebied voor uitbreiding van de populatie. Voor de gewone zeehond beoogt het instandhoudingsdoel een verbetering van de kwaliteit van het leefgebied en voor de grijze zeehond is een behoud van de populatie de doelstelling.

- Voor zeeprik, de elft en de fint is de Voordelta van groot belang als leefgebied.
- Voor de rivierprik is de Voordelta van gemiddeld belang als leefgebied
- In de Voordelta heeft men recentelijk een toename van aantallen grijze zeehonden waargenomen. Het is echter onduidelijk of het huidige leefgebied geschikt genoeg is voor een duurzame populatie als er geen immigratie meer zou optreden. Gelet op de recente toename wordt er voorlopig vanuit gegaan dat een behoudsdoelstelling voldoende is.
- De gewone zeehond heeft in het Deltagebied een te laag geboortecijfer waardoor de populatie zich niet in stand kan houden. Er wordt gestreefd naar een populatie van tenminste 200 exemplaren in zuidwest Nederland, waarbij de Voordelta de grootste bijdrage levert. Hiertoe zal in het Voordelta gebied het areaal rustig gebied moeten toenemen waardoor het gebied meer geschikt wordt voor voortplanting.

De Voordelta is aangewezen voor 30 niet broed-vogelsoorten, waaronder de zeevogels roodkeelduiker *Gavia stellata*, kuifduiker, dwergmeeuw *Hydrocoleus minutus*, grote stern en visdief. Voor deze

soorten geldt de doelstelling: ‘behoud omvang en kwaliteit van het leefgebied en behoud van de populatie’. De voordelta is voor deze soorten vooral van belang als foerageergebied (voor dwergmeeuw is dit meer specifiek tijdens de trekperiode). De Voordelta heeft voor grote stern en visdief een belangrijke functie als foerageergebied van de broedkolonies in de aangrenzende Natura 2000-gebieden.

Westerschelde en Saeftinghe

Het gebied van de Westerschelde en Saeftinghe aangeduid voor de volgende natuurlijke habitattypen permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken (H1110B), estuaria (H1130), en voor de volgende soorten: zeeprik (H1095), rivierprik (H1099), fint (H1103) en gewone zeehond (H1365).

De instandhoudingsdoelstelling voor het habitatype met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken beoogt een behoud van de kwaliteit en de oppervlakte van dit habitatype. Voor de estuaria is er een verbetering van de kwaliteit voorzien. Als gevolg van menselijke ingrepen is de oppervlakte (hoogdynamisch) diep water in de Westerschelde sterk toegenomen, waarbij de overgangen naar (laagdynamische) ondiepere delen steil zijn geworden. Voor de Westerschelde houdt kwaliteitsverbetering in: herstel van de afwisseling aan diverse deelecosystemen (laagdynamische en hoogdynamische, diepe en ondiepe, zoete en zoute delen en geleidelijke overgangen tussen al deze deelsystemen) met de bijbehorende hoge biodiversiteit. Verhouding tussen deelsystemen/laag productieve en hoog productieve onderdelen). Voor de zeeprik, de rivierprik en de fint is het instandhoudingsdoel het behoud van de omvang van het leefgebied en het behoud van de kwaliteit van het leefgebied en een uitbreiding van de populatie. Voor de gewone zeehond is het instandhoudingsdoel het behoud van de omvang van het leefgebied, verbetering van de kwaliteit van het leefgebied en een uitbreiding van de populatie.

- Voor de fint is het behoud van de verbinding met Schelde en Eems cruciaal ten behoeve van de paaifunctie in België en Duitsland.
- De Westerschelde kan een bijdrage leveren aan de regionale doelstelling van ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied voor de gewone zeehond. Door het instellen van rustgebieden kan verstoring worden voorkomen. De kwaliteit van het leefgebied is mede afhankelijk van de ontwikkelingen bovenstrooms van de Nederlandse grens in Vlaanderen.

Westerschelde en Saeftinghe is aangewezen voor diverse soorten broedvogels waaronder grote stern, visdief en dwergstern. Verder is het gebied aangewezen voor 23 andere geregeld voorkomende trekvogels waarvoor het gebied van betekenis is als broed-, rui- en/of overwinteringsgebied en als rustplaatsen tijdens de trek. De instandhoudingsdoelstellingen voor grote stern, visdief en dwergstern sluiten aan bij de regionale doelstellingen (zie ‘Grevelingen’). Grote stern heeft als broedvogel zijn grootste concentratie op de Hooge Platen, met in 2009 meer dan 5.400 paren, en het is bekend dat deze soort foerageert in de Vlakte van de Raan en Voordelta.

Zoommeer

Het Zoommeer werd aangemeld voor visdief, waarvoor de instandhoudingsdoelstellingen aansluiten aan bij de regionale doelstellingen (zie 'Grevelingen').

17.4 Zeezoogdieren

17.4.1 Verwachte effecten: Constructiefase

De effecten op zeezoogdieren in de Nederlandse NATURA 2000 gebieden door de constructie van het windpark Norther zullen gelijkaardig zijn als de algemene effecten beschreven in hoofdstuk 11 van deze MEB. In het bijzonder kan heien een verstoring van zeezoogdieren tot gevolg hebben tot op relatief grote afstand, met inbegrip van de volledige Vlake van de Raan en een gedeelte van de Voordelta.

Edrén *et al.* (2004; 2010) constateerden een daling in het aantal zeehonden op ligplaatsen op 4-10 km afstand van een windpark tijdens de constructiefase, op dagen waarin geheid werd; mogelijk gingen de zeehonden aan land op verder afgelegen zandbanken. Het totaal aantal zeehonden in het gebied bleef echter gelijk gedurende de volledige constructiefase. Tougaard *et al.* (2006) konden geen belangrijke effecten aantonen op zeehonden bij de constructie van het Horns Rev windpark. Brasseur *et al.* (2010a, in press; gerefereerd in Lindeboom *et al.*, 2011; Brasseur *et al.*, 2010b,) vermoeden een vermijdingsgedrag van zwemmende zeehonden ten opzichte van een heilocatie tot op tientallen km afstand.

De aantallen zeehonden in de kolonies in de Voordelta en de Westerschelde leken in 2011 niet lager dan de jaren daarvoor, hoewel vanaf 7 april tot bijna de hele maand augustus 2011 funderingen voor een windpark geheid werden op de Thorntonbank, net ten noorden van het projectgebied Norther (C-Power fase 2 en 3). De diameter van de geheide palen was relatief beperkt (1,7 m), en de geluidsemissie onder water tijdens het heien was lager dan vastgesteld bij palen met een grotere diameter (zie hoofdstuk 7). Er werd volgens onze informatie geen hogere sterfte waargenomen onder zeehonden tijdens de heiwerkzaamheden en er werden een aantal pups geboren zowel in de Voordelta als in de Westerschelde. De propagatie van het geluid tot de Westerschelde – Saeftinghe of de Oosterschelde werd niet onderzocht, maar wordt als niet relevant beschouwd, gezien de grote afstand en de mogelijkheden voor propagatie van geluid ontstaan in het Norther projectgebied tot deze gebieden. De BMM is niet op de hoogte van gericht onderzoek naar mogelijke effecten op zeehonden in de Westerscheldemonding of in de Voordelta door het heien op de Thorntonbank.

Er wordt vastgesteld dat veel van de zeehonden die zich dicht bij de kust en in de Westerschelde ophouden aan relatief hoge geluidsniveaus blootgesteld worden door scheepvaart; vooral de Westerschelde is een druk bevaren gebied, en het is niet gekend in welke mate de zeehonden die daar verblijven daar hinder van ondervinden. Geluid afkomstig van scheepvaart in het gebied is echter van chronische aard, met mogelijke gewenning, terwijl het geluid van heien ter hoogte van de Thorntonbank, en mogelijk in de toekomst ten zuiden ervan, en mogelijk ter hoogte van de

Westerscheldemonding nog hoorbaar voor zeehonden, eerder acuut is.

Zoals beschreven hierboven, worden geen acute, fysieke effecten verwacht bij zeezoogdieren, mits het naleven van de voorwaarden (zie hoofdstuk 11). Door het niet heien tussen januari en april wordt verstoring vermeden in de periode waarin de hoogste densiteiten bruinvissen voorkomen in de kustwateren van de zuidelijke Noordzee. Het is mogelijk dat zeehonden in de kolonies in de Voordelta en de Westerschelde zich tijdens het heien vaker en langer uit het water zullen begeven (cfr. resultaten van onderzoek gerefereerd hierboven). Dit kan tot gevolg hebben dat ze minder lang foerageren. Deze effecten zullen echter beperkt zijn in duur.

17.4.2 Verwachte effecten: Exploitatiefase

De effecten tijdens de exploitatiefase zullen zeer beperkt zijn, gezien de slechts beperkte verhoging van het onderwatergeluid die verwacht wordt, de hoorbaarheid voor zeezoogdieren van draaiende turbines, en de afstand van het Norther windpark tot de Nederlandse Natura 2000 gebieden.

Als cumulatieve effect zal mogelijk een barrière-effect optreden voor migrerende zeezoogdieren; er blijft echter een ruime strook langs de kust waar zeehonden kunnen migreren, en mogelijk vermijden zeezoogdieren een park in de operationele fase niet (vb. Scheidat *et al.*, 2011) – dit is echter een leemte in de kennis.

Modellering van de verspreiding en drift van olie die vrijkomt na een scheepsongeval in het Norther projectgebied toont aan dat zeezoogdieren in de Vlake van de Raan en de Voordelta, inclusief de zeehondenkolonies, kunnen getroffen worden bij bepaalde weersomstandigheden. De mogelijke effecten zijn zeer afhankelijk van het jaargetijde (watertemperatuur en aanwezigheid van dieren), de toestand van de zee ('sea state'), het type olie, etc. Daardoor is het moeilijk te voorspellen wat de effecten zullen zijn. In een worst-case scenario kunnen enkele honderden zeehonden, inclusief pups, met olie besmeurd raken. De effecten zijn onder meer hypothermie, vergiftiging door opname van olie of met bepaalde stoffen gecontamineerde voedselorganismen, verminderde mogelijkheden voedsel te zoeken, problemen door inademen van giftige dampen of oliepartikels in de lucht, infecties van ogen of huid, etc. Daar waar volwassen zeehonden, met een dikke speklaag, mogelijk kunnen overleven tot het wisselen van de haren, zijn vooral zeehondenpups gevoelig voor hypothermie. Dergelijke risico's zijn gelijkaardig aan de reeds bestaande risico's door scheepvaart.

17.4.3 Verwachte effecten: Ontmantelingsfase

Waarschijnlijk zullen de effecten die optreden tijdens de ontmantelingsfase gelijkaardig of geringer zijn dan deze in de constructiefase.

17.4.4 Beoordeling

Conflicten met de doelstellingen voor de gewone en grijze zeehond in de Voordelta (Beheerplan Voordelta, RWS, juli 2008) worden niet verwacht. Die doelstellingen houden in dat het gebied geschikt blijft voor zeehonden en de praktische maatregelen om dit te bereiken zijn er vooral op

gericht lokale verstoring van zeehonden die rusten en zich voortplanten op de droogvallende platen te vermijden. Zo worden de betreding van platen en het vissen met staand want in de buurt van de platen beperkt.

De mogelijke effecten van de constructie en exploitatie van het windpark Norther op de bruinvis zijn in de Nederlandse Natura 2000 gebied gelijkaardig als in Belgische wateren, waar de aantallen bruinvissen ook als significant worden beschouwd in het kader van de Habitatrichtlijn (zie Degraer *et al.*, 2009). Ongetwijfeld zullen bruinvissen die zich in het gebied Vlake van de Raan bevinden, verstoord worden als er geheid wordt tijdens de constructiefase. De voorwaarden die gesteld worden (zie hoofdstuk 11), moeten een significante negatieve impact op bruinvissen door de constructie en exploitatie van het windpark voorkomen en moeten vermijden dat het gebied ongeschikt wordt als deel van hun natuurlijke habitat. Er wordt verwacht dat de verstoring tijdelijk zal zijn, en dat een volledig herstel zal optreden.

De effecten op zeezoogdieren in de Natura 2000 gebieden (Nederland) worden als aanvaardbaar geacht, gezien ze tijdelijk en lokaal zullen zijn, gezien de afstand tot de zeehondenkolonies in de Nederlandse Delta, gezien het uitgebreide foerageergebied van zeehonden, gezien het ruime verspreidingsgebied van bruinvissen, en mits het naleven van de voorwaarden (zie hoofdstuk 11).

17.5 Avifauna

17.5.1 Verwachte effecten: Constructiefase

Tijdens de constructie van een offshore windmolenpark zijn de voornaamste impacts:

- verstoring door de productie van geluid en trillingen ten gevolge van het heien van palen, het kabelleggen en de toegenomen scheepstrafiek;
- een verhoogde turbiditeit in de waterkolom door baggerwerkzaamheden.

De effecten tijdens de constructiefase van windmolenparken in Denemarken bleken soortspecifiek te zijn. Alkachtigen vermeden de zone, terwijl de zilvermeeuw *Larus argentatus* aangetrokken werd door de scheepvaartactiviteit en de mogelijkheid om te rusten op de constructies in aanbouw (Christensen *et al.*, 2003; Petersen *et al.*, 2006). Voor de verstoringgevoelige soorten gaat de constructiefase gepaard met tijdelijk habitatverlies.

Het onderwatergeluid veroorzaakt door heiwerkzaamheden zorgt voor een erg hoge geluidsdruk in de waterkolom. Naast de verstoring van lokale en foeragerende vogels is er ook een negatief effect op vislarven. In Nederland werd er aangenomen dat in een straal van 1 km van de heillocatie alle vislarven gedood worden (Prins *et al.*, 2009). Dit is echter een worst case scenario en is waarschijnlijk overschat. Zo werden er geen significante effecten gevonden op de larvale stadia van tong *Solea solea* in een laboratoriumopstelling waar heigeluid werd nagebootst (Bolle *et al.*, 2011). Deze resultaten kunnen niet geëxtrapoleerd worden voor andere soorten maar tonen wel aan dat de modelresultaten van Prins *et al.* (2009) overschat zijn. Indien heien significant negatief is voor vislarven dan kan dit een verminderd voedselaanbod betekenen voor visetende vogelsoorten na het heien en dus zorgen voor

een verminderde kwaliteit van het foerageergebied.

De volumes zand die gebaggerd en teruggestort worden, zijn afhankelijk van de gekozen configuratie en funderingstype. Indien er voor monopile funderingen wordt gekozen zal er een totaal volume van 23.000 m³ worden uitgegraven en gestockeerd. Indien er echter gravitaire funderingen worden gebruikt, loopt dit op tot 100.000 m³ per turbine. In de reeds bestaande of vergunde windmolenparken in het Belgisch deel van de Noordzee is er vooral middelmatig tot grof zand aanwezig en wordt er verwacht wordt dat de verhoging van de turbiditeit zeer beperkt zal blijven in tijd en ruimte. Bij Norther moet er rekening worden gehouden met het feit dat de installatie van dit windmolenpark nu gebeurt in een zone waar het quartair dun tot onbestaande is en waar dus tertiaire kleilagen (kunnen) dagzomen wat mogelijks een duidelijkere verhoging van turbiditeit met zich mee kan brengen (zie hoofdstuk 6). Er dient wel te worden opgemerkt dat deze tertiaire kleilagen vermoedelijk weinig in oplossing komen omdat er vermoedelijk sprake zal zijn van pellets en brokken klei. Zo stelde Kornman & van Maldegem (2002) vast dat dergelijke kleibrokken die gedumpt werden in de Westerschelde een erg hoge cohesie hadden en dat het vermoedelijk tientallen jaren duurt vooraleer die volledig geërodeerd zullen zijn.

17.5.2. Verwachte effecten: Exploitatiefase

De effecten van windmolenparken tijdens de exploitatiefase op vogels zijn op te delen in twee componenten: een directe en een indirecte. Enerzijds is er de directe mortaliteit door aanvaring van vogels met turbines met een verhoogde mortaliteit binnen de populatie tot gevolg (i.e. aanvaringsaspect), anderzijds zijn er indirecte effecten als gevolg van fysische wijzigingen van het habitat. De aanwezigheid, beweging of het geluid van de turbines kunnen leiden tot verstoring van vogels en dus tot veranderingen in de verspreiding en de densiteiten van vogels en de turbines kunnen een barrière vormen voor migrerende vogels (i.e. verstoringsaspect) (Desholm et al., 2005; Fox et al., 2006; Drewitt & Langston, 2006; ...).

Camphuizen (2011) deed onderzoek naar het foerageergedrag van kleine mantelmeeuwen uit de kolonie op Texel. Hiervoor werden een aantal vogels uitgerust met een GPS-logger. Deze data tonen aan dat de windmolenparken OWEZ en Q7, die respectievelijk 48 km en 57 km van de kolonie verwijderd zijn, binnen de range liggen van de onderzochte kleine mantelmeeuwen. Volgens Ens et al. (2007) kunnen foerageervluchten van kleine mantelmeeuw zelfs oplopen tot 90 km. De broedkolonie van kleine mantelmeeuw in het Veerse Meer bevindt zich op de Middelpaten en soms op de Goudplaat, op respectievelijk 47,5 en 42,5 km van de Norther site. Het Norther windmolenpark zal zich dus binnen de foerageer range van de kleine mantelmeeuwen in het Veerse Meer bevinden.

Gelijkaardig onderzoek naar het foerageergedrag van de kolonie kleine mantelmeeuwen op de Noordplaat (Krammer-Volkerak) toonde aan dat 98% van de foerageervluchten zich binnen 25 km van de kolonie bevond. De voedselbronnen tijdens het broedseizoen zijn, voor deze kolonie, volledig van terrestrische en zoetwater afkomst. Er werden geen mariene resten aangetroffen (Gyimesi et al., 2011). Momenteel loopt er een gelijkaardig onderzoek naar het foerageergedrag van stern en in de Voordelta. Het is bekend dat de foerageervluchten van grote stern oplopen tot 45 km van de kolonie (Garthe & Flore, 2007). De afstand van Norther tot de sternkolonie op de Hooge platen in het gebied Westerschelde – Saefthinge is 41,5 km en dus binnen de range van foeragerende grote stern. De

kolonies in de Oosterschelde en Grevelingen bevinden zich op respectievelijk 46 en 60 km en liggen dus aan de buitengrens van het foerageergebied van de daar broedende stern.

Recente resultaten van Vanermen et al. (2011) suggereren dat het windmolenpark op de Thorntonbank een aantrekkende werking heeft op grote stern en visdief. Camphuyzen (2011) toonde aan dat de Nederlandse windmolenparken erg aantrekkelijk zijn voor verschillende meeuwensoorten, waaronder kleine mantelmeeuwen, als rustgebieden. Zo trekt de centrale controle toren van het Prinses Amalia park (23 km van de kust) meeuwen aan tot in het hart van het park omdat het veel rustplaatsen biedt. In het Nederlandse OWEZ park werd vastgesteld dat er een aantrekkend effect is op aalscholvers. Die gebruiken de structuren in het windmolenpark als uitvalsbasis om te foerageren (Leopold et al., 2009). Gezien dat het Norther park het dichtst bij de kust zal gelegen zijn, valt het te verwachten dat aalscholvers, meeuwen en mogelijks ook stern en aangetrokken zullen worden door het windmolenpark.

Hoewel deze recente bevindingen positief zijn in het licht van habitatverlies, zorgt een verhoogde activiteit van deze soorten in het windmolenpark voor een hoger aanvaringsrisico (Vanermen et al., 2011).

Rekening houdend met deze foerageerafstanden is het niet ondenkbaar dat meeuwen, stern en aalscholvers vanuit de vogelrichtlijngebieden SBZ-V3 Zeebrugge (BE), Voordelta (NL), Westerschelde – Saefinghe (NL), Oosterschelde (NL) en Grevelingen (NL) tot in de projectlocatie komen om te foerageren. Van deze soorten zal kleine mantelmeeuw het gevoeligst zijn voor aanvaringen doordat ze vaak op rotorhoogte vliegen (17% van de waarnemingen op de Thorntonbank; Vanermen et al., 2009) en doordat ze groot en weinig wendbaar zijn. De aanvaringskans voor stern wordt laag ingeschat (Vanermen et al., 2009).

Tijdens de exploitatie bestaat een geringe kans op een accidentele olielozing ten gevolge van de aanvaring van een schip met een structuur van het Norther windmolenpark. Verspreiding van een dergelijke olielozing werd gemodelleerd, zodat onder verschillende omstandigheden (volume olie, type olie, weersomstandigheden) de verspreiding en stranding kan voorspeld worden. Hieruit blijkt dat bij de overheersende weersomstandigheden (ZW-wind, windsnelheid 4,5 m/s), de olie in 3 tot 6 uur na de lozing het Nederlands deel van de Noordzee zal bereiken en dat de olie de kusten van de Voordelta binnen de 72 uur kan bereiken (zie ook hoofdstuk 8 en bijlage 2). Het valt moeilijk in te schatten wat de omvang van de impact van een dergelijke accidentele olielozing op vogels zou zijn.

17.5.3. Verwachte effecten: Ontmantelingsfase

Tijdens de ontmantelingsfase zal er sprake zijn van een tijdelijke verstoring van de aanwezige avifauna door een hoge scheepstrafiek en, indien er baggerwerkzaamheden worden gedaan, een mogelijks verhoogde turbiditeit in de waterkolom.

17.5.4 Beoordeling

De BMM is van oordeel dat het voorliggende project geen significant negatieve effecten zal hebben op de avifauna van de Nederlandse Natura 2000 gebieden en dat de instandhoudingsdoelstellingen van deze gebieden, voor wat betreft avifauna, niet in het gedrang komen door de realisatie van dit project.

17.6 *Benthos en Vis*

De Nederlandse NATURA 2000 gebieden die het dichtst bij de projectzone liggen en dus eventueel gevolgen van de activiteiten zouden kunnen ervaren zijn de Vlakte van de Raan en de Voordelta. De Vlakte van Raan en de Voordelta werden onder meer aangewezen voor Habitat 1110B – permanent overstroomde zandbanken. Dit habitat komt veel voor in de zuidelijke Noordzee. Tijdens de constructie- en exploitatiefase van het Norther Windmolenpark worden geen veranderingen in de bodemdichtheid of bodemsamenstelling verwacht op Nederlandse NATURA 2000 gebieden en de instandhoudingdoelstelling voor dit habitattype op Nederlandse bodem worden niet gehypothekeerd.

Van de beschermde vissen - zeeprik, rivierprik en fint - in de Voordelta en de Vlakte van De Raan zijn geen kwantitatieve data bekend (Jak et al. 2009). Alle in de Voordelta en de Vlakte van de Raan beschermde vissoorten zijn migrerende diadrome vissen. Voor de Voordelta zijn de instandhoudingsdoelstellingen voor vissen niet gekwantificeerd. Voor Vlakte van de Raan (Jak et al. 2009) zijn ze het behoud van de omvang en de kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie deze vissen. De instandhoudingdoelstellingen zullen door de constructie- en exploitatie van het Norther Windmolenpark niet aangetast worden. De belangrijkste beperkende factor in de ontwikkeling van deze beschermde vissoorten ligt aan de fluviatiele kant en is kwaliteit en beschikbaarheid van zoetwaterhabitats en de moeilijke passeerbaarheid van sluizen (Jak et al. 2009). Hier hebben de windparken geen effect op.

18. Monitoring

18.1 Algemene visie

De BMM herinnert eraan dat volgens art. 29 van de Wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België, de toezichtsprogramma's en permanente milieueffectonderzoeken worden uitgevoerd door of in opdracht van de in art. 28, §1, van dezelfde Wet bedoelde overheid (in casu de BMM) en op kosten van de houder van de vergunningen en machtigingen.

De vereiste monitoring wordt afgeleid van de te verwachten impact van de gemachtigde/vergunde activiteiten op het mariene milieu. Met mariene milieu wordt in eerste instantie verstaan het ecosysteem van de zeegebieden, met inbegrip van de fysische, chemische, geologische en biologische componenten ervan en de functionele verbanden tussen die componenten, maar ook ecosysteemfuncties en milieuwaarden van de zeegebieden die rechtstreeks of onrechtstreeks van nut zijn voor de gebruikers van de zee en de mens in het algemeen aanbelangen.

In het koninklijk besluit van 9 september 2003 wordt gespecificeerd hoe de mogelijke impact a priori dient te worden onderzocht: het milieueffectenrapport (MER) moet een beschrijving en waardering bevatten van de te verwachten betekenisvolle effecten van de activiteit en van de beschreven alternatieven op het mariene milieu en met name, in voorkomend geval, op: de fauna, de flora, de biodiversiteit en de mens, de bodem, het water, de atmosfeer en klimatologische factoren, de energie- en grondstoffenvoorraden, het zeezicht, de materiële goederen en het culturele erfgoed, en de onderlinge wisselwerkingen tussen de voorgenoemde factoren. Verder bepaalt het KB dat de te beschrijven en waarderen effecten de directe en indirecte, secundaire, cumulatieve en synergetische, permanente en tijdelijke, positieve en negatieve effecten omvatten op korte, middellange en lange termijn. Dat zijn dus ook de factoren die a posteriori moeten kunnen onderzocht worden door een gepaste monitoring.

Vooraleer over te gaan tot het opstellen van een monitoringsprogramma is het nuttig de filosofie achter een dergelijke monitoring kort te schetsen.

De doelstelling van de monitoring is tweeledig. Enerzijds dient de monitoring in staat te zijn de effecten als gevolg van de activiteit a posteriori vast te stellen en te kwantificeren, zodat in voorkomend geval van significante, irreversibele effecten site-specifieke mitigerende maatregelen kunnen worden voorgesteld. Anderzijds dient de monitoring toe te laten deze effecten te begrijpen, zodat de verzamelde kennis kan gebruikt worden om de verdere uitoefening van de activiteit en

toekomstige gelijkaardige activiteiten a priori bij te sturen en dus nefaste effecten op voorhand uit te sluiten (= niet site-specifiek). De eerste doelstelling kan als een site-speciek controlemechanisme worden beschouwd, terwijl de tweede doelstelling de anticiperende waarde van de monitoring in functie van toekomstige projecten nastreeft.

Daarenboven worden binnen de monitoring twee aspecten onderscheiden: basismonitoring en gerichte monitoring. De basismonitoring heeft tot doel de geïntegreerde, langetermijneffecten van offshore windmolenparken op het mariene ecosysteem te kunnen kwalificeren en kwantificeren. De gerichte monitoring heeft tot doel de processen en dus de oorzaak-gevolg relaties achter de geobserveerde impacts te ontrafelen. De basismonitoring laat bijgevolg toe de aanvaardbaarheid van de milieueffecten van windmolenparken a posteriori te testen en op basis hiervan hypothesen omtrent oorzaak-gevolg relaties te postuleren. De gerichte monitoring laat dan weer toe het proces, verantwoordelijk voor de impact, te begrijpen en zodoende – indien noodzakelijk – milderende maatregelen voor toekomstige offshore windmolenparken te formuleren.

Bovenstaande filosofie houdt enkele principes in:

1. de monitoring moet de verwachte effecten in het licht kunnen stellen, i.e. de aard van het effect, de intensiteit ervan, de plaats waar het voorkomt;
2. hiervoor moet onontbeerlijk de baseline- of nulsituatie vóór het begin van de activiteit worden vastgesteld;
3. milieu-effecten die niet voorspeld waren, moeten eveneens kunnen opgespoord/opgepikt worden, i.e. onverwachte veranderingen van het ecosysteem die verband houden met de activiteit (natuurlijke variaties en variaties veroorzaakt door andere, bredere processen zoals globale opwarming moeten kunnen uitgesloten worden);
4. onverwachte gebeurtenissen, i.e. incidenten die ontstaan als gevolg van de vergunde activiteit en die een impact kunnen hebben op het milieu, moeten kunnen gekarakteriseerd worden;
5. de monitoring moet het oorzakelijke verband met de vergunde activiteiten en de overeenkomende verantwoordelijkheden vaststellen, i.e. de aard, intensiteit, plaats en tijd van voorkomen van de oorzaak, en dus bron van de storing, alsook – zo mogelijk – het mechanisme van de relatie met het waargenomen effect;
6. na de impact moet de nieuwe samenstelling en functionele toestand van het ecosysteem kunnen beschreven worden, i.e. naast de rechtstreekse gevolgen van de activiteit moeten de herschikkingen van het systeem en nieuwe evenwichten opgenomen worden;
7. tijdelijke en permanente effecten op natuurwaarden en ecosysteemfuncties moeten kunnen geëvalueerd worden: hiermee wordt verwezen naar de regelgeving, in het bijzonder de EU richtlijnen, die de evaluatie van impacten aan de hand van instandhoudingsdoelstellingen aanmoedigen;

8. alhoewel de monitoring zich in hoofdzaak zal richten op het in situ waarnemen van de milieueffecten, kan de monitoring ook in situ en ex situ experimenten vereisen. Deze experimenten moeten bijdragen tot het begrijpen van bepaalde effecten;
9. de monitoring dient te worden uitgevoerd door wetenschappers met een grondige kennis en ervaring, dit ter maximalisatie van de compatibiliteit van de over lange termijn verzamelde gegevens. Voor de monitoring dienen daarom de meest geschikte middelen en technieken te worden gebruikt en op een zodanig manier dat vergelijking met ander, gelijkaardig onderzoek mogelijk is. Daarbij kan nuttig gebruik gemaakt worden van de gestandaardiseerde bemonsteringsmethoden zoals gepubliceerd als ISO en of NBN normen meer bepaald: NBN EN ISO 5667-1, ISO 16665:2005, ISO 19493:2007;
10. in functie van de verkregen resultaten moet de mogelijkheid bestaan om de monitoring aan te passen om nieuwe kennis in het monitoringsprogramma te kunnen incorporeren en zo optimaal met de ter beschikking gestelde middelen om te gaan;
11. de resultaten van deze monitoring worden beoordeeld volgens de kwaliteitscriteria van het mariene milieu bepaald door de nationale, Europese en internationale regelgeving. Daarnaast houdt deze evaluatie rekening met de resultaten van andere gepubliceerde bronnen, zoals mariene onderzoeksprogramma's die zich bezighouden met gerelateerde onderwerpen.

Het is vanzelfsprekend dat sommige milieueffecten (bv. geluid veroorzaakt door het heien van palen in de zeebodem) activiteit- en tijdspecifiek zullen zijn terwijl andere milieueffecten (bv. de vernietiging van een bepaalde biotoop onder kunstmatige bouwwerken of in een stortplaats) site-specifiek zullen zijn. Hieruit volgt dat een deel van de monitoring specifiek is voor elk concessiegebied en dus bij elk project moet herhaald worden, terwijl andere onderdelen van de monitoring gemeenschappelijk zijn voor alle projecten. In de uitvoering van het monitoringsprogramma zal er bijgevolg voor gezorgd worden dat verworven kennis ten voordele van alle projecten geëxploiteerd wordt.

Om het voorziene monitoringsprogramma op te stellen werd bijgevolg, zoals reeds toegepast bij de andere vergunningshouders, voor een geïntegreerde aanpak gekozen. Na de baselinestudies die noodzakelijk site-specifiek zijn, wordt een gecombineerd programma van metingen en bemonsteringen opgesteld. Dit programma loopt voor de bestaande projectconcessies en het NORTHER project zal hierin geïntegreerd worden. Volgens de toekomstige ontwikkelingen zal het programma met de gepaste flexibiliteit kunnen worden herschikt en de inspanning en kost zal verdeeld worden onder de vergunningshouders op een billijke manier, die ook overeenkomt met de omvang van hun activiteit en de intensiteit van zijn milieu-impact. Er werd dus een dynamisch proces opgezet, waarvan de doeltreffendheid regelmatig in overleg met de vergunninghouders zal kunnen worden herzien.

De in het MEB opgeven staalnamefrequenties, aantal stalen en technieken zijn indicatief en dienen aangepast te worden in functie van de funderingstypes van de windmolens en de praktische haalbaarheid. Er dient zoveel mogelijk samengewerkt te worden bij het monitoren van de verschillende onderdelen en er dient ook overleg gepleegd te worden met de exploitant om de mogelijkheden te onderzoeken om bepaalde middelen (zoals bv. scheepstijd) gezamenlijk te

gebruiken. Binnen het onderzoek naar de effecten van de verschillende windmolenparken op het BDNZ zal er ook gestreefd worden naar een maximale synergie teneinde het onderzoek zo efficiënt mogelijk uit te voeren.

18.2 Voorgesteld Programma

Zoals bij wet voorzien, worden de toezichtsprogramma's en permanente milieueffect-onderzoeken uitgevoerd door of in opdracht van de BMM en op kosten van de houder van de vergunningen en machtigingen en dit voor de duur van de vergunning.

De algemene coördinatie van de monitoringsprogramma's moeten door de BMM gebeuren. Tabel 18.1 geeft een overzicht van de verdeling van de taken van de monitoring. De onderzoeken die door of in opdracht van de houder worden uitgevoerd, worden niet inbegrepen in de budgettering. In voorkomend geval valt de scheepstijd ten laste van de houder en wordt in de berekening van dit budget niet meegerekend. De kosten voor de BMM vermeld in de budgettaire tabellen blijven dan beperkt tot de controle en de evaluatie van de resulterende rapporten.

Tabel 18.1. Overzicht van de uitvoerders en van de onderwerpen van het monitoringsprogramma

NORTHER	veldwerk	onderzoek	rapportering	beoordeling
coördinatie	BMM	BMM	BMM	BMM
hydrodynamica en sedimentologie	NORTHER	NORTHER	NORTHER	BMM
onderwatergeluid	BMM	BMM	BMM	BMM
data	BMM/NORTHER	BMM/NORTHER	BMM/NORTHER	BMM
zeezicht	NORTHER	NORTHER	NORTHER	BMM
benthos en visfauna	BMM	BMM	BMM	BMM
avifauna	BMM	BMM	BMM	BMM
zeezoogdieren	BMM	BMM	BMM	BMM

De BMM beschouwt deze werkverdeling als de meeste geschikte voor het wetenschappelijk en operationeel verloop van de monitoring en tevens de meeste economische maar erkent dat andere verdelingen kunnen in overweging genomen worden. Als de BMM in overleg met de vergunninghouder er voor zou kiezen om bepaalde onderzoeken door derden te laten uitvoeren, dan dienen voorafgaand aan deze onderzoeken de methodiek en het monitoringsprogramma ter goedkeuring voorgelegd te worden aan de BMM met de garantie dat de door derden verworven gegevens volledig compatibel zijn met de reeds bestaande dataset. In voorkomend geval blijft de BMM verantwoordelijk voor de beoordeling. In tegendeel, kan er voor gekozen worden om onderzoeken die door of in opdracht van de vergunninghouder uitgevoerd moesten worden door de BMM te laten uitvoeren. In dit geval vallen de kosten ten laste van de houder en zal het budget aangepast worden.

De resultaten van de door de houder uitgevoerde onderzoeken worden door de houder aan de BMM geleverd in de vorm van ruwe data, geanalyseerd en becommentarieerd in een verklarend en besluitend

rapport. Deze rapporten moeten ieder jaar bij het jaarlijkse uitvoeringsverslag gevoegd worden. Alle monitoringsgegevens die door de houder worden verzameld, dienen volgens een op voorhand met de BMM afgesproken formaat en drager (papier, digitaal) aan de BMM te worden overgemaakt. Het concessiegebied bevindt zich in zee in een openbaar domein, waarover België rechtsbevoegdheid en internationale verplichtingen heeft. Hieruit vloeit voort dat alle monitoringsgegevens - behalve deze die rechtstreeks noodzakelijk zijn voor de bouw en exploitatie van het park waarop bepaalde regels van vertrouwelijkheid van toepassing kunnen zijn - eigendom worden van de Staat.

18.3 Voorgestelde Planning

Hieronder wordt, rekening houdend met de resultaten van de milieueffectenbeoordeling (MEB), het monitoringsplan voorgesteld door de BMM. Alle in tabel 18.1 vermelde disciplines moeten op afdoende wijze behandeld worden tijdens de nul-fase en de eerste fase van 5 jaar (constructie jaar (jaren) en begin van de exploitatiefase). Aangezien de (cumulatieve) effecten van windmolens op het mariene milieu enkel en alleen op lange termijn kunnen worden ingeschat, behelst de monitoring van de Belgische offshore windmolenparken een lange-termijn perspectief.

Uit de ervaring opgedaan door de BMM tijdens de uitvoering van de monitoring sinds 2008 (eerste jaar van de eerste vergunningshouder) wordt afgeleid dat het equivalent van 2500 mandagen²¹ per jaar volstaat ter uitvoering van de wettelijke monitoringsopdracht voor een periode van 15 jaar (dus, tot 2022) en voor de volledige windmolenzone in Belgische wateren. De verdere verplichtingen van Norther na het einde van zijn eerste fase zullen gedefinieerd worden, rekening houdend met een geschikte verdeling van de monitoring tussen de verschillende vergunningshouders. De maximale bijdrage van iedere vergunninghouder zou dus aan 5357 mandagen vanaf zijn nul-fase tot eind 2022 geplafonneerd worden. In voorkomend geval zullen de bepalingen voor de periode na 2022 ook ten gepaste tijde gedefinieerd worden.

De nul- fase omvat de monitoring gekoppeld aan de pre-constructiefase en richt zich zodoende op de vaststelling van de referentiesituatie, i.e. de milieutoestand vóór uitvoering van de werken. Deze fase vangt ten vroegste aan op de datum waarop de milieuvergunning gepubliceerd wordt en loopt tot het jaar waarin de eerste constructie-activiteiten plaats vinden.

De eerste fase vat aan in het jaar van de eerste constructie-activiteiten en loopt over een periode van vijf jaar. Na deze eerste periode worden de resultaten van de monitoringsactiviteiten grondig geëvalueerd. De jaren hier vermeld beginnen altijd op 1 januari.

Het monitoringsplan en de resultaten van de monitoring worden door de overheid jaarlijks beoordeeld. Aan de hand van deze beoordeling kan het monitoringsplan jaarlijks worden herzien. Indien de monitoring of andere informatiebronnen aantonen dat onverwachte effecten van de activiteit optreden, waarvoor geen specifieke monitoring voorzien werd, dient de monitoring aangepast te worden om hiermee rekening te houden. Het opstellen van het plan, de beoordeling en de algemene coördinatie van de monitoringsprogramma's moeten door de BMM gebeuren. Vanuit deze informatie zal de BMM

voorstellen formuleren voor de inhoud en de uitvoering van het verdere monitoringsprogramma, samen met mogelijke voorstellen van wijzigingen van de voorwaarden. De BMM zal hierover advies geven aan de minister.

18.4 Locatie van de monitoringswerkzaamheden

De monitoring moet niet beperkt blijven tot het concessiegebied. Indien gerechtvaardigd door de verwachte omvang van de directe en indirecte effecten van de vergunde activiteit zullen de monitoringswerkzaamheden zich in de omgeving van het concessiegebied kunnen uitstrekken. Goed afgebakende referentiezones zullen ook onder toezicht gehouden worden, om effecten die geen verband houden met de activiteit te kunnen uitsluiten.

De houder dient, mits goedkeuring door het Begeleidingscomité, wetenschappelijk onderzoek kosteloos toe te laten binnen de concessiezone. De BMM behoudt zich het recht voor om monitoring en wetenschappelijk onderzoek uit te voeren binnen het concessiegebied en op de structuren, op voorwaarde dat de veiligheid wordt gerespecteerd en dat de houder in kennis wordt gebracht.

Op het transformatorplatform of (een) andere geschikte locatie(s) binnen het park dient ruimte voorzien te worden vanwaar onderzoek kan uitgevoerd worden. De mogelijkheid moet voorzien worden om op dat transformatorplatform of (een) andere geschikte plaats(en) bepaalde apparatuur, zoals hydrometeorologische meetstations, IR camera, radarsysteem om vogels waar te nemen, telescoop, etc., op te stellen, en er dient geschikte stroomvoorziening en verwarming aanwezig te zijn. Bovendien moet een schuilruimte, met communicatiemiddelen en datalink naar de wal, voorzien worden waarin twee personen overdag kunnen werken en, in voorkomend geval, enkele dagen kunnen overleven indien men door omstandigheden op dit platform komt vast te zitten (vb. door veranderde weersomstandigheden).

De locatie vanwaar de monitoring gebeurt (transformatorplatform of een andere geschikte locatie(s)) moet, in overleg met de exploitant, en mits goedkeuring van het Begeleidingscomité toegankelijk zijn voor onderzoekers, ook indien dit niet voor onderzoek is dat specifiek kadert in dit monitoringsprogramma.

²¹ De BMM gebruikt de mandag (MD) als rekeneenheid. Zie toelichting hieronder.

18.5 Schatting van het budget

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

Om praktische redenen, zijn alle budgettaire posten uitgedrukt in mandagen. Deze posten omvatten de personeels- en werkingkosten van de BMM en de investeringskosten (zie indicatief overzicht van het benodigde materiaal tabel 18.2).

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

De kostprijs van een forfaitair dagtarief bedraagt 478,71 euro per mandag (in basiswaarde (100%) van oktober 2011) te indexeren volgens de index der consumptieprijzen. Op jaarbasis wordt een berekening opgemaakt van de werkelijk gemaakte kosten, die wordt doorgestuurd naar de houder. De index gebruikt voor de schuldvordering is de gemiddelde index voor het desbetreffende gefactureerde jaar.

Onderstaande budgettering houdt rekening met het feit dat de BMM de RV Belgica en haar observatievliegtuig gratis ter beschikking stelt van het monitoringsprogramma. In uitzonderlijk geval kan voor zekere specifieke staalnames, door de BMM gevraagd worden aan de exploitant om één van zijn werkschepen kosteloos ter beschikking te stellen van de BMM. Indien de exploitant geen schip ter beschikking wenst te stellen, dient hij de kosten van een ander werkschip te dragen, conform de overeen te komen operationele afspraken.

In tabel 18.3 wordt een samenvatting gegeven van de geschatte werklust voor elk onderdeel van het monitoringsprogramma. De bedragen die in dit hoofdstuk monitoring worden vermeld, zijn budgettaire ramingen. Ze moeten worden beschouwd als indicatief en maximaal.

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

Tabel 18.2 Indicatief overzicht van het benodigde materiaal

Onderwerp	Materiaal	Schatting kostprijs in oktober 2011	Omgerekend in MD
Onderwatergeluid	autonoom afgemeerde recorder	35000 €	72
Onderwatergeluid	amplifier en recorder	45000 €	96
Benthos	Labomateriaal	15000 €	32
Benthos	duikmateriaal	20000 €	40
Zeezoogdieren	aankoop voor 8 Porpoise Detector (PoDs)s	16000 €	33
Zeezoogdieren	verankering Pods T0 en constructie	6000 €	12
Zeezoogdieren	verankering Pods exploitatie	56800 €	120
Avifauna	bijdrage aankoop vogelradar	44522 €	95
Avifauna	kosten voorzien 2014-2019	49675 €	101
TOTAAL		287997 €	601 MD

Tabel 18.3 Globale werklast in mandagen voor de uitvoering van het monitoringsprogramma

Onderwerp	Referentie in de MEB	nul-fase	eerste fase van 5 jaar				
		Voor het begin van de werken	Constructiefase	.->	Exploitatiefase		
		budget/per jaar	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5
Coördinatie	18.2	80	80	80	80	80	80
Hydrodynamica en sedimentologie	6.4	31	31	30	30	30	30
Onderwatergeluid - personeel	7.2.4	56	74	72	63	63	63
Onderwatergeluid - materiaal	7.2.4	42	42	42	42	0	0
Data	8.3.3	20	20	20	20	20	20
Zeezicht	15.4	0	0	15	5	0	0
Benthos - Hard substraat	10.4.1	0	158	158	158	158	158
Benthos - Hard substraat materiaal	10.4.1	0	18	18	18	18	0
Benthos - Zacht substraat	10.4.2	282	72	72	72	72	72
Benthos - <i>Abra alba</i>	10.4.4	35	43	43	43	43	43
Benthos – Vislarven	10.4.3	0	30	30	30	30	30
Avifauna – personeel	12.4	92	92	92	92	92	92
Avifauna – materiaal	12.4	64	33	33	33	33	0
Zeezoogdieren – personeel	11.4	75	75	75	75	75	75
Zeezoogdieren – materiaal	11.4	15	15	15	40	40	40
TOTAAL		792	783	795	801	754	703

18.6 Voorwaarden

De retributie voor de monitoring dient betaald te zijn binnen de 6 weken van de verzending van de schuldvordering, met de bewijsstukken zoals vermeld in de MEB, door de BMM. De betaling van de retributie dient tenminste op jaarlijkse basis te gebeuren.

De houder dient, mits goedkeuring door het begeleidingscomité en naleving van veiligheidsvoorwaarden die door het begeleidingscomité worden voorgesteld, wetenschappelijk onderzoek kosteloos toe te laten binnen de concessiezone. De BMM behoudt het recht om monitoring en wetenschappelijk onderzoek uit te voeren binnen het concessiegebied en op de structuren, op voorwaarde dat de veiligheid wordt gerespecteerd en dat de houder hiervan voorafgaandelijk in kennis is gebracht.

Op het transformatorplatform of (een) andere geschikte locatie(s) binnen het park dient ruimte voorzien te worden vanwaar onderzoek kan uitgevoerd worden. De mogelijkheid moet voorzien worden om op dat transformatorplatform of (een) andere geschikte plaats(en) bepaalde apparatuur, zoals hydrometeorologische meetstations, IR camera, radarsysteem om vogels waar te nemen, telescoop, enz., op te stellen, en er dient geschikte stroomvoorziening en verwarming aanwezig te zijn. Bovendien moet een schuilruimte, met communicatiemiddelen en datalink naar de wal, voorzien worden waarin twee personen overdag kunnen werken en, in voorkomend geval, enkele dagen kunnen overleven indien men door omstandigheden op dit platform komt vast te zitten (vb. door veranderde weersomstandigheden).

De locatie vanwaar de monitoring gebeurt (transformatorplatform of een andere geschikte locatie(s)) moet, in overleg met de exploitant, en mits goedkeuring van het Begeleidingscomité toegankelijk zijn voor onderzoekers, ook indien dit niet voor onderzoek is dat specifiek kadert in dit monitoringsprogramma.

19. Inhoudsbepaling jaarlijks uitvoeringsverslag

Ter ondersteuning van voornoemde milieueffectenbeoordeling is de vergunningshouder of machtigingshouder verplicht tot het jaarlijks indienen bij de BMM van een verslag betreffende de wijze waarop de vergunde of gemachtigde activiteit werd uitgevoerd. Het uitvoeringsverslag inzake een gegeven kalenderjaar wordt ingediend vóór 15 maart van het navolgende kalenderjaar.

Het verslag bevat tenminste de hieronder beschreven informatie. Deze bepalingen kunnen ten alle tijde door de BMM aangepast worden.

1. Alle informatie die specifiek in de voorwaarden gevraagd worden.
2. De monitoringsresultaten die onder de rechtstreekse verantwoordelijkheid van de aanvrager vallen.
3. Gegevens omtrent de werking van de turbines (voor elke windturbine):
 - rotatiesnelheid van de rotorbladen;
 - “pitch” van de rotorbladen;
 - rotatiesnelheid van de alternator;
 - richting van de gondel;
 - periode(s) en redenen van buitendienststellingen (defecten, weersomstandigheden, onderhoud, enz.).
4. Aard en datum van technische defecten en datum van herstelling.
5. Netto en bruto stroomproductie per turbine.
6. Netto stroomproductie van het park.
7. Omgevingsparameters.
8. De meteorologische parameters die op elke windturbine worden gemeten zullen op een beknopte manier worden voorgesteld, samen met de referentiegegevens die op de meetmast gemeten werden. Een statistische verwerking van al deze gegevens (o.a. ruimtelijke verschillen) wordt ook verwacht.
9. Overzicht van de gebeurtenissen die de veiligheid van de installaties, de goederen en de personen en/of het milieu hebben kunnen beïnvloeden.
10. Dit rapport bevat tevens de resultaten van de uitgevoerde survey ter bepaling van de effectieve diepte van de kabels
11. Lijst van de personeelsleden die ingevolge hun functie direct betrokken zijn bij de gang van zaken in of op de inrichting en op de hoogte zijn van de voorschriften in de vergunning en/of machtiging gesteld.

De ruwe gegevens (t.t.z. de gegevens in een bruikbare vorm en met dezelfde tijd- en ruimte resolutie dan de oorspronkelijke metingen) zullen apart in één of meerdere informaticabestand(en) worden overgemaakt aan de BMM. De modaliteiten (formaat, drager, enz.) worden gezamenlijk gedefinieerd en door de BMM goedgekeurd. Het verslag zelf bevat slechts de gesynthetiseerde en geanalyseerde resultaten.

20. Referenties

- Alerstam, T., 1990, Bird migration. Cambridge University Press, Cambridge. 420 pp.
- Anoniem, 2004, Wind power in Wales: the potential visual impact of wind turbines in relation to distance, 3 pp. Website: <http://www.cprw.org.uk/wind/Hlords/hlapp1.htm>
- Arcadis, 2011. Milieueffectenrapport – Offshore North Sea Power windpark. 418 pp. + annexes.
- ASCOBANS, 2011. Report of the 18th Meeting of the ASCOBANS Advisory Committee. UN Campus Bonn, Germany, to 6 May 2011.
- Bailey, H., Seniora, B., Simmons, D., Rusin, J., Picken, G. en Thompson, P.M., 2010. Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. *Marine Pollution Bulletin* 60(6): 888-897.
- Bain, D.E. en Williams, R., 2006. Long-range effects of airgun noise on marine mammals: responses as a function of received sound level and distance. IWC-SC/58/E35.
- BERR – Department for Business Enterprise en Regulatory Reform in association with Defra, 2008. Review of cabling techniques and environmental effects applicable to the offshore wind farm industry. Technical report.
- BMM, 2004. Bouw en exploitatie van een windmolenpark op de Thorntonbank in de Noordzee: Milieueffectenbeoordeling van het project ingediend door de n.v. C-Power. 156 pp.
- BMM, 2006. Milieueffectenbeoordeling van de Aanvraag van de n.v. C-Power tot wijziging van de vergunning en machtiging voor het bouwen, inclusief de aanleg van kabels, en het exploiteren van een min 216 - max 300 MW farshore windenergiepark op de Thorntonbank. 45 pp.
- BMM, 2007. Milieueffectenbeoordeling van het BELWIND offshore windmolenpark op de Bligh Bank. 182 pp.
- BMM, 2009. Milieueffectenbeoordeling van het ELDEPASCO offshore windmolenpark op de Bank zonder Naam. 169 pp.
- Bochert T. en Zettler M., 2004. Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 25: 498-502.
- Bolle et al., Shortlist masterplan wind. Effect of piling noise on the survival of fish larvae (pilot study). 138 pp.
- Bolle, L.J., C.A.F. de Jong, S. Bierman, D. De Haan, T. Huijter, D. Kapitein, M. Lohman, S. Tribuhl, P. Van Beek, C.J.G. van Damme, F. Van den Berg, J. Van der Heul, O. Van Keeken, P.
- Bolle, L.J., de Jong, C.A.F., Bierman, S. de Haan, D., Huijter, T., Kaptijn, D., Lohman, M., Tribuhl, S., van Beek, P., van Damme, C.J.G., van den Berg, F., van der Heul, J., van Keeken, O., Wessels, P., Winter, E., 2011 Shortlist masterplan wind : effect of piling noise on the survival of fish larvea (pilot study). Report IMARES Wageningen UR (C092/11), 138 p.
- Bonne, W., 2003. Benthic copepod communities in relation to natural and anthropogenic influences in the North Sea. Gent, Belgium: University of Gent, Ph.D. thesis, 289p.
- Boyd I., Brownell B., Cato D., Clarke C., Costa D., Evans P., Gedanke J., Gentry R., Gisner B., Gordon J., Jepson P., Miller P., Rendell L., Tasker M., Tyack P., Vos E., Whitehead H., Wartzok D.,

- Zimmer W. 2008. The effects of anthropogenic sound on marine mammals. A draft research strategy. European Science Foundation Marine Board Position paper 13. 92 pp.
- Brabant R. en Jacques T.G., 2009. Research strategy and equipment for studying flying birds in wind farms in the Belgian part of the North Sea. In: Degraer, S. en Brabant, R. (Eds.) (2009) Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: State of the art after two years of environmental monitoring. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. Chapter 9, pp. 223-235.
- Brabant, R., S. Degraer en B. Rumes. 2011. Offshore wind energy development in the Belgian part of the North Sea en anticipated impacts: an update. In: Degraer, S., R. Brabant en B. Rumes (Eds.) (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 157 pp. + annex.
- Brandt, M.J., Diederichs, A., Betke, K. en Nehls, G., 2011. Responses of harbour porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. Marine Ecology Progress Series 421: 205–216; doi: 10.3354/meps08888.
- Brasseur, S., Aarts, G., Meesters, E., van Polanen-Petel, T., Dijkman, E., Cremer, J. en Reijnders, P., 2010a (in press). Habitat preferences of harbour seals in the Dutch coastal area: analyses and estimate of effects of offshore wind farms. IMARES Report number: OWEZ R 252 T1 20100929 p 55
- Brasseur, S., van Polanen Petel, T., Aarts, G., Meesters, E., Dijkman, E. en Reijnders, P., 2010b. Grey seals (*Halichoerus grypus*) in the Dutch North sea: population ecology and effects of wind farms. IMARES Report number C137/10.
- Brown, C., 2005. Offshore wind farm helicopter search and rescue trials undertaken at the North Hoyle wind farm. Report of helicopter SAR trials undertaken with Royal air force valley 'C' flight 22 squadron on march 22, 2005. 30 pp.
- Buurma, L.S., 1987. Patronen van hoge vogeltrek boven het Noordzeegebied in Oktober. Limosa, 60: 63-74.
- Camphuysen K.C.J., 2011. Lesser Black-backed Gulls nesting at Texel: Foraging distribution, diet, survival, recruitment and breeding biology of birds carrying advanced GPS loggers. Royal Netherlands Institute for Sea Research (Royal NIOZ), Marine ecology department. NIOZ-Report 2011-05, 75pp.
- CEFAS, 2006. Scroby Sands Offshore Wind Farm – Coastal Processes Monitoring. Final Report for the Department of Trade and Industry. Contract AE0262, CEFAS Lowestoft Laboratory, Lowestoft, UK, 51 pp.
- CEFAS, 2010. Strategis review of offshore wind farm monitoring data associated with FEPA licence conditions. Project ME1117, August 2010, 42 pp.
- Christensen, T.K., Clausager, I. en Petersen, I.K., 2003. Base-line investigations of birds in relation to an offshore wind farm at Horns Rev, and results from the year of construction. Commissioned report to Tech-wise A/S. National Environmental Research Institute. 65 pp.
- CMACS, 2003. A baseline assessment of electromagnetic fields generated by offshore windfarm cables. COWRIE Report EMF-01-2002 66. 71pp.
- Coates, D., J. Vanaverbeke, M. Rabaut and M. Vincx, 2011. Soft-sediment macrobenthos around off-

- shore wind turbines in the Belgian Part of the North Sea reveals a clear shift in species composition. in: Degraer, S., R. Brabant en B. Rumes (Eds.) (2010). *Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Part 3*. Royal Belgian Institute of natural sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine Ecosystem Management Unit.
- de Kok, J.M., 1994. Numerical modelling of transport processes in coastal waters. Ph.D. Thesis, University of Utrecht, The Netherlands.
- De Maerschalck, V., K. Hostens, J. Wittoeck, K. Cooreman, Magda Vincx en S. Degraer (2006). Monitoring van de effecten van het Thornton windmolenpark op de benthische macro-invertebraten en de visfauna van zachte substraten – Referentietoestand. Eindrapport. Ugent-DvZ report. MUMM.
- Degraer S., J. Wittoeck, W. Appeltans, K. Cooreman, T. Deprez, H. Hillewaert, K. Hostens, J. Mees, W. Vanden Berghe en M. Vincx, 2006. *De macrobenthosatlas van het Belgisch deel van de Noordzee*. Federaal Wetenschapsbeleid, Brussel, België D/2005/1191/5. 164 pp.
- Degraer, S. en Vincx, M., 1995. *Onderzoek naar de ruimtelijke variatie van het macrobenthos voor de Westkust in functie van de ecologische bijsturing van een kustverdedigingsproject*. Eindrapport BNO/NO/1994 (AMINAL, ministerie van de Vlaamse Gemeenschap), Ghent University, Gent.
- Degraer, S., Braeckman, U., Haelters, J., Hostens, K., Jacques, T., Kerckhof, F., Merckx, B., Rabaut, M., Stienen, E., Van Hoey, G., Van Lancker, V. en Vincx, M., 2009. Studie betreffende het opstellen van een lijst met potentiële Habitatrichtlijn gebieden in het Belgische deel van de Noordzee. Eindrapport in opdracht van de Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, Directoraat-generaal Leefmilieu. Brussel, België. 93 p.
- Degraer, S., E. Verfaillie, W. Willems, E. Adriaens, M. Vincx en V. Van Lancker, 2008. Habitat suitability modelling as a mapping tool for macrobenthic communities: An example from the Belgian part of the North Sea. *Continental Shelf Research*, 28(3):369-379. doi: 10.1016/j.csr.2007.09.001.
- Degraer, S., R. Brabant en B. Rumes, 2010. *Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability*. Royal Belgian Institute of natural sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine Ecosystem Management Unit. 212 pp.
- Degraer, S., U. Braeckman, J. Haelters, K. Hostens, T. Jacques, F. Kerckhof, B. Merckx, M. Rabaut, E. Stienen, G. Van Hoey, V. Van Lancker en M. Vincx, 2009. *Studie betreffende het opstellen van een lijst van potentiële Habitatrichtlijngebieden in het Belgische deel van de Noordzee*. Final report i.o.v. FSP Environment, Marine Environment. 93 pp.
- Degraer, S., V. Van Lancker, G. Moerkerke, G. Van Hoey, K. Vanstaen, M. Vincx en J.-P. Henriët, 2003. *Evaluation of the ecological value of the foreshore: habitat-model and macrobenthic side-scan sonar interpretation: extension along the Belgian Coastal Zone*. Final report. Ministry of the Flemish Community, Environment and Infrastructure. Department. Waterways and Marine Affairs Administration, Coastal Waterways.
- Degraer, S., Vincx, M., Meire, P. en Offringa, H., 1999. The macrozoobenthos of an important wintering area of the Common scoter (*Melanitta nigra*). *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.*, 79:243-251.
- Degrendele, K.; Roche, M.; Schotte, P.; Van Lancker, V.; Bellec, V.; Bonne, W., 2010. Morphological evolution of the Kwinte Bank central depression before and after the cessation of aggregate extraction

J. Coast. Res. SI 51: 77-86

Dekoninck L. and Botteldooren D., 2010. C-Power Immissiemetingen bij de off-shorewindturbines. Universiteit Gent report. 22pp

Department of Energy and Climate Change, 2008a. Review of Round 1 sediment process monitoring data – lessons learnt. A Report for the Research Advisory Group. Final Report, 23 pp + App. (107 pp).

Department of Energy and Climate Change, 2008b. Dynamics of scour pits and scour protection – Synthesis report and recommendations (Milestones 2 and 3). A Report for the Research Advisory Group. Final Report, 18 pp + App. (96 pp).

Derous, S., 2007. *Marine Biological Valuation as a decision support tool for marine management*. PhD dissertation, Ghent University. 298 pp.

Derweduwen, J., Vandendriessche, S. en Hostens, K., 2010. Monitoring the effects of the Thorntonbank and Bligh Bank wind farms on the epifauna and demersal fish fauna of soft bottom sediments: Thorntonbank: status during construction (T2), Bligh Bank: status during construction (T1). In: Degraer, S., Brabant, R. en Rumes, B. (Eds.). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels Chapter 8: 105-131.

Desholm, M., Fox, A.D. en Beasley, P.D., 2005. Best practice guidance for the use of remote techniques for observing bird behaviour in relation to offshore wind farms (Cowrie) 94 pp.

Di Marcantonio M. et al., 2009. Milieueffectenbeoordeling van het Northwind offshore windmolenpark op de Bank zonder Naam. BMM, KBIN, Brussel, 169 pp.

Diederich, S., 2005. Differential recruitment of introduced Pacific oysters and native mussels at the North Sea coast: coexistence possible? J. Sea Res. 53(4): 269-281

Diederichs, A., Brandt, M.J. en Nehls, G., 2011. Duration of ramming procedure has a clear effect on displacement of harbour porpoises. 25th Conference of the European Cetacean Society, Book of Abstracts, 21–23 March 2011, Cádiz, Spain.

Diederichs, A., Nehls, G., Dähne, M., Adler, S., Koschinski, S. en Verfuss, U., 2008. Methodologies for measuring and assessing potential changes in marine mammal behaviour, abundance or distribution arising from the construction, operation and decommissioning of offshore windfarms. BioConsult SH report to COWRIE Ltd.

Drewitt, A.L. en Langston, R.H.W., 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. (Ibis) 148, 29 – 42.

Dulière, V. en Legrand, S., 2011. Oil Spill drift study for Norther, 12pp.

EC, 2010. EU Guidance on wind energy development in accordance with the EU nature legislation. European Commission, October 2010.

Ecolas NV, 2003. Milieueffectenrapport voor een Offshore windturbinepark op de Thorntonbank. Uitgevoerd in opdracht van C-Power. 241 p. + app.

Edrén, S.M.C., Andersen, S.M., Teilmann, J., Carstensen, J., Harders, P.B., Dietz, R. en Miller, L.A., 2010. The effect of a large Danish offshore wind farm on harbor and gray seal haul-out behavior. Marine Mammal Science 26(3): 614-634. DOI: 10.1111/j.1748-7692.2009.00364.x

Edrén, S.M.C., Teilmann, J., Dietz, R. en Carstensen, J., 2004. Effects from the construction of Nysted Offshore Wind Farm on seals in Rødsand seal sanctuary based on remote video monitoring. Report

- commissioned by ENERGI E2 A/S. Ministry of the Environment, Denmark. 33 p.
- Ens, B., 2007. SOVON in de ruimte. SOVON nieuws 20 (3) pp. 6 – 8.
- Erickson, W.P., Johnson, G.D., Strickland, M.D., Young, D.P., Jr Sernja, K.J. en Good, R.E. 2001. Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States. Western EcoSystems Technology Inc. National Wind Coordinating Committee Resource Document. <http://www.nationalwind.org/publications/avian.htm>
- Essink, K., 1999. Ecological effects of dumping of dredged sediments; options for management. *Journal of Coastal Conservation* 5: 69-80.
- European Commission, 2008. An Energy Policy for Europe – COM(2007)1, 28 pp.
- Eurostat, 2010. Electricity Statistics – Provisional Data for 2009. European Commission, 8 pp.
- Fettweis M., Francken, F., Pison, V., Van den Eynde D., 2006. Suspended particulate matter dynamics and aggregate sizes in a high turbidity area. *Marine Geology*, 235, 63-74
- Fettweis, M. and D. Van den Eynde, 2003. The mud deposits and the high turbidity in the Belgian-Dutch coastal zone, southern bight of the North Sea. *Continental Shelf Research*, 23, 669-691.
- Fettweis, M.; Nechad, B.; Van den Eynde, D., 2007. An estimate of the suspended particulate matter (SPM) transport in the southern North Sea using SeaWiFS images, in situ measurements and numerical model results *Cont. Shelf Res.* 27(10-11): 1568-1583
- Fox, A.D., Desholm, M., Kahlert, J., Christensen, T.K. en Petersen, I.B.K., 2006. Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds (*Ibis*) 148, 129 – 144.
- Galagan, C., T. Isaji and C. Swanson, 2005. Estimates of seabed scare recovery from jet plow cable burial operations and possible cable exposure on Horseshoe Shoal from sand wave migration. ASA Report 05-128, Appendix 3.14-A, 16 pp.
- Garthe, S. en Flore, B.-O., 2007. Population trend over 100 years and conservation needs of breeding sandwich terns (*Sterna sandvicensis*) on the German North Sea coast. *Journal of Ornithology* 148 (2): 215-227.
- Gerdes, G., Jansen, A., Rehfeldt, K., Teske, S., 2005. Offshore Wind Energy – Implementing a New Powerhouse for Europe. Grid connection, environmental impact assessment. 164 pp.
- Germanischer Lloyd, 2003. Offshore wind energy park Thorntonbank. Technical risk analysis. Report nr. GL-O-03-291. 145 pp.
- Giardino, A., D. Van den Eynde and J. Monbaliu, 2008. Wave effects on the morphodynamic evolution of an offshore sand bank. Accepted for publication in *Journal of Coastal Research*, Special Volume on the Eumarsand project.
- Gill A., Huang Y., Gloyne-Phillips I., et al., 2009. EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub-sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. COWRIE report. Ref EP-2054-ABG. 68 pp.
- Gill, A.B. en Taylor, H., 2001. The potential effects of electromagnetic fields generated by cabling between offshore wind turbines upon elasmobranch fishes. Countryside Council for Wales, Contract Science Report 488.
- Gill, A.B., Gloyne-Phillips, I., Neal, K.J. en Kimber, J.A., 2005. Cowrie 1.5 Elektromagnetic Fields Review: The potential effects of electromagnetic fields generated by sub-sea power cables associated

with offshore wind farm developments on electrically and magnetically sensitive marine organisms – a review. 90pp.

Gordon J., Thompson D., Gillespie D., Lonergan M., Calderan S., Jaffey B and Todd V., 2007. Assessment of the potential for acoustic deterrents to mitigate the impact on marine mammals of underwater noise arising from the construction of offshore windfarm. COWRIE report DETER-01-2007.

Grontmij Vlaanderen, 2010. Monitoring van de effecten van far-shore windmolenparken op het landschap- deel socio-landschappelijk onderzoek: eindrapport, 146 pp.

Grontmij, 2006. Offshore windpark Katwijk – Milieueffectrapport. Definitief. In opdracht van WEOM. 335pp.

Haelters J., Norro A. en Jacques T., 2009. Underwater noise emission during the phase I construction of the C-Power wind farm and baseline for the Belwind wind farm. In Degraer S. en Brabant R. Ed. Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea. State of the art after two years of environmental monitoring. MUMM Bruxelles, 2009. 288pp and 7 annexes.

Haelters, J., 2009. Monitoring of marine mammals in the framework of the construction and exploitation of offshore windfarms in Belgian marine waters. In: Degraer, S. en Brabant, R. (Eds.). Offshore windfarms in the Belgian part of the North Sea: State of the art after two years of environmental monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Department MUMM, Chapter 10: 237-266.

Haelters, J., Kerckhof, F., Jacques, T.G. en Degraer, S., 2010. Spatio-temporal patterns of the harbour porpoise *Phocoena phocoena* in the Belgian part of the North Sea. In: Degraer, S., Brabant, R. en Rumes, B. (Eds.). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels, Chapter 10: 153-163.

Haelters, J., Kerckhof, F., Verheyen, D. en Jauniaux, T., 2011b. The diet of harbour porpoises by-caught or washed ashore in Belgium: exploratory study and results of initial analyses. Royal Belgian Institute of Natural Sciences (MUMM), Brussels. Report funded by the Federal Public Service for Health, Food Chain Safety and Environment (DG5 – Marine Environment), in the framework of the ASCOBANS North Sea Harbour Porpoise Conservation Plan. 29 p.

Haelters, J., Kerckhof, F., Vigin, L. en Degraer, S., 2011a. Offshore windfarm impact assessment: monitoring of marine mammals during 2010. In: Degraer, S., Brabant, R. en Rumes, B. Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels. p. 131-146.

Hassani, S., Dupuis, L., Elder, J.F., Caillot, E., Gautier, G., Hemon, A., Lair, J.-M. en Haelters, J., 2011. A note on harbour seal (*Phoca vitulina*) distribution and abundance in France and Belgium. In: Desportes, G., Bjørge, A., Rosing-Asvid, A. en Waring, T. (Eds.). Harbour seals in the North Atlantic and the Baltic. NAMMCO Scientific Publications Vol. 8, 107-115.

Henriet, J.-P., Versteeg, W., Staelens, P., Vercruysse, J. en Van Rooij, D., 2006. Monitoring van het onderwatergeluid op de Thorntonbank: referentietoestand van het jaar nul, eindrapport. Studie in opdracht van het KBIN/BMM, rapport JPH/2005/sec15, Renard Centre of Marine Geology Ghent University, Belgium July, 2006

Houziaux, J.-S., Kerckhof, F., Degrendele, K., Roche, M. en Norro A., 2008. The Hinder banks: Yet

- an important region for the Belgian marine biodiversity ('HINDERS'). Belgian Science Policy Office, Final report. 123 pp. + 131 pp. Annexes.
- Huddelston, J. (ed) 2010. Understanding the environmental impacts of offshore windfarms COWRIE 138 pp.
- Hüppop, O., Dierschke, J., Exo, K.M., Fredrich, E. en Hill R., 2006. Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines, *Ibis* 148: 90-109.
- Hvidt, C.B., 2004. Electromagnetic fields and the effect on fish. Results from the investigations at Nysted Offshore Wind Farm. Presentation held at the conference Offshore Wind Farms and the Environment, Billund (DK) September 22nd 2004.
- IMDC, 2010. MER voor de extractie van mariene aggregaten in de exploratiezone van het Belgisch deel van de Noordzee. Milieueffectrapport zandextractie Noordzee. 250 pp.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- Jak, R.G., Bos, O.G., Witbaard, R. en Lindeboom, H.J., 2009. Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000 gebieden Noordzee. IMARES, Wageningen, Nederland.
- JNCC, 2010. Guidelines for minimising the risk of injury and disturbance to marine mammals from seismic surveys. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, UK.
- Johnson, G.D., Erickson, W.P., Strickland, M.D., Shepherd, M.F., Shepherd, D.A. en Sarappo, S.A. 2002. Collision mortality of local and migrant birds at a large-scale windpower development on Buffalo Ridge, Minnesota. *Wildlife Soc. Bull.* 30: 879–887.
- Karlsson, J. 1983. Faglar och vindkraft. Lund, Sweden: Ekologihuset.
- Kerckhof, F., A., Norro en T.G., Jacques, 2009. Early colonisation of a concrete offshore wind mill foundation by marine biofouling on the Thornton Bank (southern North Sea), *in*: Degraer S. en Brabant R. (Eds.) Offshore windfarms in the Belgian part of the North Sea: State of the art after two years of environmental monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine Ecosystem Management Unit. pp. 39-51.
- Kerckhof, F., J., Haelters en S., Gollasch, 2007. Alien species in the marine and brackish ecosystem: the situation in Belgian waters. *Aquatic Invasions* 2(3): 243-257.
- Kerckhof, F.; Degraer, S, Norro, A.; Rumes, B.; 2011. Offshore intertidal hard substrata: a new habitat promoting non-indigenous species in the Southern North-Sea: An exploratory study.
- Kerckhof, F.; Rumes, B.; Jacques, T.; Degraer, S.; Norro, A. 2010. Early development of the subtidal marine biofouling on a concrete offshore windmill foundation on the Thornton Bank (southern North Sea): first monitoring results *Underwat. Technol.* 29(3): 137-149
- Kerckhof, F.; Rumes, B.; Norro, A.; Jacques, T.G.; Degraer, S., 2010. Seasonal variation and vertical zonation of the marine biofouling on a concrete offshore windmill foundation on the Thornton Bank (southern North Sea), *in*: Degraer, S. et al. (Ed.) (2010). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. pp. 53-68, details
- Kirshvink, J.L., 1997. Magnetoreception: homing in on vertebrates. *Nature* 390: 339-340.
- Köller, J., Köppel, J. and Peters, W. (eds), 2006. Offshore Wind Energy. Research on Environmental Impacts, Berlin, Germany

- Koops, F. B. J., 2000. Electric and magnetic fields in consequence of undersea power cables. In: ICNIRP: Effects of Electromagnetic Fields on the Living Environment, pp. 189 – 210
- Kornman, A.B en van Maldegem, D.C., 2002. Evaluatie van de effecten van het verspreiden van Boomse Klei in de Westerschelde. Eindrapportage monitoring boorspecie. Rapport RIKZ 2002.052. 36 pp
- Krijgsveld, K.L., Fijn, R.C., Heunks, C., van Horssen, P.W., de Fouw, J., Collier, M., Poot, M.J.M., Beuker, D. en Dirksen S., 2010. Effect studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee: Progress report on fluxes and behaviour of flying birds covering 2007 & 2008. 103 pp.
- Lanckneus, J., V. Van Lancker, G. Moerkerke, D. Van den Eynde, M. Fettweis, M. De Batist and P. Jacobs, 2001. Investigation of the natural sand transport on the Belgian Continental Shelf (BUDGET). Final Report. Federal Office for Scientific, Technical and Cultural Affairs, (OSTC), 104 pp. + 87 pp.
- Lauwaert, B., K. Bekaert, M. Berteloot, A. De Backer, J. Derweduwen, A. Dujardin, M. Fettweis, H. Hillewaert, S. Hoffman, K. Hostens, S. Ides, J. Janssens, C. Martens, T. Michielsens, K. Parmentier, G. Van Hoey and T. Verwaest, 2009. Synthesis report on the effects of dredged material disposal on the marine environment (licensing period 2008-2009). MUMM, ILVO, CD? aMT, WL report BL/2009/01, 73 pp. http://www.mumm.ac.be/Downloads/News/synthesis_report_PW_2009.pdf.
- Lauwaert, B.; Bekaert, K.; Berteloot, M.; De Brauwer, D.; Fettweis, M.; Hillewaert, H.; Hoffman, S.; Hostens, K.; Mergaert, K.; Moulaert, I.; Parmentier, K.; Vanhoey, G.; Verstraeten, J., 2008. Syntheserapport over de effecten op het maritieme milieu van baggerspeciestorringen (vergunningperiode 2006-'08). Afdeling Maritieme Toegang/BMM/ILVO/Vlaamse Overheid. Afdeling Kust[S.l.]. 128 + 2 maps, CD-ROM pp.
- Leopold M F, Camphuysen C J, Verdaat H, Dijkman E M, Meesters H W G, Aarts G M, Poot M and Fijn R., 2009 Local Birds in and around the OffshoreWind Park Egmond aan Zee (OWEZ) (T-0 en T-1) IMARES, Wageningen UR Report number: OWEZ R 221 T1 20100329, pp. 269.
- Leopold, M.F. en Camphuysen, K.C.J., 2007. Did the pile driving during the construction of the Offshore Wind Farm Egmond aan Zee, the Netherlands, impact local seabirds? NoordzeeWind Rapport OWEZ R 221 Tc 20070525. 28 pp.
- Lindeboom H J, H J Kouwenhoven, M J N Bergman, S Bouma, S Brasseur, R Daan, R C Fijn, D de Haan, S Dirksen, R van Hal, R Hille Ris Lambers, R ter Hofstede, K L Krijgsveld, M Leopold en M Scheidat, 2011. Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation. Environmental Research Letters 6. doi:10.1088/1748-9326/6/3/035101.
- Lubbe, S., 2010. Tussentijdse herziening structuurvisie Noordzee op zee - passende beoordeling. Royal Haskoning, rapport in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- Lucke K., Daehne M., Ruser A., Weychardt J.H., Jacobsen M., Lepper P and Siebert U., 2011. Attenuating sound underwater with air bubble curtains/ practicality and cost vs. attenuation efficiency. In Underwater Acoustic Measurements Conference proceedings. Papadakis J and Bjorno L (ed) pp. 713.
- Lucke, K., Dähne, M., Peschko, V., Müller, S., Adler, S., Gilles, A., Krügel, K., Brandecker, A., Sundermeyer, J., Verfuss, U., Benke, H. en Siebert, U., 2011. StUKplus: Investigations in addition to the effects monitoring – marine mammals. Meeresumwelt-Symposium, Hamburg, Proceedings p.61-62.

- Luyten, P. J., J.E. Jones, R. Proctor, A. Tabor, P. Tett and K. Wild-Allen, 1999. COHERENS, a coupled hydrodynamical-ecological model for regional and shelf seas: User Documentation. MUMM report, Brussels, Belgium. 911 pp. <http://www.mumm.ac.be/coherens>.
- Mackinson, S., H. Curtis, R. Brown, K. McTaggart, N. Taylor, S. Neville en S. Rogers, 2006. A report on the perceptions of the fishing industry into the potential socio-economic impacts of offshore wind energy developments on their work patterns and income. Sciences Series Technical Report 133. 99 pp.
- Maes, F., J. Schrijvers, V. Van Lancker, E. Verfaillie, S. Degraer, S. Derous, B. De Wachter, A/Volckaert, A. Vanhulle, P. Vandenabeele, A. Cliquet, F. Douvere, J. Lambrecht en R. Makgill, 2005. Towards a spatial structure plan for sustainable management of the sea. Research in the framework of the BELSPO Mixed Actions – SPSD II, Juni 2005. pp. 539.
- Marin, 2009. Veiligheidsstudie offshore windpark ‘Eldepasco’, 94 pp.
- Marin, 2011a. Veiligheidsstudie offshore windpark North Sea Power, 84pp.
- Marin, 2011b Aanvulling veiligheidsstudie offshore windpark North Sea Power, 97 pp.
- Martínez, E., F. Sanz, S. Pellegrini, E. Jiménez en J. Blanco, 2009. Life cycle assessment of a multi-megawatt wind turbine. *Renewable Energy* 34: p. 667-673.
- Mathys, P.; V. Meirschaeft, J. Portilla, ; J. De Rouck, G. De Volderen L. Dewilde, 2009. OPTIEP-BCP: Optimalisering van de basiskennis over het energiepotentieel op het Belgisch Continentaal Plat. In opdracht van het Federaal Wetenschapsbeleid, Strategische Prioriteiten van de Federale Overheid (AP/42), 192 pp.
- Morell, M., Degollada, E., Alonso, J.M., Jauniaux, T. en Andre, M., 2009. Decalcifying odontocete ears following a routine protocol with RDO (R). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 376: 55-58.
- Mott Mc Donald, 2011. Bligh Bank offshore wind farm. MUMM project monitoring. Concluding report executive summary, 16 pp
- Mueller-Blenkle, C., McGregor, P.K., Gill, A.B., Andersson, M.H., Metcalfe, J., Bendall, V., Sigra, P., Wood, D.T. en Thomsen, F., 2010. Effects of Pile-driving Noise on the Behaviour of Marine Fish. COWRIE Ref: Fish 06-08, Technical Report 31st March 2010
- Murray, R.W., 1974. The ampullae of Lorenzini, In *Electroreceptors and other specialized organs in lower vertebrates*, (ed. A. Fessard). Springer-Verlag, New-York: 125-146.
- Nedwell J.R. and Howell D. A., 2004. Review of offshore windfarm related underwater noise sources. Report N° 544 R 0308 COWRIE . 57 pp
- Nehls G., Betke K., Eckelmann S. en Ros, M., 2007. Assessment and cost of potential engineering solutions for the mitigation of the impacts of underwater noise arising from the construction of offshore windfarms. Cowrie report ENG-01-2007. 48 pp.
- Newell, R.C.; L.J. Seiderer and Hitchcock, D.R., 1998. The impact of dredging works in the coastal waters; a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. *Oceanography and Marine Biology, Ann. Rev.*, 36, 127-178.
- Nielsen, P., 2003. Offshore Wind Energy Projects Feasibility Study Guidelines, SEAWIND, Altener project 4, 35 pp.
- NIRAS Consulting Engineers and Planners A/S., 2009. Barrow Offshore Wind Farm. Post Construction Monitoring Report. Year 2.

- Norro A., J.Haelters, B.Rumes en S.Degraer, 2010. Underwater noise produced by the piling activities during the construction of the Belwind offshore wind farm (Bligh Bank, Belgian marine waters). In Degraer, s., r. Brabant, b. Rumes ed., Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea. Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability, 212 p.
- Norro A., B.Rumes and S.Degraer, 2011. Characterisation of the operational noise, generated by offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea. in Degraer, S., Brabant, R. en Rumes, B. (Eds.) (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 157 pp. + annexes
- Orejas C., T., Joschko, A. Schröder, J., Dierschke, M., Exo, E., Friedrich, R., Hill, O., Hüppop, F., Pollehne, M.L., Zettler, R., Bochert, 2005. Ökologische Begleitforschung zur Windenergienutzung im Offshore-Bereich auf Forschungsplattformen in der Nord- und Ostsee (BeoFINO), AP2 Prozesse im Nahbereich der Piles Nordsee. 161 – 234.
- OSPAR Commission, 2008a. Background Document on potential problems associated with power cables other than those for oil and gas activities. 50 pp.
- OSPAR Commission, 2008b. Assessment of the environmental impact of offshore wind-farms. OSPAR Biodiversity Series, 385/2008.
- OSPAR, 2009. Comprehensive overview of the impacts of anthropogenic underwater noise in the marine environment. OSPAR Biodiversity Committee document BDC/09/6/12 presented at BDC 2009, Stockholm, 23-27 Feb. 2009.
- Otto L, Zimmermann JTF, Furnes GH, Mork M, Saetre R, Beccker G., 2006. Review of the physical oceanography of the north sea. Neth J Sea Res 26:161-238.
- Petersen, I.K., Christensen, T.K., Kahlert, J., Desholm, M. en Fox, A.D., 2006. Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. NERI Report request. Commissioned by DONG energy and Vattenfall A/S. National Environmental Research Institute. Ministry of the Environment. Department of Wildlife Ecology and Biodiversity. 161 pp.
- Petersen, J.K. en T., Malm, 2006. Offshore wind mill farms: threats to or possibilities for the marine environment. AMBIO: A Journal of the Human Environment, 35: 75-80.
- Philpott, E., 2009. Strategic review of offshore wind farm monitoring data associated with FEPA Licence Conditions -Marine Mammals. MERA 10.08 CEF, SMRU Ltd., 45p.
- Prins TC, van Beek J.K.L., Bolle L.J., 2009. Modelschatting van de effecten van heien voor offshore windmolenparken op de aanvoer van vislarven naar Natura 2000. Deltares rapport Z4832.
- Prins, T.C., Twisk, F., van den Heuvel-Greve, M.J., Troost, T.A. en van Beek, J.K.L., 2008. Development of a framework for appropriate assessments of Dutch offshore wind farms. Deltares, rapport in opdracht van Rijkswaterstaat.
- Properzi, S. and H. Herk-Hansen, 2002. Life cycle assessment of a 150 MW offshore wind turbine farm at Nysted/Roedsand, Denmark. International Journal of Environment and Sustainable Development 1(2): p. 113-121.
- Rabaut, M., K. Guilini, G. Van Hoey, M. Vincx en S. Degraer, 2007. A bio-engineered soft-bottom environment: The impact of *Lanice conchilega* on the benthic species-specific densities and community structure. Estuarine, Coastal and Shelf Research, 75:525-536. doi:

10.1016/j.ecss.2007.05.041.

Rabaut, M., M. Vincx en S. Degraer, 2009. Do *Lanice conchilega* (sandmason) aggregations classify as reefs? Quantifying habitat modifying effects. *Helgoland Marine Research* 63:37-46. doi: 10.1007/s10152-008-0137-4.

Rabaut, M., U. Braeckman, M. Vincx en S. Degraer, 2008. Experimental beam trawling in *Lanice conchilega* reefs: Impact on the associated fauna. *Fisheries Research*, 90:209-216. doi: 10.1016/j.fishres.2007.10.009.

Rapport C125/09.ter Hofstede, R., 2008. Effects of a wind farm on the local fish community. A comparative study of field sampling data collected before and after the construction of the OffshoreWind farm Egmond aan Zee (OWEZ). IMARES Report C057/08.

Reise, K., 1998. Pacific oysters invade mussel beds in the European Wadden Sea. *Senckenberg. Marit.* 28, 167-175.

Reubens, J., Degraer S. en Vincx M., 2011 a. Aggregation and feeding behaviour of pouting (*Trisopterus luscus*) at wind turbines in the Belgian part of the North Sea. *Fisheries Research*.

Reubens, J., Degraer s. en Vincx, M., 2011b. Spatial and temporal movements of cod (*Gadus morhua*) in a wind farm in the Belgian part of the North Sea using acoustic telemetry, a VPS study. in Degraer, S., Brabant, R. en Rumes, B. (Eds.) (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 157 pp. + annexes

Reubens, J., Degraer, S. en Vincx, M., 2010. The importance of marine wind farms, as artificial hard substrata, for the ecology of the ichthyofauna. In: Degraer, S., Brabant, R. en Rumes, B. (Eds.). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels, Chapter 6: 69-82.

Reubens, J., Degraer, S. en Vincx, M., 2011. Spatial and temporal movements of cod (*Gadus morhua*) in a wind farm in the Belgian part of the North Sea using acoustic telemetry, a VPS study. In: Degraer, S., Brabant, R. en Rumes, B., (Eds.) (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. Chapter 5, pp. 39-46.

Reubens, J.; Degraer, S. en Vincx, M., 2009. The importance of marine wind farms, as artificial hard substrates, on the North Sea bottom for the ecology of the ichthyofauna, in: Degraer, S. et al. (Ed.) (2009). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: State of the art after two years of environmental monitoring. Royal Belgian Institute of natural sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine Ecosystem Management Unit. pp. 53-60

Richardson, W.J. 2000. Bird Migration and Wind Turbines: Migration Timing, Flight Behaviour, and Collision Risk. *Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting II*, 132–140. <http://Www.Nationalwind.Org/Publications/Avian.Html>

Rodriguez Palma, O., 2011. The role of suspended particulate matter in the distribution and structure of macrobenthic communities in the Belgian part of the North Sea. M.Sc. thesis, Free University of Brussels, Brussels, Belgium.

- Rustemeier, J., Griebmann, T. and Rolfes R., 2011. Use of bubble curtains to mitigate hydro sound levels at offshore construction sites. In Underwater Acoustic Measurements Conference proceedings. Papadakis J and Bjorno L (ed). pp 779-784
- SCANS II, 2008. Small Cetaceans in the European Atlantic and North Sea. Final Report submitted to the European Commission under project LIFE04NAT/GB/000245. Available from <http://biology.st-andrews.ac.uk/scans2/inner-finalReport.html>.
- Schaeck, M., 2011. Seasonal dynamics in the contribution of artificial hard substrated to the diet of pouting (*Trisopterus luscus*) and atlantic cod (*Gadus morhua*) in the Belgian part of the North Sea. M.Sc. Thesis, Ghent University, Gent, Belgium. 47 pp.
- Scheidat, M., Tougaard, J., Brasseur, S., Carstensen, J., van Polanen Petel, T., Teilmann, J. en Reijnders, P., 2011. Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and wind farms: a case study in the Dutch North Sea. Environ. Res. Lett. 6, 025102 (10p.) doi:10.1088/1748-9326/6/2/025102
- Scheidat, M., Tougaard, J., Brasseur, S., Carstensen, J., van Polanen Petel, T., Teilmann, J. en Reijnders, P., 2011. Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and wind farms: a case study in the Dutch North Sea. Environ. Res. Lett. 6, 025102 (10p.) doi:10.1088/1748-9326/6/2/025102
- Seys J., Offringa H., Van Waeyenberge J., Meire P. en Kuijken E., 1999. Ornithologisch belang van de Belgisch maritieme wateren: naar een aanduiding van kensoorten en sleutelgebieden. Nota IN 99/74.
- Simmonds, M., Dolman, S. en Weilgart, L. (Eds.), 2003. Oceans of noise. Whale and Dolphin Conservation Society Science Report. 164 pp.
- Simoninia, R., I. Ansalonia, P. Boninia, V. Grandia, F. Graziosia, M. Iottia, G. Massamba-N'Sialaa, M. Mauria, G. Montanarib, M. Pretic, N. De Nigrisc, D. Prevedellia, 2007. Recolonization and recovery dynamics of the macrozoobenthos after sand extraction in relict sand bottoms of the Northern Adriatic Sea. Marine Environmental Research. 64 (5): 574-589
- Sinclair, G., 1997 (update January 2003). The potential visual impact of wind turbines in relation to distance: an approach to the environmental assessment of planning proposals, 2pp. <http://www.cprw.org.uk/wind/scarweathersands>.
- Sinclair, G., 2003. Objection and critique of the Environmental Statement. The Campaign for the Protection of Rural Wales (CPRW), 32 pp.
- Smith, E., 2002. BACI design. in: El-Shaarawi, A.H. and W.W. Piegorsch (Eds.). *Encyclopedia of Environmetrics*. Volume 1, pp 141–148. John Wiley en Sons, Ltd, Chichester
- Soresma, 2008. Studie uitbreiding Noord Schelderadarketen. Fase 4: eindrapportage-managementsamenvatting, 41 pp.
- Stienen, E.W.M. en Kuijken, E., 2003. Het belang van de Belgische zeegebieden voor zeevogels. Rapport IN.A.2003.208.
- Stienen, E.W.M., Van Waeyenberge, J. en Kuijken, E., 2002. De avifauna en zeezoogdieren van de Thorntonbank. Studie ter beoordeling en monitoring van de impact van een offshore windpark op de mariene avifauna en zeezoogdieren. Rapport IN.A.2002.244, Instituut voor Natuurbehoud, Brussel. 60 pp.
- Stienen, E.W.M., Van Waeyenberghe, J. en Kuijken, E., 2007. Trapped within the corridor of the southern North Sea: the potential impact of offshore wind farms on seabirds. In: de Lucas, M., Guyonne, F.E. en Ferrer, M., 2007. Birds and wind farms: risk assessment and mitigation, p. 71 – 80.

- Tasker M.L., Amundin M., Andre M., Hawkins A., Lang B., Merck T., Sholik-Scholmer A., Teilmann J., Thomsen F., Werner S., Zakharia M, 2010. Indicator for the good environmental status for underwater noise and other form of energy. The main report of task group 11 for Marine Strategy Framework Directive's descriptor 11 Draft 11:01/2010. 39pp ICES/JRC report
- Tasker, M.L., Jones, P.H., Dixon, T.J. en Blake, B.F., 1984. Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardised approach. *Auk* 101: 567-577.
- Tessens, E. en M. Velghe, 2010. De Belgische Zeevisserij: aanvoer en besomming 2009. Departement Landbouw en Visserij. Afdeling Landbouw en Visserijbeleid. Zeevisserij. 32p.
- Theobald P, Robinson S and Lepper P., 2011. Measurements of the underwater noise from offshore wind farm installation in the UK. Workshop 'Standard in Underwater noise, Hamburg June 2011.
- Thompson, P.M., Lusseau, D., Barton, T., Simmons, D., Rusin, J. en Bailey, H., 2010. Assessing the responses of coastal cetaceans to the construction of offshore wind turbines. *Marine Pollution Bulletin* 60(8): 1200-1208.
- TNO, 2010. Standards for measurements of underwater sound, Part I: Physical quantities and their units. 45 pp and two annexes. TNO 2010.
- Tougaard et al., 2006. Harbour seals on Horns Reef before, during and after construction of Horns Rev Offshore Windfarm. Final Report to Vattenfall A/S. Biological papers from the Fisheries and Maritime Museum, no 5, Esbjerg, Denmark. Available online.
- Tougaard, J., Henriksen, O.D. en Miller, L.A., 2009. Underwater noise from three types of offshore wind turbines: estimation of impact zones for harbor porpoises and harbor seals. *J. Acoust. Soc. Am.* 125: 3766–3773.
- Tougaard, J., Kyhn, L.A., Amundin, M., Wennerberg, D. en Bordin, C., 2011. Harbour porpoise are deterred by simulated pile driving noise. 25th Conference of the European Cetacean Society, Book of Abstracts, 21–23 March 2011, Cádiz, Spain.
- Ullmann, A., A. Sterl, J. Monbaliu and D. Van den Eynde, 2009. Contemporary and future climate variability and climate change: impacts on sea-surge and wave height along the Belgian coast. Katholieke Universiteit Leuven, Hydraulics Laboratory, Internal Report, 54 pp.
- Van Dalfsen, J.A.; Essink, K.; Toxvig madsen, H.; Birklund, J.; Romero, J., and Manzanera, M., 2000. Differential response of macrozoobenthos to marine sand extraction in the North Sea and the Western Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 57(5), 1439-1445.
- Van Den Branden, R., G. De Schepper, L. Naudts L. en A. Pollentier, 2011. Zand- en grindwinning op het Belgisch deel van de Noordzee – Automatische registreersystemen geïnstalleerd aan boord van de zandwinningschepen: overzicht van de data van het jaar 2010, 24p.
- Van den Eynde, D., 2005. Numerieke modellering van het sedimenttransport ter hoogte van de Thorntonbank. Rapport CPOWER2/DVDE/200511/NL/TR1, Beheerseenheid van het Mathematisch Model Noordzee, Brussel, 24 pp.
- Van den Eynde, D., 2007. Numerieke modellering van het sedimenttransport ter hoogte van de Blighbank. Rapport BW/1/DVDE/200711/NL/TR1, Beheerseenheid van het Mathematisch Model Noordzee, Brussel, 26 pp.
- Van den Eynde, D., 2009. Numerieke modellering van het sedimenttransport ter hoogte van de Bank Zonder Naam. Rapport EDP/1/DVDE/200904/NL/TR1, Beheerseenheid van het Mathematisch Model

Noordzee, Brussel, 28 pp.

Van den Eynde, D., 2011. En wat met de stormen: worden die talrijker en/of krachtiger? De Grote Rede, aanvaard voor publicatie

Van den Eynde, D., Brabant, R., Fettweis, M., Francken, F., Van Lancker, V., Sas, M. en Melotte, J., 2010. Monitoring of hydrodynamic and morphological changes at the C-Power and Belwind offshore windfarm sites – A synthesis. In: Degraer, S., Brabant, R. en Rumes, B. (Eds.) (2010) Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. Chapter 3: pp. 19-36

Van den Eynde, D., R. Brabant, M. Fettweis, F. Francken, V. Van Lancker, M. Sas and M. Melotte, 2010. Monitoring of hydrodynamics and morphological changes at the C-Power and Belwind offshore windfarm sites - A synthesis. In: Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea, early environmental impact assessment and spatio-temporal variability (Degraer, S. R. Brabant, B. Rumes, eds.). Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, 19-36.

Van den Eynde, D., R. De Sutter & P. Haerens, 2011. Climate change impact on marine storminess in the Belgian Part of the North Sea. Submitted to Natural Hazards and Earth System Sciences.

Van Hoey, G.; Drent, J.; Ysebaert, T.; Herman, P., 2007. The Benthic Ecosystem Quality Index (BEQI), intercalibration and assessment of Dutch coastal and transitional waters for the Water Framework Directive: Final report. NIOO Rapporten, 2007-02. NIOO. 244 pp.

Van Lancker, V., S. Deleu, V. Bellec, I. Du Four, E. Verfaillie, M. Fettweis, D. Van den Eynde, F. Francken, J. Monbaliu, A. Giardino, J. Portilla, J. Lanckneus, G. Moerkerke & S. Degraer, 2005. Management, research and budgetting of aggregates in shelf seas related to end-users (Marebasse). Scientific Report Year 3. Belgian Science Policy Office, 103 pp.

Van Lancker, V.R.M.; Du Four, I.; Verfaillie, E.; Deleu, S.; Schelfaut, K.; Fettweis, M.; Van den Eynde, D.; Francken, F.; Monbaliu, J.; Giardino, A.; Portilla, J.; Lanckneus, J.; Moerkerke, G.; Degraer, S., 2007. Management, Research and Budgetting of Aggregates in Shelf Seas related to End-users (Marebasse). Belgian Science Policy: Brussel. 139 pp.

Van Moorsel, G.W.N.M. en H.W. Waardenburg, 2001. Kunstmatige riffen in de Noordzee in 2001. De status 9 jaar na aanleg. Bureau Waardenburg bv, Culemborg, rapp. nr. 01-071, 35 pp.

Vanagt, T., J. Calewaerts en L. Van de Moortel, 2011. Onderzoeksmogelijkheden mariene biologie, aquacultuur en duurzame visserij gekoppeld aan offshore windmolenpark op de Bligh Bank, 9p.

Vanaverbeke, J.; Bellec, V.; Bonne, W.; Deprez, T.; Hostens, K.; Moulaert, I.; Van Lancker, V. and Vincx, M., 2007. Study of post-extraction ecological effects in the Kwintebank sand dredging area (SPEEK), Belgian Science Policy, Brussels, 92p.

Vandendriessche, S., K. Hostens, W. Courtens en E.W.M. Stienen, 2011. Monitoring the effects of offshore wind farms: evaluating changes in fishing effort using Vessel Monitoring System data: targeted monitoring results. In: Degraer, S., R. Brabant en B. Rumes (Eds.) (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 157 pp. + annex.

- Vandendriessche, S.; Derduwen, J.; Hostens, K., 2011. Monitoring the effects of offshore windmill parks on the epifauna and demersal fish fauna of soft bottom sediments: baseline monitoring, in: Degraer, S., Brabant, R., Rumes, B. (Eds.) 2011. Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 157 pp. + annex.
- Vanermen, N. en Stienen, E.W.M., 2009. Seabirds en Offshore Wind Farms: Monitoring results 2008. Report INBO.R.2009.8, Research Institute for Nature and Forest, Brussels. In: Degraer S. en Brabant R. (Ed.), (2009). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: State of the art after two years of environmental monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. Chapter 8: pp. 151-221.
- Vanermen, N., Stienen, E.W.M., Courtens, W. en Van de Walle, M., 2006. Referentiesituatie van de avifauna van de Thorntonbank. Rapport IN.A.2006.22. 131 pp.
- Vanermen, N., Stienen, E.W.M., Onkelinx, T., Courtens, W. en Van de walle, M., 2011. Seabirds and offshore wind farms: Power and impact analyses 2010. In: Degraer, S., Brabant, R. en Rumes, B., (Eds.) (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. Chapter 9: pp. 93-129.
- Verfaillie, E., Van Lancker, V., en Van Meirvenne, M., 2006. Multivariate geostatistics for the predictive modelling of the surficial sand distribution in shelf seas. *Continental Shelf Research* 26, 2454–2468.
- Verhaeghe, D., D. Delbare en H. Polet, 2011. Haalbaarheidsstudie: Passieve visserij en maricultuur binnen de Vlaamse windmolenparken ? Eindrapport MARIPAS. 136 pp.
- Vestas Wind Systems, 2005. Life cycle assessment of offshore and onshore sited wind power plants based on Vestas V90-3.0 MW turbines.
- Weir, C.R. and Dolman, S.J., 2007. Comparative review of the regional marine mammal mitigation guidelines implemented during industrial seismic surveys, and guidance towards a worldwide standard. *Journal of International Wildlife Law and Policy*, 10: 1–27.
- Wessels en E. Winter, 2011. Effect of piling noise on the survival of fish larvae (pilot study). 138p.
- Wetlands International, 1997. Waterfowl population estimates – 2nd edition. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands.
- Winkelman, J.E., 1992. The impact of the Sep wind park near Oosterbierum, the Netherlands on birds 2: nocturnal collision risks. RIN rapport 92/3 Arnhem: Rijksinstituut voor Natuurbeheer.
- Zakon, H.H., 1986. The elektroreceptive periphery, In *Elektroreception*, (ed. T.H. Bullock en W. Heiligenberg). John Wiley and Sons, New York: 103-156.
- Zintzen V., 2007. Biodiversity of shipwrecks from the Southern Bight of the North Sea. PhD Thesis. Université Catholique de Louvain/Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique: Louvain-la-Neuve, Belgium. 343.

COLOPHON

This report was issued by MUMM in november 2011.

- Status ☐ draft
☒ final version
☐ revised version of document
☐ confidential
- Available in ☐ English
☐ Dutch
☐ French

This document may be cited as:

Rumes, B.; Di Marcantonio, M.; Brabant, R.; Dulière, V.; Degraer, S.; Haelters, J.; Kerckhof, F.; Legrand, S.; Norro, A.; Van den Eynde, D.; Vigin, L. en Lauwaert, B. 2011. Milieueffectenbeoordeling van het NORTHER offshore windmolenpark ten zuidoosten van de Thorntonbank. BMM, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Brussel, 190 pp.

If you have any questions or wish to receive additional copies of this document, please send an e-mail to info@mumm.ac.be, quoting the reference, or write to:

MUMM
100 Gulledele
B-1200 Brussels
Belgium
Phone: +32 2 773 2111
Fax: +32 2 770 6972
<http://www.mumm.ac.be/>

