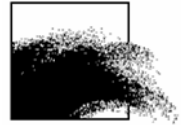


## Milieueffectenbeoordeling van het BELWIND offshore windmolenpark op de Bligh Bank

December 2007



BMM  
100 Gulledelle  
B-1200 Brussels  
België



## Milieueffectenbeoordeling van het BELWIND offshore windmolenpark op de Bligh Bank

Onderzoek van de aanvraag van de n.v. Belwind voor een vergunning en machtiging voor de bouw en de exploitatie van een windmolenpark in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België: milieueffectenbeoordeling (MEB)

Auteurs:

M. Di Marcantonio  
R. Brabant  
J. Haelters  
F. Kerckhof  
D. Van den Eynde  
L. Vigin  
T.G. Jacques

December 2007



BMM  
100 Gulledele  
B-1200 Brussels  
België

## Inhoudstabel

<b>1. INLEIDING.....</b>	<b>1</b>
1.1. TECHNISCHE BESCHRIJVING VAN HET WINDMOLENPARK OP DE Blich BANK.....	2
<b>2. STATUUT EN STRUCTUUR VAN DE AANVRAGER.....</b>	<b>5</b>
2.1. NAAM EN VENNOOTSCHAPSVORM.....	5
2.2. MAATSCHAPPELIJKE ZETEL .....	5
2.3. DE GEPUBLICEERDE STATUTEN .....	5
2.4. DE VERTEGENWOORDIGERS VAN DE VENNOOTSCHAP.....	5
<b>3. METHODOLOGIE.....</b>	<b>6</b>
<b>4. JURIDISCHE ACHTERGROND.....</b>	<b>7</b>
4.1. WETGEVING NATUUR .....	7
4.2. UITVOERING VAN DE VOGEL- EN HABITATRICHTLIJN IN BELGIË .....	7
4.3. ANDERE WETGEVING .....	10
4.4. BESCHERMDE GEBIEDEN IN NEDERLANDS WATER .....	10
4.5. BESLUIT.....	11
<b>5. KLIMAAT.....</b>	<b>12</b>
5.1. INLEIDING .....	12
5.1.1. <i>Algemeen</i> .....	12
5.1.2. <i>Het rapport van het Federaal Planbureau</i> .....	13
5.1.3. <i>Het rapport van de CREG</i> .....	14
5.2. TE VERWACHTEN EFFECTEN.....	16
5.2.1. <i>Life Cycle Analysis</i> .....	16
5.2.2. <i>Vermeden emissies</i> .....	16
5.2.3. <i>Cumulatief</i> .....	17
5.3. BESLUIT .....	18
5.3.1. <i>Aanvaardbaarheid</i> .....	18
5.3.2. <i>Aanbevelingen en voorwaarden</i> .....	18
5.3.2.1. <i>Aanbevelingen</i> .....	18
<b>6. HYDRODYNAMICA &amp; SEDIMENTOLOGIE.....</b>	<b>19</b>
6.1. INLEIDING .....	19
6.2. STARTSITUATIE.....	19
6.2.1. <i>Bathymetrie</i> .....	19
6.2.2. <i>Stromingen en golven</i> .....	20
6.2.3. <i>Korrelverdeling van het sediment</i> .....	21
6.2.4. <i>Sedimenttransport</i> .....	22
6.2.5. <i>Klimaatveranderingen</i> .....	25
6.3. TE VERWACHTEN EFFECTEN OP DE HYDRODYNAMICA EN SEDIMENTOLOGIE.....	25
6.3.1. <i>Inleiding</i> .....	25
6.3.2. <i>Funderingen en erosie</i> .....	25
6.3.2.1. <i>Funderingen</i> .....	25

6.3.2.2.	Erosie rond de funderingen.....	26
6.3.2.3.	Erosie rond de kabels.....	27
6.3.3.	<i>Verhoging turbiditeit</i> .....	27
6.3.4.	<i>Effecten op hydraulica</i> .....	28
6.3.5.	<i>Sporen van jetting</i> .....	28
6.4.	BESLUIT.....	28
6.4.1.	<i>Aanvaardbaarheid</i> .....	28
6.4.2.	<i>Aanbevelingen en voorwaarden</i> .....	29
6.4.2.1.	Aanbevelingen.....	29
6.4.2.2.	Voorwaarden.....	29
6.5.	MONITORING.....	29
6.5.1.	<i>Turbiditeit (HYDRO)</i> .....	30
6.5.2.	<i>Verplaatsing van het gestorte zand (SED)</i> .....	30
6.5.3.	<i>Erosie rond de palen of gravitaire funderingen (SED ER)</i> .....	31
6.5.4.	<i>Erosie langs het kabeltracé van de hoofdkabel(s) naar land (SED KAB)</i> .....	31
6.5.5.	<i>Rapportering</i> .....	32
6.5.6.	<i>Samenvatting</i> .....	32
<b>7.</b>	<b>GELUID</b> .....	<b>35</b>
7.1.	INLEIDING.....	35
7.2.	STARTSITUATIE.....	36
7.2.1.	<i>Onderwatergeluid</i> .....	36
7.2.2.	<i>Bovenwatergeluid</i> .....	37
7.2.3.	<i>Geluidsniveaus tijdens de constructiefase en ontmantelingsfase</i> .....	38
7.2.3.1.	Onderwatergeluid.....	38
7.2.3.2.	Bovenwatergeluid.....	41
7.2.4.	<i>Geluidsniveaus tijdens de exploitatiefase</i> .....	41
7.2.4.1.	Onderwatergeluid.....	41
7.2.4.2.	Bovenwatergeluid.....	42
7.2.5.	<i>Cumulatieve geluidsniveaus</i> .....	42
7.3.	TE VERWACHTEN EFFECTEN ONDER WATER.....	43
7.3.1.	<i>Effecten tijdens constructie – en ontmantelingfase</i> .....	43
7.3.1.1.	Zeezoogdieren.....	44
7.3.1.2.	Vissen.....	45
7.3.1.3.	Andere soorten.....	46
7.3.2.	<i>Maatregelen toegepast om de effecten te milderen</i> .....	46
7.3.3.	<i>Effecten tijdens de exploitatiefase</i> .....	48
7.4.	BESLUIT.....	48
7.4.1.	<i>Aanvaardbaarheid</i> .....	48
7.4.2.	<i>Aanbevelingen en voorwaarden</i> .....	49
7.4.2.1.	Inleiding.....	49
7.4.2.2.	Aanbevelingen.....	50
7.4.2.3.	Voorwaarden.....	50
7.5.	MONITORING.....	51
7.5.1.	<i>Monitoring van het onderwatergeluid (bron en attenuatie) (OWG)</i> .....	51
7.5.1.1.	Constructiefase.....	52
7.5.1.2.	Exploitatiefase.....	52

7.5.1.3.	Overzichtstabellen .....	53
7.5.2.	<i>Monitoring van het geluid boven water (BWG)</i> .....	57
7.5.3.	<i>Trillingen (TRIL)</i> .....	57
7.5.4.	<i>Nominaal geluidsvermogen van de turbines (BWG WT)</i> .....	57
7.5.5.	<i>Monitoring van de effecten</i> .....	57
7.5.5.1.	Monitoring van de effecten op zeezoogdieren .....	57
7.5.5.2.	Monitoring van de effecten op andere biota .....	58
7.6.	APPENDIX: INTRODUCTIE TOT GELUIDSNIVEAUS .....	58
<b>8.</b>	<b>RISICO'S EN GEVOLGEN VAN MOGELIJKE RAMPEN/VEILIGHEID .....</b>	<b>62</b>
8.1.	INLEIDING .....	62
8.1.1.	<i>Internationale aandacht aan het onderdeel</i> .....	62
8.1.2.	<i>Nationaal belang: Rampenplan Noordzee en Kustwachtstructuur</i> .....	62
8.1.3.	<i>Behandelde aspecten en aanpak</i> .....	63
8.2.	STARTSITUATIE .....	64
8.2.1.	<i>Ligging</i> .....	64
8.2.2.	<i>Huidige voorzieningen voor de scheepvaartveiligheid</i> .....	66
8.3.	TE VERWACHTEN EFFECTEN EN MILDERENDE MAATREGELEN .....	67
8.3.1.	<i>Industriële risico's</i> .....	67
8.3.2.	<i>Invloed op radar en scheepscommunicaties</i> .....	67
8.3.3.	<i>Effecten van de windenergie installaties op scheepvaart</i> .....	68
8.3.4.	<i>Risico's te wijten aan de scheepvaart</i> .....	73
8.3.4.1.	De studies uitgevoerd voor de windmolendossiers in het verleden .....	73
8.3.4.2.	De MARIN studie voor het huidige project op de Bligh Bank (2007) .....	75
8.3.4.3.	Schepen die elkaar kruisen en tijdelijk onmanoeuvrerbare schepen .....	76
8.3.4.4.	Risico in functie van het type fundering .....	78
8.3.4.5.	Het risico van verontreiniging en de gevolgen van een scheepsramp .....	79
8.3.5.	<i>Risico's met betrekking tot de kabels</i> .....	81
8.3.5.1.	Ankers (grote schepen) .....	81
8.3.5.2.	Risico op kapseizen .....	82
8.4.	BESLUIT .....	82
8.4.1.	<i>Aanvaardbaarheid van het project</i> .....	82
8.4.2.	<i>Compensaties in milieuvoordelen</i> .....	83
8.4.2.1.	Oliebestrijding .....	84
8.4.2.2.	Stationsleepboot .....	84
8.4.3.	<i>Aanbevelingen en voorwaarden</i> .....	84
8.4.3.1.	Aanbevelingen .....	84
8.4.3.2.	Voorwaarden .....	85
8.4.4.	<i>Meteorologische gegevens</i> .....	86
8.5.	MONITORING EN CONTROLE .....	87
8.5.1.	<i>Monitoring scheepvaart</i> .....	87
8.5.2.	<i>Monitoring van de meteo</i> .....	87
8.6.	APPENDIX RICHTLIJNEN VOOR HET OPSTELLEN VAN HET NOODPLAN .....	88
8.6.1.	<i>Inleiding</i> .....	88
8.6.2.	<i>Richtlijnen voor de opstelling van het Noodplan Belwind</i> .....	89
<b>9.</b>	<b>MOGELIJKE SCHADELIJKE STOFFEN .....</b>	<b>93</b>

9.1.	INLEIDING .....	93
9.2.	STARTSITUATIE.....	93
9.2.1.	<i>Olie</i> .....	93
9.2.2.	<i>TBT</i> .....	93
9.2.3.	<i>Corrosiebescherming en aangroeiwerende verf</i> .....	93
9.2.4.	<i>SF<sub>6</sub></i> .....	93
9.2.5.	<i>Asfaltmatten en breuksteen</i> .....	94
9.3.	TE VERWACHTEN EFFECTEN.....	94
9.3.1.	<i>Algemeen</i> .....	94
9.3.2.	<i>Aangroeiwerende verf</i> .....	94
9.3.3.	<i>Gebruik monolieten</i> .....	95
9.4.	BESLUIT .....	95
9.4.1.	<i>Aanvaardbaarheid</i> .....	95
9.4.2.	<i>Aanbevelingen en voorwaarden</i> .....	95
9.4.2.1.	<i>Aanbevelingen</i> .....	95
9.4.2.2.	<i>Voorwaarden</i> .....	95
9.4.3.	<i>Monitoring</i> .....	96
<b>10.</b>	<b>BENTHOS, VISSSEN EN BIODIVERSITEIT .....</b>	<b>97</b>
10.1.	INLEIDING .....	97
10.2.	STARTSITUATIE.....	97
10.2.1.	<i>Benthische invertebraten</i> .....	97
10.2.1.1.	<i>Macrobenthische infauna</i> .....	98
10.2.1.2.	<i>Macrobenthische epifauna</i> .....	99
10.2.1.3.	<i>Demersale visfauna</i> .....	99
10.2.2.	<i>Biotooprelaties</i> .....	99
10.2.3.	<i>Ecologische waarde en natuurlijke ontwikkeling van het projectgebied</i> .....	100
10.3.	TE VERWACHTEN EFFECTEN.....	101
10.3.1.	<i>Constructiefase en ontmantelingfase</i> .....	101
10.3.2.	<i>Exploitatiefase</i> .....	102
10.3.3.	<i>Cumulatieve effecten</i> .....	103
10.4.	BESLUIT .....	104
10.4.1.	<i>Aanvaardbaarheid</i> .....	104
10.4.2.	<i>Aanbevelingen en voorwaarden</i> .....	105
10.4.2.1.	<i>Aanbevelingen</i> .....	105
10.4.2.2.	<i>Voorwaarden</i> .....	105
10.5.	MONITORING .....	105
10.5.1.	<i>Inleiding</i> .....	105
10.5.2.	<i>Algemene opmerkingen</i> .....	106
10.5.3.	<i>Fauna op en rond de windmolens (Hard)</i> .....	106
10.5.3.1.	<i>Pelagische en demersale vis rond de windmolens (VIS)</i> .....	107
10.5.3.2.	<i>Aangroei op de erosiebescherming (Hard ER)</i> .....	108
10.5.3.3.	<i>Aangroei op de palen subtidaal (HARD SUB) en intertidaal (HARD INT)</i> .....	110
10.5.4.	<i>Macrobenthische infauna, epifauna en demersale vissen (ZACHT)</i> .....	112
10.5.4.1.	<i>Macrobenthische infauna (ZACHT END)</i> .....	112
10.5.4.2.	<i>Macrobenthische epifauna en demersale vissen (ZACHT EPI)</i> .....	114

<b>11. ZEEZOOGDIEREN</b> .....	<b>116</b>
11.1. INLEIDING .....	116
11.2. STARTSITUATIE.....	116
11.2.1. <i>De bruinvis Phocoena phocoena</i> .....	117
11.2.2. <i>De gewone zeehond Phoca vitulina en de grijze zeehond Halichoerus grypus</i> .....	118
11.3. TE VERWACHTEN EFFECTEN.....	119
11.4. BESLUIT .....	122
11.4.1. <i>Aanvaardbaarheid</i> .....	122
11.4.2. <i>Aanbevelingen en voorwaarden</i> .....	123
11.4.2.1. <i>Aanbevelingen</i> .....	123
11.4.2.2. <i>Voorwaarden</i> .....	123
11.5. MONITORING .....	123
11.5.1. <i>Jaar 0</i> .....	124
11.5.2. <i>Constructiefase</i> .....	124
11.5.3. <i>Exploitatiefase</i> .....	125
<b>12. AVIFAUNA</b> .....	<b>128</b>
12.1. INLEIDING .....	128
12.2. STARTSITUATIE.....	128
12.3. TE VERWACHTEN EFFECTEN EN MILDERENDE MAATREGELEN.....	129
12.3.1. <i>Bouwfase</i> .....	129
12.3.2. <i>Exploitatiefase</i> .....	130
12.3.2.1. <i>Habitatverlies</i> .....	130
12.3.2.2. <i>Aanvaringen met windturbines</i> .....	130
12.3.2.3. <i>Barrière-effect</i> .....	132
12.3.3. <i>Cumulatieve effecten</i> .....	132
12.3.3.1. <i>Habitatverlies</i> .....	132
12.3.3.2. <i>Aanvaring met windturbines</i> .....	133
12.3.3.3. <i>Barrière-effect</i> .....	133
12.3.3.4. <i>Slachtoffers van een mogelijke olielozing</i> .....	134
12.4. BESLUIT .....	134
12.4.1. <i>Aanvaardbaarheid</i> .....	134
12.4.2. <i>Aanbevelingen en voorwaarden</i> .....	134
12.4.2.1. <i>Voorwaarden</i> .....	134
12.5. MONITORING .....	135
12.5.1. <i>Monitoring van de effecten op de aantallen pleisterende vogels (AVI SED)</i> .....	135
12.5.2. <i>Monitoring van de effecten op migrerende vogels (AVI MIG)</i> .....	136
12.5.3. <i>Monitoring van aanvaringen (AVI COL)</i> .....	137
12.5.4. <i>Monitoringstabellen</i> .....	137
<b>13. ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN</b> .....	<b>141</b>
13.1. INLEIDING .....	141
13.2. STARTSITUATIE.....	141
13.3. TE VERWACHTE EFFECTEN .....	141
13.3.1. <i>E- velden</i> .....	142
13.3.2. <i>B-velden</i> .....	142

13.4.	BESLUIT .....	142
13.4.1.	<i>Aanvaardbaarheid</i> .....	143
13.4.2.	<i>Aanbevelingen en voorwaarden</i> .....	143
13.4.2.1.	Voorwaarden.....	143
13.5.	MONITORING .....	143
<b>14.</b>	<b>MENSELIJKE ACTIVITEITEN .....</b>	<b>144</b>
14.1.	VISSERIJ.....	144
14.1.1.	<i>Inleiding</i> .....	144
14.1.2.	<i>Startsituatie</i> .....	144
14.1.3.	<i>Te verwachten effecten</i> .....	144
14.2.	OVERIGE DISCIPLINES .....	145
14.3.	BESLUIT .....	145
14.4.	AANVAARDBAARHEID .....	145
<b>15.</b>	<b>ZEEZICHT.....</b>	<b>146</b>
15.1.	INLEIDING .....	146
15.2.	STARTSITUATIE.....	146
15.3.	EFFECTEN EN MILDREDE MAATREGELEN.....	146
15.3.1.	<i>Zeezicht vanaf de kust</i> .....	146
15.3.2.	<i>Zichtbaarheid</i> .....	152
15.3.3.	<i>Pleziervaart</i> .....	154
15.3.4.	<i>Cumulatieve effecten</i> .....	154
15.4.	BESLUIT .....	156
15.4.1.	<i>Aanvaardbaarheid</i> .....	156
15.4.2.	<i>Aanbevelingen en voorwaarden</i> .....	156
15.4.2.1.	Aanbevelingen .....	156
15.4.2.2.	Voorwaarden.....	157
15.5.	MONITORING .....	157
15.5.1.1.	Belwind.....	157
15.5.1.2.	Wijziging monitoring zeezicht C-Power.....	157
15.5.1.3.	Monitoring zeezicht cumulatief.....	158
<b>16.</b>	<b>CULTUREEL ERFGOED .....</b>	<b>159</b>
16.1.	BESLUIT .....	159
16.1.1.	<i>Aanvaardbaarheid</i> .....	159
16.1.2.	<i>Aanbevelingen en voorwaarden</i> .....	159
16.1.2.1.	Voorwaarden.....	159
16.2.	MONITORING .....	159
<b>17.</b>	<b>VERLICHTING EN MARKERING.....</b>	<b>160</b>
17.1.	BESLUIT .....	160
17.1.1.	<i>Aanvaardbaarheid</i> .....	160
17.1.2.	<i>Aanbevelingen en voorwaarden</i> .....	161
17.1.2.1.	Voorwaarden.....	161
<b>18.</b>	<b>VOORWAARDEN EN AANBEVELINGEN.....</b>	<b>162</b>



<b>19.</b>	<b>MONITORING .....</b>	<b>163</b>
19.1.	ALGEMEEN.....	163
19.2.	VOORGESTELD PROGRAMMA.....	164
19.2.1.	<i>Plan</i> .....	164
19.2.2.	<i>Beoordeling van de resultaten</i> .....	164
19.2.3.	<i>Schatting van het budget</i> .....	165
19.3.	HYDRODYNAMICA EN SEDIMENTOLOGIE.....	166
19.4.	GELUID .....	166
19.5.	RISICO'S EN GEVOLGEN VAN MOGELIJKE RAMPEN/VEILIGHEID .....	166
19.6.	MOGELIJKE SCHADELIJKE STOFFEN.....	167
19.7.	BENTHOS, VISSSEN EN BIODIVERSITEIT .....	167
19.8.	ZEEZOOGDIEREN.....	167
19.9.	AVIFAUNA .....	168
19.10.	ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN .....	168
19.11.	ZEEZICHT.....	169
19.12.	Globale werklast en budget Belwind .....	170
<b>20.</b>	<b>INHOUDSBEPALING JAARLIJKS UITVOERINGSVERSLAG.....</b>	<b>171</b>
<b>21.</b>	<b>LITERATUURLIJST .....</b>	<b>172</b>

## Lijst van figuren

Figuur 1. Overzicht van de drie toekomstige windmolenprojecten.....	2
Figuur 2. Overzicht van de Belgische en Nederlandse beschermde gebieden. SPA 1 = SBZ-V1; SPA 2 = SBZ-V2; SPA 3 = SBZ-V3; H1 = SBZ-H1; H2 = SBZ-H2. ....	8
Figuur 3. Kleinste mogelijke afstanden van de verschillende windmolenparken tot de Nederlandse Natura 2000 gebieden en de dichtstbijzijnde Belgische SBZ-H (SAC-H2 Vlakte van de Raan). ....	11
Figuur 4. Evolutie van de geïnstalleerde productiecapaciteit in het hoofdsceario (CREG, 2007). ....	15
Figuur 5. Bathymetrie van het gebied met het MU-BCPF model (ten opzichte van gemiddeld zeeniveau of Mean Sea Level). ....	20
Figuur 6. Mediane korrelgrootte rond de Bligh Bank. ....	22
Figuur 7. Sedimenttransport op de Bligh Bank, gesimuleerd met het zandtransportmodel MU-SEDIM voor de periode 1/2/2004-1/4/2004 (Van den Eynde, 2007). ....	23
Figuur 8. Gemodelleerde evolutie van de bodem voor de periode 1/2/2004 – 1/4/2004, onder de invloed van het sedimenttransport zonder meteorologische omstandigheden (Van den Eynde, 2007). ....	24
Figuur 9. Gemodelleerde evolutie van de bodem in het meest ondiepe punt van het concessiegebied, wanneer rekening wordt gehouden met getijden alleen (rode curve) en wanneer rekening wordt gehouden met getijden en golven (groene curve) (Van den Eynde, 2007). ....	24
Figuur 10. Voorbeelden van metingen van het onderwatergeluid op de Thorntonbank bij goede weersomstandigheden (1-2 Bft): gemiddelde geluidsniveaus op verschillende dieptes: 1,5 m (blauw), 8,5 m (groen) en 16,5 m (rood). De meting rechts werd uitgevoerd nabij de gaspijpleiding (Henriet <i>et al.</i> , 2006). ....	37
Figuur 11. Onderwater geluidsniveau opgemeten op de site van een windmolenpark in Zweden (SEAS, 2000). Blauw: achtergrondgeluid, rood: geluidsniveau bij het heien van palen (SEL op 320 m afstand). ....	38
Figuur 12. Geluidsniveau (piek-piek) onder water gemeten op verschillende afstanden bij het heien van palen voor de constructie van het Burbo Bank offshore windmolenpark (Ierse Zee; uit Parvin & Nedwell, 2006b). ....	39
Figuur 13. Frequentiespectrum van heipulsen gemeten onder water op 400 meter van de constructiesite van het FINO 1 onderzoeksplatform (Duitse EEZ). SEL: blauw, piekniveaus (0-piek): rood. De diameter van de palen was 1,5 meter. ITAP (2005), overgenomen uit Thompson <i>et al.</i> (2006). ....	39
Figuur 14. Voorbeeld van het operationele geluid opgemeten in een offshore windmolenpark. Deze opname werd gemaakt op een afstand van minder dan 2 km van het North Hoyle Offshore Windmolenpark (Wales). De pieken in het geluidsniveau liggen rond 250 Hz, 500 Hz en 750 Hz, en kunnen toegewezen worden aan de rotatiefrequentie van de turbines en/of aan het geluid van de tandwielenkast (uit Ward <i>et al.</i> , 2006). ....	41
Figuur 15. Verschillende meetmethodes voor de geluidsdruk. ....	59
Figuur 16. Verschillende waarden bekomen voor de verschillende methodes. ....	59
Figuur 17. AIS-gegevens (routegebonden verkeer) van 1 week in 2005 nabij de locatie van Bligh Bank. Stippen: weergave positie (elke 10 minuten) van alle routegebonden schepen in 1 week in 2005. Zwarte stip: als het schip vaart met een koers over de grond tussen de 0 en 180 graden . <b>Bruine stip</b> : als de koers van het schip meer dan 180 graden is. ....	65
Figuur 18. Verkeersbeeld (rode lijnen: scheepvaartroutes) bij windmolenparklocatie Bligh Bank (zwarte lijnen) in de huidige situatie. ....	65
Figuur 19. Afstanden tot de scheepvaartroute en de overige windmolenprojecten gemeten vanaf het Belwind park. ....	69
Figuur 20. Afstanden tot de verschillende windmolenprojecten, gemeten vanaf de vaartroutes. ....	70
Figuur 21. Ligging van de verschillende projecten met de dieptes in de zone. ....	70

Figuur 22. Afstanden tussen de 3 toekomstige windmolenparken, gemeten vanaf het middelste park zijnde het toekomstige project van Eldepasco op de Bank zonder Naam.....	72
Figuur 23. Samenvattende Figuur waarop de 3 projecten aangeduid worden met de tussenliggende afstanden en de aanwezige dieptes (via kleurlegende).....	73
Figuur 24. Voorbeeld van beperkte zichtbaarheid door aanwezigheid van een windmolenpark (DTI, 2007).....	77
Figuur 25. Detail van de situatie bij elkaar kruisende schepen in positie T2.....	78
Figuur 26: Schematische weergave van verantwoordelijkheden Belwind voor eerste acties afhankelijk van noodgeval.....	89
Figuur 27. Aantal waarnemingen van groepjes bruinvissen die tussen 1995 en 2007 (juni) door derden gerapporteerd werd aan BMM, en dat tijdens toezichtsvluchten uitgevoerd door BMM waargenomen werd. De waarnemingen tijdens toezichtsvluchten kunnen omwille van de aard van de opdracht in de meeste gevallen niet als effort-related beschouwd worden (samengeteld per maand); voorlopige data, WAKO (in voorbereiding).....	117
Figuur 28. Waarnemingen van groepjes bruinvissen tussen 1995 en 2007 (tot en met juni), zoals aanwezig in het databestand van de BMM (zonder de waarnemingen tijdens zeevogeltellingen uitgevoerd door het INBO). De meeste waarnemingen vonden plaats in het voorjaar, en tussen 2005 en 2007; de grootte van de groep was gemiddeld 2 dieren (kaart BMM opgesteld voor het project WAKO (in voorbereiding)).....	118
Figuur 29. Ligging van het NATURA 2000 gebied Voordelta (groene lijn) en voorstel zeereservaat (bruine lijn), concept mei 2006. De 20m dieptecontour is aangegeven met een roze lijn. Overgenomen uit <a href="http://www.noordzeeloket.nl">http://www.noordzeeloket.nl</a> dd. 21/11/2007.....	119
Figuur 30. Vaarroutes om avifauna te tellen in de drie geplande windmolenparken en het referentiegebied.....	136
Figuur 31. Afmetingen van een 3 MW windmolen.....	149
Figuur 32. Afmetingen van een 5 MW windmolen.....	150
Figuur 33. Impactzones volgens Thomas-Sinclair matrix.....	151
Figuur 34. Parameters uit bovenstaande formule.....	155

## Lijst van Tabellen

Tabel 1. Overzicht technische kenmerken. ....	3
Tabel 2. Atmosferische emissies per geproduceerde KWh (Vestas, 2005).....	16
Tabel 3. Emissiebalans windturbinepark (ton/jaar).....	17
Tabel 4. Frequentietabel van de significante golfhoogte (in m) op de Schouwenbank.....	21
Tabel 5. Gemeten en berekende onderwatergeluidsniveaus bij heiwerkzaamheden onder verschillende omstandigheden. ....	40
Tabel 6. Overzicht waterdieptes en overeenkomende funderingstypes volgens DNV. ....	79
Tabel 7. Overzichtstabel met uitstroomkansen voor 5 MW en 3 MW.....	80
Tabel 8. Staalname intensiteit visfauna (VIS).....	107
Tabel 9. Staalname-intensiteit erosiebescherming (HARD ER).....	109
Tabel 10. Staalname-intensiteit begroeiing palen (subtidaal) (HARD SUB).....	110
Tabel 11. Staalname-intensiteit begroeiing palen (intertidaal) (HARD INT).....	110
Tabel 12. Staalname intensiteit macrobenthische infauna (ZACHT ENDO).....	113
Tabel 13. Staalname intensiteit macrobenthische epifauna (ZACHT EPI).....	114
Tabel 14. Overzicht van het geschatte aantal stalen voorzien voor de monitoring van de benthos en de vissen. ....	115
Tabel 15. Aantal scheepstijd nodig voor de monitoring van de benthos en de vissen.....	115
Tabel 16. Overzicht van het aantal scheepstijd voor de monitoring van de vogels.....	137
Tabel 17. The Thomas en Thomas-Sinclair matrix ter beoordeling van de potentiële impact van windturbines van verschillende hoogtes.....	148
Tabel 18. Tabel ter bepaling van de zichtbaarheid van lichten. Mac Millian. ....	153
Tabel 19. Zichtbaarheidstabel UK.....	154
Tabel 20. Overzicht van alle monitoringsprogramma's tijdens de 6 jaren.....	164
Tabel 21. Overzicht van de uitvoerders van het programma.....	165
Tabel 22. Schatting van de werklust van de BMM voor de beoordeling van de monitoring van de hydrodynamica en van de sedimenten. ....	166
Tabel 23. Schatting van de werklust van de BMM voor de monitoring van het geluid (OWG+ BWG+ TRIL). 166	166
Tabel 24. Schatting van de werklust van de BMM voor de monitoring van METEO. ....	166
Tabel 25. Overzicht van het geschatte aantal stalen voorzien voor de monitoring van de benthos en de vissen. 167	167
Tabel 26. Overzicht van de geschatte werklust voorzien voor de monitoring van de benthos en de vissen. ....	167
Tabel 27. Voorziene werklust van de BMM voor het uitvoeren en beoordelen van de monitoring van de zeezoogdieren.....	168
Tabel 28. Overzicht van de werklust voor de monitoring van de vogels. ....	168
Tabel 29. Voorziene werklust voor het beoordelen van de monitoring van de elektromagnetische velden.....	168
Tabel 30. Overzicht werklust en budget Zeezicht met beoordeling enquêtes. ....	169
Tabel 31. Globale werklust voor de uitvoering van de monitoringsprogramma. ....	170
Tabel 32. Globale budget (prestaties in basiswaarde van juni 2003 aan 395 € per mandag) voor de uitvoering van de monitoringsprogramma. ....	170
Tabel 33. Totale budget (in basiswaarde van november 2007 aan 436,73 € per mandag) voor de uitvoering van de monitoringsprogramma. ....	170

## Lijst van afkortingen

A	Ampere
AC	Wisselstroom
ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler
a.d.h.v.	Aan de hand van
AIS	Automatic detection 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
bvb	bijvoorbeeld
B-veld	Magnetisch veld
BW	Belwind
BZG	Belgische Zeegebieden
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
DEA	Danish Energy Authority
DGLV	Directoraat Generaal Luchtvaart
d.m.v.	door middel van
DSC	Digital Selective Calling
d.w.z.	dat wil zeggen
EC	Europese Commissie
EDP	Eldepasco
EEG	Europese Gemeenschap
EEZ	Exclusieve Economische Zone
e.g.	Exempli gratia
ELB	Electrabel
EMSA	European maritime Safety Administration
ESAS	European Seabirds at Sea
ETV	Emergency Towing Vessel
E-veld	Elektrisch veld
FIR	Flight Information Region
FOD	Federale Overheid Dienst
FSA	Formal Safety Assessment
g	gram
GNB	Gemeenschappelijk Nautisch Beheer
GLLWS	Gemiddeld Laag Laag waterspring

GSA	Guide to best practice in Seascape Assessment
GW	Giga watt
HF	high frequency
HFO	Heavy Fuel Oil
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	Kilo
KHz	Kilohertz
Km	Kilometer
Kv	Kilovolt
KMI	Koninklijk Meteorologisch Instituut
l	liter
LAT	Lowest astronomical tide
LCA	Life Cycle Analysis
LOA	Loodsen op Afstand
LOLE	Loss of Load Expectation
m	meter
m <sup>3</sup>	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

MF	medium frequency
mg	milligram
MIK	Maritiem Informatie Kruispunt
MITRE	Monitoring and Modelling Initiative on the Targets of Renewable Energy
MMM Wet	Wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu van de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België (Marien Milieu Marin)
MLLWS	Mean Low Low waterspring
MOR	Meteorological Optical Range
MRCC	Maritiem Reddings- en Coördinatiecentrum
MSL	Mean Sea Level
MW	Mega Watt
N	Noord
NERI	National Environmental Research Institute
NH	Noordhinder
NM	Nautisch Mijl – Nautical Mile (1.853 km)
n.v.	Naamloze vennootschap
NL	Nederland
nl.	Namelijk
NO	Noord-Oost
O	Oost
o.a.	onder andere
OBS	Optical back scatter
OSPAR	Verdrag inzake de bescherming van het mariene milieu van de noordoostelijke Atlantische Ocean (1992)
Pa	Pascal
Pers.comm.	persoonlijke communicatie
POD's	Porpoise Detectors
RIKZ	Rijksinstituut voor Kust en Zee
RMS	Root Mean square
Robin Lite	Radar Observation of Bird Intensity Lite
SAR	Search and Rescue
SBZ-H	Speciale Beschermingszone voor natuurbehoud
SBZ-V	Speciale Beschermingszone voor vogels
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SCANS	Small Ceataceans 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
TBT	Tributyltin
tdw	ton dead weight
t.e.m.	tot en met
TEP	Totale energieproductie
t.g.v.	ten gevolge van
t.h.v.	ter hoogte van
t.o.v.	ten opzichte van
T-PoD	Porpoise Detector
TSM	Thomas-Sinclair matrix
TTS	Traffic Separation Scheme
TWh	Tera Watt uur
u	uur
UK	United Kingdom
UNCLOS	United Nations Conference on the Law of the Sea
V	Volt
VHF	Very High Frequency
VK	Verenigd Koninkrijk
V/m	Volt per meter
VLCC	very large crude carrier
VTS	Vessel Traffic Services
W	West
WaKo	Warrelnet- en Boomkorvisserij
WR	Westhinderroute
Z	zuid
ZVI	Zone van Visuele Impact
ZW	Zuid-West
µm	Micro-meter
µPa	Micro-Pascal
µT	Micro-Tesla



# 1. Inleiding

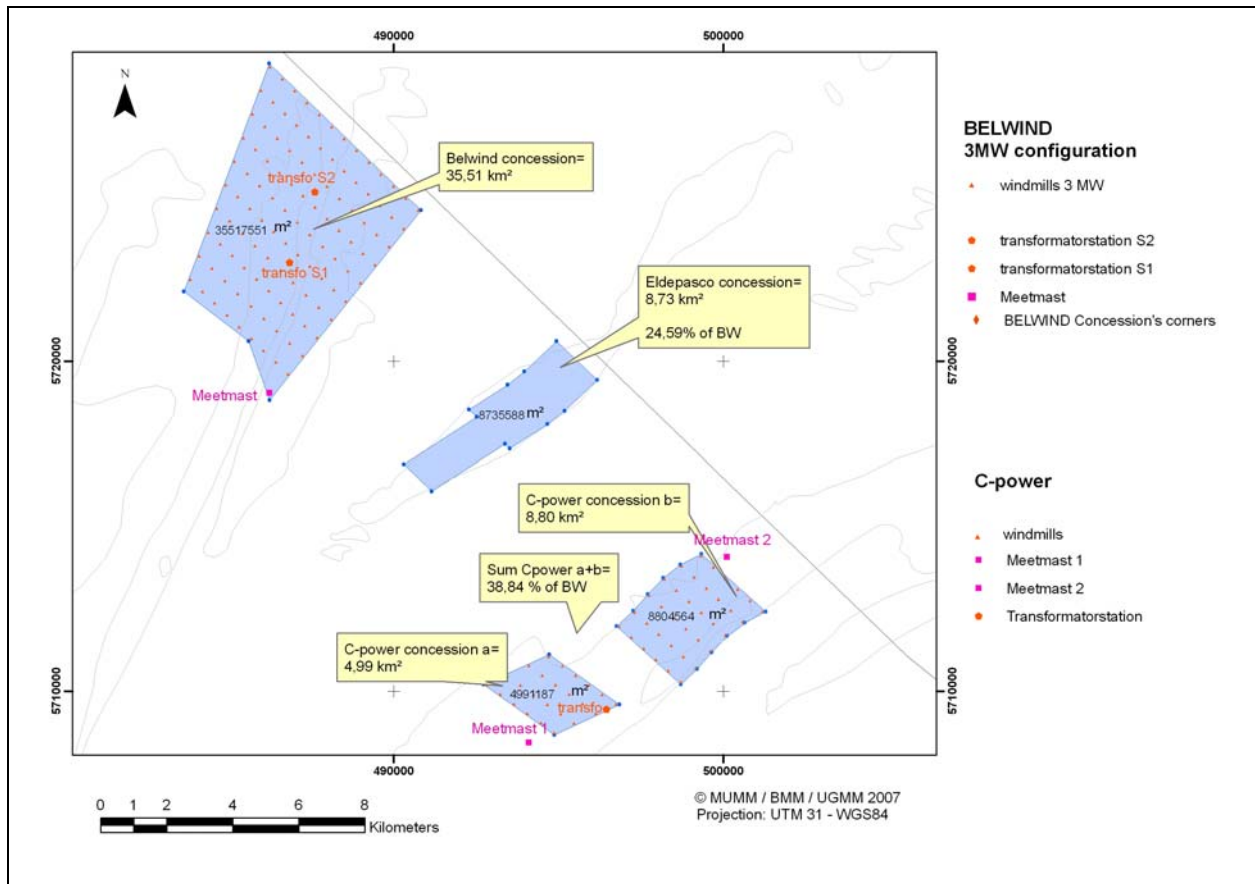
De n.v. Belwind diende op 18 juni 2007 bij de Minister bevoegd voor de bescherming van het mariene milieu een aanvraag in tot het verkrijgen van een vergunning en machtiging voor de bouw en exploitatie van een windmolenpark in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België. De aanvraag omvatte een milieueffectenrapport (MER) en werd simultaan betekend aan de Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee (BMM). De aanvraag heeft betrekking tot een offshore windmolenpark op de Bligh Bank en op de bekabeling tussen de offshore structuren onderling en tussen het park en de Belgische kust, met inbegrip van de bijhorende meetmast en transformatorplatformen.

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 juni 2007 door de Minister van Energie.

De basisvariant van het project omvat een park van 66 windturbines met elk een vermogen van 5 MW; het alternatief omvat 110 windturbines van 3 MW, zodat het totaal geïnstalleerde vermogen 330 MW zal zijn. Dit park zou geplaatst worden in zee op de zandbank “Bligh Bank”, waarbij de kortste afstand van het park tot de Belgische kust 42 km bedraagt.

Momenteel zijn er drie offshore windmolenparken gepland, zijnde dit project op de Bligh Bank, het C-Power project op de Thorntonbank en het Eldepasco project op de Bank zonder naam. Er werd echter nog geen milieuvergunningaanvraag ingediend voor het project Eldepasco, waarvoor wel reeds een concessie werd verleend voor de Bank zonder Naam. Een overzicht van de locaties en ingenomen oppervlaktes wordt gegeven in Figuur 1. De drie concessiegebieden bevinden zich in de zone bepaald in artikel 3 bis 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 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 Koninklijk Besluit (KB) van 17 mei 2004.

De cumulatieve effecten van deze drie parken worden in deze milieueffectenbeoordeling (MEB), voor zover mogelijk is aan de hand van de beschikbare informatie, samen geëvalueerd.



Figuur 1. Overzicht van de drie toekomstige windmolenprojecten.

## 1.1. Technische beschrijving van het windmolenpark op de Bligh Bank

De technische gegevens van de belangrijkste onderdelen van het windmolenpark worden gegeven in Tabel 1. Deze Tabel werd opgesteld met alle beschikbare up-to-date informatie, zijnde: het MER, bijkomende informatie opgestuurd door de aanvrager en informatie ontvangen tijdens vergaderingen of telefoongesprekken met de aanvrager.

Voor het opstellen van deze MEB werd gebruik gemaakt van de gegevens uit Tabel 1: deze kunnen soms een weinig verschillen met de gegevens in het MER.

Tabel 1. Overzicht technische kenmerken.

Onderwerp	Gegevens/omschrijving
<b>Locatie</b>	
Situering	Bligh Bank;
Parkoppervlakte	35,6 km <sup>2</sup> (excl. veiligheidszone) 49,1 km <sup>2</sup> (incl. veiligheidszone)
Waterdiepte	minimaal 15 m, maximaal tot ca. 37 m
<b>Fundering windturbines</b>	
Ofwel monopaal of jacket-vakwerk	Palen uit dikwandig staal worden ca. 30m in de zeebodem geheid.
Ofwel gravitaire fundering	De fundering uit gewapend beton wordt geprefabriceerd aan land en vanaf een schip of ponton neergelaten op de vooraf vlak gemaakte zeebodem.
Voor alle funderingstypes	Rond de fundering wordt steeds een erosiebescherming aangebracht.
<b>Windturbines</b>	
Vermogen	3 of 5 MW per turbine; 330 MW voor het volledige park
Aantal	110 (3 MW) of 66 (5 MW) stuks
Ashoogte	70 of 90 meter (ten opzichte van HAT)
Rotordiameter	90 of 126 meter
Onderlinge afstand	6 x rotordiameter
Prognose Productie	1.129.600 of 1.282.400 of MWh/jaar
Netto opbrengst (incl. transformatorverliezen)	3500 KWh (320.000 gezinnen)
<b>Erosiebescherming</b>	
Per turbine	14 m breed, 1.4 m hoog
Hoeveelheid uitgegraven zand per gravitaire fundering	38.400 m <sup>3</sup> zand (3 MW)  57.940 m <sup>3</sup> zand (5 MW)
<b>Kabels</b>	
Kabels naar land	2 kabels van 150 kV of 1 kabel van 220 – 240 kV Kabellengte op zee: 2 x ca. 50 km (optie Zeebrugge) of ca. 2 x 55 km (optie Oostende) tussen hoogspanningsstations en land Aanlegdiepte kabels: 2 m in de zeebodem (voorwaardelijk)
Geraamde transportverliezen	Ca 3 % (vanaf windturbines tot aanlanding)
Parkkabels binnen het windturbinepark	kabels van 33 kV 71.2 km (5 MW) 63.5 km (3 MW)

	Aanlegdiepte kabels: 2 m in de zeebodem (voorwaardelijk)
<b><i>Exploitatie</i></b>	
Remote control windturbinepark	Controle van op land, locatie nog te bepalen
Frequentie gepland onderhoud	1 keer per jaar per turbine
Logistiek – toegang naar windturbinepark	Vanuit BELWIND. Logistieke onshore basis (locatie nog te bepalen). Transporten naar het windturbinepark per schip
<b>Varia</b>	
windmeetmast	1
Transformatorstation (2 stuks)	transformatoren 33/150 kV
Aanwezige vetten/turbine	174 kg
Aanwezige olie/turbine	1083 l
Aanwezige olie in transformator	10 m <sup>3</sup> /transformator

## 2. Statuut en structuur van de aanvrager

### 2.1. *Naam en vennootschapsvorm*

De aanvrager is een SPC of Special Purpose Company, genaamd BELWIND. Deze naamloze vennootschap naar Belgisch recht werd opgericht op 26 januari 2006. De oprichtingsakte werd neergelegd bij de Griffie van de Rechtbank van Koophandel te Gent 6 op 2 februari 2006.

Belwind NV werd opgericht door:

Ecoventures BV,

Met maatschappelijke zetel te Nederland – 3526 KL Utrecht, Kanaalweg 16 G, handelsregister te Utrecht onder nummer 33267348

En

Evelop BV,

Met maatschappelijke zetel te Nederland – 3526 KL Utrecht, Kanaalweg 16 G, handelsregister te Utrecht onder nummer 30187905.

In een onderlinge aandelenverhouding van 614 aandelen in bezit van Ecoventures BV en 1 aandeel in het bezit van Evelop BV.

### 2.2. *Maatschappelijke Zetel*

De maatschappelijke zetel van de vennootschap bevindt zich te B -1930 Zaventem, Leuvensesteenweg 555/15.

### 2.3. *De gepubliceerde statuten*

De statuten werden vastgelegd in de oprichtingsakte. Zij werden neergelegd bij de griffie van de rechtbank van Koophandel te Gent op 2 februari 2006 en werden ter publicatie naar het Staatsblad verstuurd.

### 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 eindigend na de Algemene Vergadering van 2011: de Besloten Vennootschap naar Nederlands Recht “ECONCERN B.V.” met zetel te Utrecht en als vaste vertegenwoordiger de heer Dirk Berkhout, eveneens tot Gedelegeerd Bestuurder benoemd.

De bestuurders en hun vertegenwoordiger, van Nederlandse nationaliteit, kiezen woonplaats op de zetel van de vennootschap.

### 3. Methodologie

Na ontvangst van het milieueffectenrapport van het project onderzoeken de verschillende experts van de BMM de hoofdstukken met betrekking tot hun expertise. Hierbij wordt gelet op de feiten en de vermelde referenties. Indien nodig wordt bijkomende literatuur opgezocht en doorgenomen. Deze literatuur is beschikbaar via databases van de verschillende universiteitsbibliotheken, op het Internet en via het contacteren van andere experts. Voor de disciplines die dit vereisen, worden modellen gebruikt om bepaalde voorspellingen te kunnen doen.

Al deze informatie wordt door de expert verwerkt om zo 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 in de zone in de toekomst.

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

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 waar nodig geactualiseerd omwille van de beschikbaarheid van nieuwe informatie, en het op elkaar afstemmen van de monitoring. Er wordt tevens rekening gehouden met mogelijke cumulatieve effecten.

## 4. Juridische achtergrond

### 4.1. *Wetgeving Natuur*

De hierna volgende wetten en Koninklijke Besluiten bieden een rechtsbasis voor de bescherming van het mariene leefmilieu bij offshore windmolenprojecten.

**De wet van 20 januari 1999** ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België (hierna “MMM wet”) stelt dat bepaalde activiteiten aan een door de minister afgeleverde vergunning onderworpen worden. Aan deze vergunningsplichtige activiteiten wordt tevens een verplichting tot milieueffectenbeoordeling gekoppeld. Hoofdstuk III van de MMM wet verwijst naar de mogelijke hoedanigheid van beschermd mariene gebieden. Deze wet werd gewijzigd door de wet van 17 september 2005 en de wet van 21 april 2007.

**Het KB van 7 september 2003** houdende de procedure tot vergunning en machtiging van bepaalde activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België.

**Het KB 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.

De BMM wijst erop dat de MMM wet grotendeels een weergave is van internationale regelgeving waaraan België zich moet houden, en die in de nationale wetgeving moeten opgenomen worden. Het betreft onder meer de **Europese Richtlijn 79/409/EEG** van de Raad van 2 april 1979 inzake het behoud van de vogelstand (Vogelrichtlijn), **de Europese Richtlijn 92/43/EEG** van de Raad van 21 mei 1992, inzake de instandhouding van de natuurlijke habitats en de wilde fauna en flora (Habitatrichtlijn), de Overeenkomst inzake watergebieden van internationale betekenis, in het bijzonder als verblijfplaats voor watervogels (1971) (**Ramsar Verdrag**), het **Marpol-verdrag**, het Verdrag van Parijs inzake de bescherming van het mariene milieu van de noordoostelijke Atlantische Oceaan (1992) (**Ospar-verdrag**), het “Verdrag inzake Biologische Diversiteit” (1992) (**Verdrag van Rio**), het “Verdrag inzake de bescherming van trekkende wilde diersoorten” (1979) (**Bonn Verdrag**) en het “Verdrag inzake het behoud van wilde dieren en planten en hun natuurlijke leefmilieu in Europa” (1979) (**Bern Verdrag**).

### 4.2. *Uitvoering van de Vogel- en Habitatrichtlijn in België*

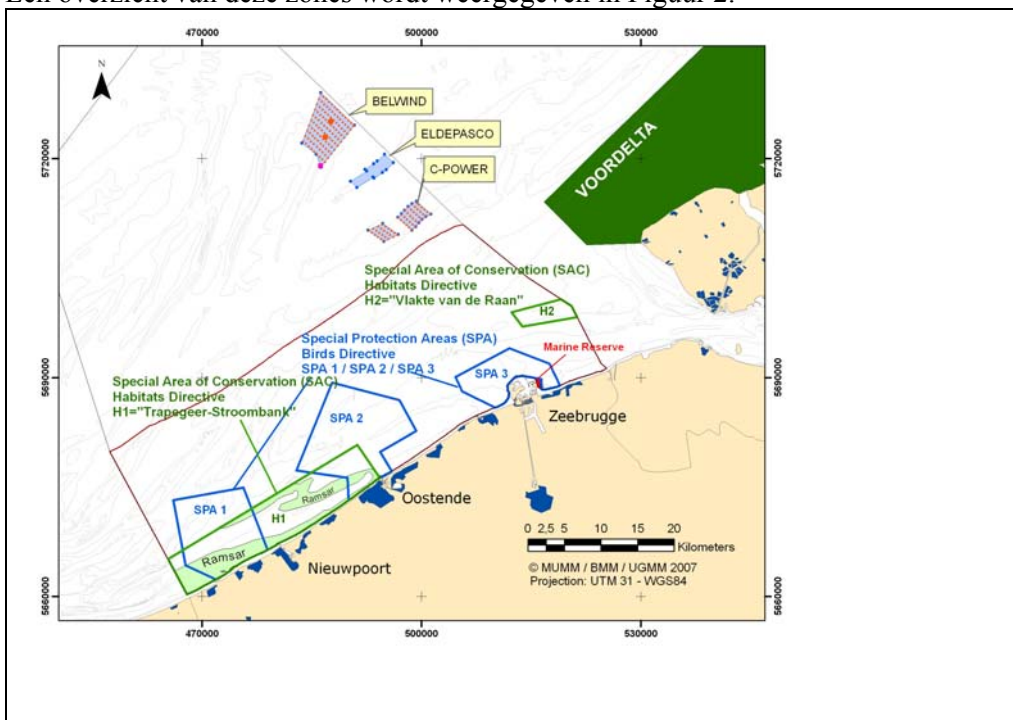
De Europese Commissie vaardigde in 1979 de Vogelrichtlijn en in 1992 de Habitatrichtlijn uit. De Habitatrichtlijn bevat een bijlage met belangrijke habitats, en een bijlage met belangrijke soorten (zonder de vogels) die in de Europese Unie moeten beschermd worden. Een van de middelen om deze soorten en habitats te beschermen, is het aanwijzen van Speciale beschermingszones onder de Habitatrichtlijn (SBZ-H's). De Vogelrichtlijn voorziet in een betere bescherming van vogels in de Europese Unie. De richtlijn vereist dat bepaalde vogelsoorten strikt beschermd worden (deze in Bijlage I), en dat gebieden die het meest geschikt zijn voor de bescherming van deze soorten en andere trekkende soorten, aangewezen worden als Speciale Beschermingszone voor Vogels (SBZ-V's). De SBZ-V's en SBZ-H's zullen een ecologisch netwerk van beschermd gebieden vormen in Europees verband: het Natura 2000 netwerk. Voor het mariene milieu dient het netwerk op internationaal vlak door de Commissie nog te worden goedgekeurd.

België voerde deze Richtlijnen uit met **het KB van 14/10/2005** tot instelling van speciale beschermingszones en speciale zones voor natuurbehoud in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België en **het KB van 5/03/2006** tot instelling van een gericht marien reservaat in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België en tot wijziging van het koninklijk besluit van 14/10/2005 tot instelling van speciale beschermingszones en speciale zones voor natuurbehoud in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België. Hierbij aansluitend is **het KB van 14/10/2005** betreffende de voorwaarden, sluiting, uitvoering en beëindiging van gebruikersovereenkomsten en het opstellen van beleidsplannen voor de beschermde mariene gebieden in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België eveneens van belang.

In bovenvermelde KB's werden:

- 3 zones aangeduid als speciale beschermingszones (SBZ-V):
  - een zone rond de haven van Nieuwpoort (SBZ-V1);
  - een zone rond de haven van Oostende (SBZ-V2);
  - een zone rond de haven van Zeebrugge (SBZ-V3.)
- 2 zones aangeduid als speciale zone voor natuurbehoud (SBZ-H):
  - een zone genaamd "Trapegeer Stroombank", zich uitstrekkende van Oostende tot de grens met Frankrijk, van de laagwaterlijn tot drie mijl in zee;
  - een zone genaamd "Vlakte van de Raan", op en rond de gelijknamige zandbank.
- 1 gericht marien reservaat aangeduid, met name een zone aansluitend aan het Vlaamse natuurreservaat "Baai van Heist".

Een overzicht van deze zones wordt weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2. Overzicht van de Belgische en Nederlandse beschermde gebieden. SPA 1 = SBZ-V1; SPA 2 = SBZ-V2; SPA 3 = SBZ-V3; H1 = SBZ-H1; H2 = SBZ-H2.

Het concessiegebied van Belwind ligt niet binnen één van de bovengenoemde speciale beschermingszones of het gericht marien reservaat. Evenwel zal bij de beide opties van het kabeltracé één van de SBZ-V's doorkruist worden.



Bij de optie met aanlanding te Oostende wordt de speciale beschermingszone rond Oostende doorkruist (SBZ-V2). Bij de optie met aanlanding te Zeebrugge wordt de speciale beschermingszone rond Zeebrugge doorkruist (SBZ-V3). De mogelijke effecten van beide opties worden besproken in het hoofdstuk avifauna.

Bovengenoemde KB's die uitvoering geven aan de Vogel- en Habitatrichtlijn van de EC zijn strenger opgesteld dan de richtlijnen zelf. Zo zijn bij Art. 5 van het KB van 14/10/2005 tot instelling van de beschermingszones volgende activiteiten verboden:

1. activiteiten van burgerlijke bouwkunde;
2. industriële activiteiten;
3. activiteiten van publicitaire en commerciële ondernemingen.

De blinde interpretatie van dit artikel kan ertoe leiden dat het *leggen* van kabels door één van deze zones niet mogelijk is indien dit gezien wordt als een activiteit van burgerlijke bouwkunde en dat de *exploitatie* van de elektriciteitskabels in de zone niet toelaatbaar is, indien dit gezien wordt als een industriële activiteit. Deze strikte interpretatie zou ertoe leiden dat heel wat activiteiten die momenteel worden uitgevoerd in deze zones (sommige permanent) illegaal worden. Het betreft bijvoorbeeld commerciële activiteiten zoals o.a. commerciële scheepvaart en baggeren, activiteiten van burgerlijke bouwkunde zoals o.a. de strandsuppleties, de uitbouw van de haven van Oostende, en industriële activiteiten zoals o.a. de exploitatie van gaspijpleidingen en telecomkabels. Gezien de juridische onzekerheid hieromtrent is het niet opportuun dat de BMM van de huidige algemene praktijk af zou wijken. Bijgevolg oordeelt de BMM dat de voorgenomen activiteiten met betrekking tot de kabels *sensu strictu*, van een andere aard zijn dan deze die bedoeld zijn in artikel 5 van het hierboven vermelde KB van 14/10/2005.

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.

Voor een plan of project dat niet direct verband houdt met, of nodig is voor het beheer van een SBZ-H gebied kan, volgens artikel 6, §3 van de Habitatrichtlijn, slechts toestemming worden gegeven indien: het plan of project, afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten geen significante gevolgen kan hebben voor het gebied, of van de significante gevolgen een passende beoordeling is gemaakt, rekening houdend met de instandhoudingdoelstellingen van het gebied, waaruit zeker blijkt dat het plan of project de natuurlijke kenmerken van het betrokken gebied niet zal aantasten en nadat inspraakmogelijkheden werden geboden.

Indien de beoordeling tot negatieve conclusies heeft geleid kan slechts in bepaalde omstandigheden, bij ontstentenis van alternatieve oplossingen en onder strenge voorwaarden van het artikel 6 §4 van de Habitatrichtlijn, toestemming voor het plan of project worden gegeven. Deze bepalingen zijn krachtens het artikel 7 van dezelfde richtlijn ook van toepassing op de SBZ-V gebieden.

Gezien het criterium “significante gevolgen” bepalend is voor zowel de keuze van de te volgen beoordelingsprocedures als ook voor de eigenlijke beslissing over de toestemming, dient er met grote voorzichtigheid over de significantie van de mogelijk milieueffecten te worden beoordeeld. Momenteel is echter nog geen erkende, bruikbare definitie van “significant” beschikbaar.

De milieueffectenbeoordeling gekoppeld aan de bij de KB's van 2003 voorziene vergunningsprocedure houdt inspraak mogelijkheden in en wordt door de Federale overheid beschouwd als een passende beoordeling die tegemoet komt aan de vereisten van de Habitatrictlijn, artikel 6.

### *4.3. Andere wetgeving*

Gezien grote hoeveelheden zand kunnen verplaatst worden en nodig zijn voor bepaalde werkzaamheden verbonden aan de bouw van de windmolenparken, dient de van toepassing zijnde wetgeving hier te worden vermeld: het betreft het **KB van 1 september 2004** betreffende de voorwaarden, de geografische begrenzing en de toekenningsprocedure van concessies voor de exploratie en de exploitatie van de minerale en andere niet-levende rijkdommen in de territoriale zee en op het continentaal plat en het **KB van 1 september 2004** houdende de regels betreffende de milieueffectenbeoordeling in toepassing van de wet van 13 juni 1969 inzake de exploratie en exploitatie van niet-levende rijkdommen van de territoriale zee en het continentaal plat.

In overeenstemming met het internationaal zeerecht werd een zone aangeduid in de Belgische zeegebieden voor de bouw en exploitatie van installaties voor de productie van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen bij **KB van 17/05/2004** 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 van elektriciteit uit water, stromen of winden, in de zeegebieden waarin België rechtsmacht kan uitoefenen.

Voor de aanleg van de kabels is het **KB van 12 maart 2002** betreffende het leggen van elektriciteitskabels op het continentaal plat onder de rechtsbevoegdheid van België van toepassing.

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 windturbinepark 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.

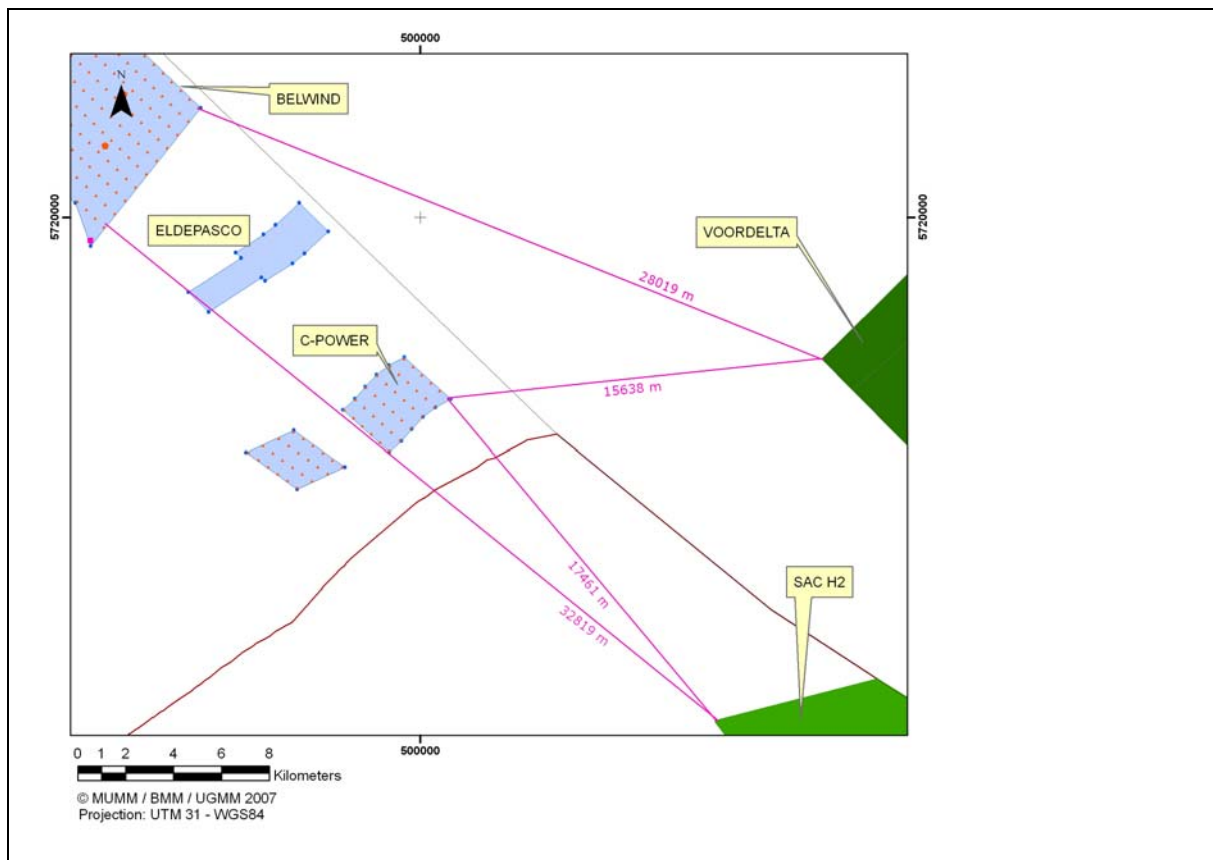
Dit besluit werd gewijzigd met het ministerieel besluit van 10 mei 2006 houdende wijziging van het ministerieel besluit van 14 april 2004 houdende verlening aan de naamloze vennootschap C-Power van de machtiging voor de bouw en een vergunning voor de exploitatie van een windturbinepark van 60 windturbines, 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. Naar beide besluiten tesamen wordt verwezen als “de vergunning C-Power”.

### *4.4. Beschermd gebied in Nederlands water*

Tijdens het officiële overleg met de Nederlandse overheid drukte deze haar bezorgdheid uit over de invloed van drie windmolenparken in de Belgische EEZ, op de aangemelde Nederlandse Natura 2000 gebieden. In het bijzonder werd de Voordelta hierbij onder de aandacht gebracht.

De aanwijzing van Habitatrictlijngebieden in Nederland, in mei 2003 aangemeld bij de Europese Commissie, zal vanaf eind 2007 plaatsvinden. De dichtst bij de windmolenconcessie gelegen gebieden zijn de “Voordelta” en “Westerschelde en Saefthinghe” (Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij, <http://www.minlnv.nl> op 8/12/07). Het Belwind concessiegebied bevindt zich op een afstand

van 28 km van de limiet van het dichtste Nederlandse Natura 2000 gebied (Figuur 3).



Figuur 3. Kleinst mogelijke afstanden van de verschillende windmolenparken tot de Nederlandse Natura 2000 gebieden en de dichtstbijzijnde Belgische SBZ-H (SAC-H2 Vlakte van de Raan).

#### 4.5. Besluit

De aanvraag van Belwind wordt behandeld in het kader van een compleet en gepast federaal rechtsstelsel dat rekening houdt met de Europese regelgeving inzake natuurbehoud. De Blich Bank ligt op een afstand van 28 km van het dichtste Nederlandse Natura 2000 gebied en op 32,8 km van het dichtste Belgische SBZ-H 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 ze moeten doorkruisen. 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

### 5.1. Inleiding

#### 5.1.1. Algemeen

Momenteel is er grote, internationale bezorgdheid over de opwarming van de aarde. Daarom werd er tijdens de klimaatconferentie in Kyoto beslist om maatregelen te nemen om wereldwijd de emissie van broeikasgassen terug te dringen. In navolging van dit protocol moeten de industrielanden de uitstoot van CO<sub>2</sub>-equivalenten<sup>1</sup> 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. In 2002 bedroeg de uitstoot van ons land 2,9% meer dan in 1990. Volgens het rapport van het Federaal Planbureau van 2006 (Devogelaer D. *et al.*, 2006) wordt de stijging van de emissie van alle broeikasgassen samen in 2020 op 3,7% geraamd t.o.v. 1990, in een referentiescenario zonder maatregelen. Sinds maart 2007 heeft Europa zichzelf de doelstelling gesteld om de CO<sub>2</sub>-uitstoot tegen 2020 met 20% te doen dalen t.o.v. 1990.

Het Europese energiebeleid is gebaseerd op twee doelstellingen om de milieudruk te verminderen. Ten eerste moet de CO<sub>2</sub>-uitstoot worden teruggedrongen en ten tweede moet 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 uitgevaardigd. Deze richtlijn legt iedere lidstaat een indicatief streefcijfer op voor de bijdrage van hernieuwbare energiebronnen in de totale elektriciteitsconsumptie. Dit objectief moet in 2010 bereikt worden. Voor België is het streefcijfer 6%. Volgens het in 2003 verschenen rapport van het MITRE (Monitoring and Modelling Initiative on the Targets of Renewable Energy) zal in 2010 slechts 3,6% van het elektriciteitsverbruik in België hernieuwbaar zijn. Er dringen zich dus verdere maatregelen op vooraleer het objectief bereikt zal worden.

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 2004<sup>2</sup> 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 drie projecten opgestart om een offshore windturbinepark te bouwen in deze zone.

Het project waar een machtiging en vergunning voor wordt aangevraagd is een windturbinepark met een totaal vermogen van 330 MW. Dit wordt bekomen door 66 turbines van 5 MW (basisvariant) of door 110 turbines van 3 MW (alternatieve variant). De netto elektriciteitsproductie<sup>3</sup> bedraagt 983 (3 MW) of 1120 (5MW) GWh/jaar, afhankelijk van de variant. Dit zou instaan voor het gemiddelde elektriciteitsverbruik

<sup>1</sup> CO<sub>2</sub>-equivalenten bestaan naast CO<sub>2</sub> uit zes andere broeikasgassen: CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO, HFC en SF<sub>6</sub>.

<sup>2</sup> 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 van elektriciteit uit water, stromen of winden, in de zeegebieden waarin België rechtsmacht kan uitoefenen in overeenstemming met het internationale zeerecht.

<sup>3</sup> De netto elektriciteitsproductie is de theoretisch berekende bruto elektriciteitsproductie verminderd met de geschatte verliezen van de kabels en de transformator en het geschatte productieverlies t.g.v. voorziene en onvoorziene stilstanden. De bruto productie veronderstelt een beschikbaarheid van 100%. De 3 MW turbines leveren een lagere netto opbrengst dan de 5MW variant doordat er meer kabels nodig zijn en omdat er meer turbines moeten onderhouden worden.

van ongeveer 320.000 gezinnen (3,5 MWh/jaar/gezin). Dit komt overeen met meer dan 1% van de Belgische elektriciteitsproductie, die ongeveer 85,4 TWh/jaar bedroeg in 2004 (cijfers EC, <http://cpp.eurostat.ec.europa.eu/> 07/11/07).

### 5.1.2. Het rapport van het Federaal Planbureau

Het belang van offshore windmolenparken voor België wordt onderstreept door het Federaal Planbureau dat in 2006 een studie uitvoerde naar het klimaatbeleid na 2012. Een samenvatting van de belangrijkste punten wordt hierna gegeven. In de studie wordt een analyse van scenario's voor emissiereductie van de broeikasgassen tegen 2020 en 2050 gegeven. Tussen de twee tijdshorizonten 2020 en 2050 is er voorlopig nog weinig samenhang omdat er twee verschillende methodes gehanteerd werden. Voor 2020 gebruikten de onderzoekers energetische en economische modellen voor een projectie van de impact op energie, emissies en economie. Voor 2050 pasten ze een zogenaamde "backcasting" toe, waarbij reductiedoelen worden vastgelegd en dan terug gerekend naar noodzakelijke maatregelen om deze doelen te halen.

In eerste instantie werd een basisprojectie opgesteld voor de periode 2000-2020. Ze omschrijft de evolutie van het Belgische energiesysteem en gaat ervan uit dat de trends en de actuele structurele veranderingen zich doorzetten. Ook houdt ze rekening met de beleidsmaatregelen die tot 31 december 2004 werden aangenomen, inclusief de wet op de uitstap uit kernenergie. Volgens de basisprojectie stijgen de energetische CO<sub>2</sub> emissies met 10,5% in 2020 t.o.v. 1990. Voor alle broeikasgassen samen wordt dat groeipercentage op 3,7 % geraamd.

Voor 2020 berekent de studie de uitstoot in vier scenario's: twee met verschillende uitstootvermindering, namelijk -15% en -30%, en twee "pro-actieve scenario's (telkens per reductiedoelstelling) met bijkomende maatregelen op het vlak van windenergie, energieprestaties van gebouwen en transport. Voor 2050 worden drie niveaus van uitstootvermindering bestudeerd: -50%, -60% en -80%. Het verschil tussen de drie scenario's ligt in het inrekenen van noodzakelijke gedragswijzigingen.

Uit de besluiten van het rapport blijkt dat bij dezelfde marginale kost als de andere Europese lidstaten het Belgische potentieel voor uitstootvermindering beperkt is en ver onder het Europese gemiddelde ligt: niet meer dan 4,8 tot 13,7 procent (naargelang de Europese doelstelling van -15% of -30% t.o.v. 1990). Daarbij daalt het energieverbruik tegen 2020 met 2,3 tot 5,7 procent en stijgt het aandeel hernieuwbare energiebronnen naar 10 tot 11 procent in 2020. Dat is niet veel hoger dan de 8,9% in het referentiescenario (periode 2000-2020), dat enkel rekening houdt met het bestaande beleid tot eind 2004.

Voor de "pro-actieve scenario's" definieert de studie de volgende bijkomende maatregelen:

- de realisatie van een vermogen van 2000 MW offshore windenergie tegen 2020;
- een betere 'energieprestatie' van gebouwen;
- beperking van de emissies in de transportsector.

De invloed van deze drie maatregelen leidt tot een daling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 13 tot 19 procent tegen 2020. De energiebehoefte daalt dan met 11 tot 14 procent en het aandeel hernieuwbare energiebronnen klimt tot 17 procent (voor beide reductiedoelstellingen). Dat is volgens het rapport vooral toe te schrijven aan de offshore windmolenparken.

Voor het verminderen van uitstoot van broeikasgassen tegen 2050 stelt het Planbureau drie verschillende scenario's op: -50, -60 of -80%. Voor de halvering van de uitstoot wordt gerekend op technologische vooruitgang en slechts minimale gedragsverandering. Voor hernieuwbare energie gaat het om de volgende technieken:

- 10 000 MW windenergie in de Noordzee (de helft van het, volgens het planbureau, technisch haalbare potentieel) en 1900 MW windturbines op land. Die leveren samen 43,5 TWh elektriciteit per jaar. De stroom uit offshore windmolenparken wordt voor 80% gebruikt voor de productie van waterstofgas.
- 100 km<sup>2</sup> fotovoltaïsche zonnepanelen (10 m<sup>2</sup> per inwoner) met een jaarlijkse productie van 10 TWh.

Als rekening wordt gehouden met het feit dat de tot op heden geplande offshore windmolenparken voor een totaal vermogen van 882 MW instaan en dat ze samen 22 % van de KB gereserveerde zone voor windenergie in beslag nemen, dan rijst de vraag hoe de doelstelling van 10 000 MW redelijk kan worden bereikt. Een uitbreiding van de gereserveerde zone zou, zonder twijfel, in conflict komen met andere activiteiten op zee en zou zowel technische problemen als milieuproblemen met zich meebrengen. Dit terzijde gelaten wordt het belang van het voorgestelde project op de Bligh Bank in de algemene energiestrategie van het land met deze overwegingen volkomen bevestigd.

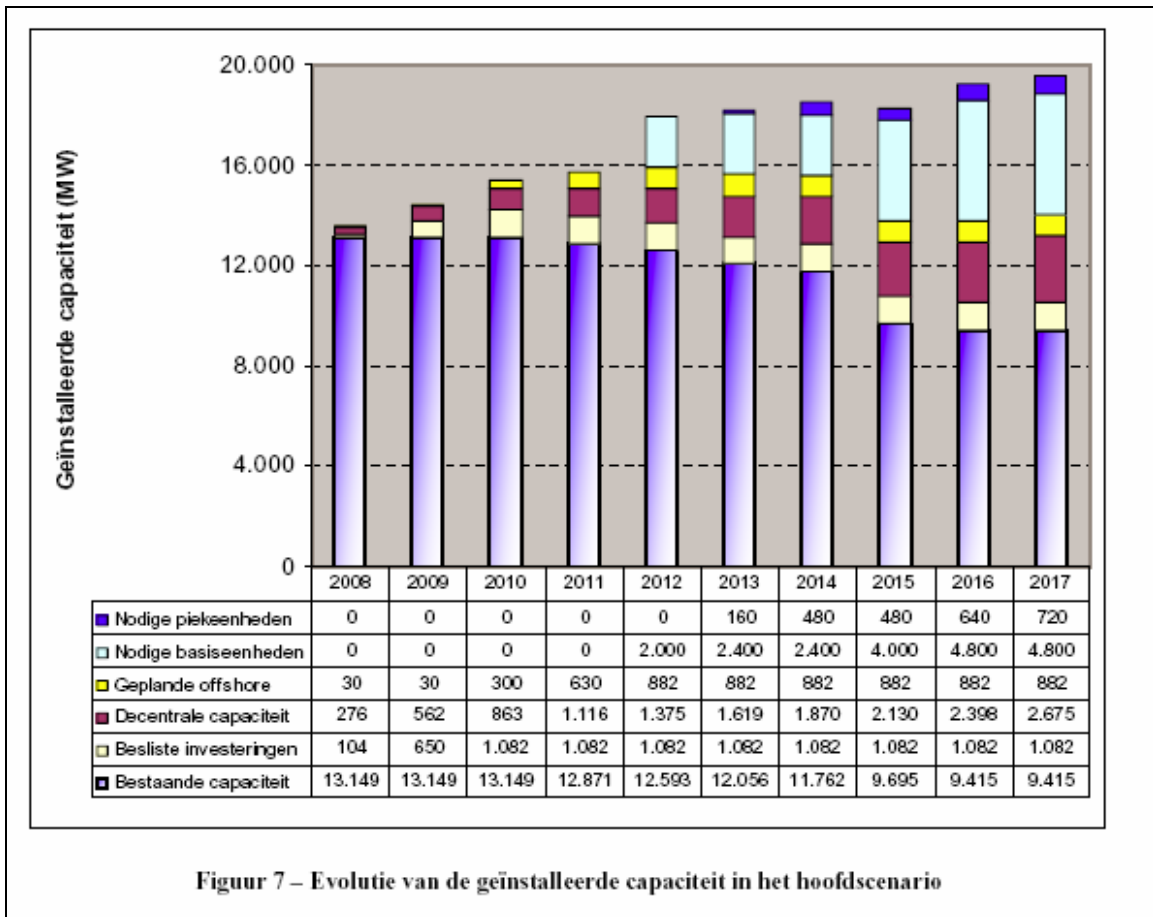
### 5.1.3. Het rapport van de CREG

De Commissie voor de regulering van de elektriciteit en het gas (CREG) heeft op eigen initiatief een studie gemaakt over de ontoereikende productiecapaciteit van elektriciteit in België en over de gevolgen en de risico's die daaruit voortvloeien voor het Belgische elektriciteitssysteem (CREG, 2007). De belangrijkste punten worden hierna aangehaald. Er werd in dit rapport gezocht naar een programma voor de ontwikkeling van het centrale productiepark gedurende de periode 2008-2017. Het gaat meer bepaald om het in het centrale productiepark te voorziene type van nieuwe eenheden te bepalen, evenals hun capaciteit en hun indienststellingskalender om de toekomstige vraag naar elektriciteit van het land op betrouwbare wijze te dekken. Wat de evolutie van de geïnstalleerde capaciteit aan offshore windenergie betreft werd rekening gehouden met de realisatie van de drie projecten waarvoor reeds een domeinconcessie werd toegekend (voor een totaal van 882 MW).

Belangrijk is het begrip LOLE (Loss of Load Expectation) uitgedrukt in aantal uren per jaar. De voor de LOLE gekozen waarde bepaalt het aanvaarde niveau van risico op tekortkoming met betrekking tot het dekken van de elektriciteitsvraag en, bijgevolg, het gewenste niveau van bevoorradingszekerheid voor het hele land. De LOLE waarde werd vastgelegd op 16 uur per jaar. Dit wil zeggen dat er 16 uur per jaar het risico bestaat dat er een tekort aan elektriciteit is in België en bvb. de stroom hierdoor uitvalt in bepaalde gebieden.

In Figuur 4 wordt de evolutie weergegeven van de nog mogelijke investeringen in productiecapaciteit die nodig zijn om de Belgische vraag tijdens de periode 2008-2017 te dekken. De auteurs wijzen erop dat bij het beschouwen van de Figuur niet mag worden voorbijgegaan aan de zorgwekkende toestand van België gedurende de periode 2008-2011, tijdens de welke de LOLE ver uitstijgt boven de limiet van 16 uur per jaar die voor dit criterium werd aangenomen en in sommige jaren waarden boven 250 uur per jaar bereikt. Het gevolg van deze toestand tijdens die periode is dus een belangrijke toename van het risico op het niet permanent kunnen dekken van de elektriciteitsvraag met behulp van de beschikbare productiebronnen in België.

De auteurs van het rapport stellen dat de toestand nog zorgwekkender zou zijn indien de pilootfase van het eerste offshore windturbinepark van C-Power, voorzien voor 2008, bepaalde problemen aan het licht zou brengen die de milieugebonden, technische en/of financiële haalbaarheid van de offshore windmolenprojecten in gevaar brengen. Dat zou waarschijnlijk leiden tot het voorlopig opgeven van dit soort projecten in België en bijgevolg de capaciteit van het offshore windturbinepark beperken tot 30 MW (6 windturbines van 5 MW van het eerste proefproject van C-Power) i.p.v. de beoogde 882 MW.



Figuur 4. Evolutie van de geïnstalleerde productiecapaciteit in het hoofdsценario (CREG, 2007).

De CREG wijst er in haar rapport eveneens op dat de concrete verwezenlijking van de projecten voor investeringen in productiecapaciteit die op dit ogenblik in de steigers staan en de nieuwe projecten een stabiel klimaat vereisen op vlak van energie- en milieubeleid.

Het hierboven aangehaalde rapport bewijst opnieuw hoe slecht de situatie is met betrekking tot de elektriciteitsvoorziening, en hoeveel slechter het nog kan worden zonder verwezenlijking van het aangevraagde project op de Bligh Bank en de andere offshore windmolenparken.

## 5.2. Te verwachten effecten

### 5.2.1. Life Cycle Analysis

In de evaluatie van de effecten die een offshore windturbinepark 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 exploitatie. Hiertoe kan het best een Life Cycle Analysis (LCA) worden gedaan. De vergunningsaanvrager heeft zelf geen LCA uitgevoerd, maar deed een theoretische studie aan de hand van een LCA die Vestas in 2005 heeft gedaan gebaseerd op de Vestas V90-3,0 MW turbine. In deze studie wordt een nauwkeurige inschatting gemaakt van het totale energieverbruik tijdens de productie, de bouw, het gebruik gedurende een periode van 20 jaar en de ontmanteling van een offshore windturbine. Hierbij wordt ook de parkbekabeling, de offshore transformator, de kabels naar de kust en de aansluiting op het elektriciteitsnet in rekening gebracht. Als resultaat van deze studie kon worden besloten dat de totale energieconsumptie van een Vestas V90-3,0 MW turbine 8098 MWh is. Dit geldt voor een 3 MW turbine in een park op een afstand van 14 km van de kust, een gemiddelde waterdiepte van 10m en een monopaal fundering. Het Belwind project ligt echter veel verder uit de kust, de waterdiepte op de locatie varieert tussen 15 en 37m en er is nog onzekerheid over het te gebruiken type fundering. Dit alles zorgt ervoor dat het resultaat van de Vestas LCA niet zomaar mag overgenomen worden voor het project op de Bligh Bank. Wordt als worst case scenario voor een turbine het dubbele van de waarde berekend door Vestas genomen, dan nog blijkt dat een windturbine ca. 11 (3 MW) tot 21 (5 MW) keer zijn eigen energie-input kan opleveren tijdens de twintig jaar dat de turbine in gebruik is<sup>4</sup>. Dit komt overeen met de bevindingen van een Zweedse studie die voor de LCA van een windturbine bekomt een efficiëntie van 20,24. Dit wil zeggen dat de hoeveelheid geproduceerde energie 20,24 maal hoger is dan de verbruikte energie over de volledige levensduur. Dit bewijst dat windenergie efficiënt en zuinig is.

### 5.2.2. Vermeden emissies

In diezelfde studie werden ook de atmosferische emissies per geproduceerde KWh berekend die worden uitgestoten tijdens de levenscyclus van de Vestas V90-3,0 MW windturbine (zie Tabel 2). Dit zijn totale emissies die vrijkomen bij de constructie, het onderhoud, de ontmanteling van de turbines en het transport naar de locatie. Volgens het Vlaamse klimaatsbeleidsplan stoot België gemiddeld 307 g CO<sub>2</sub> uit per geproduceerde KWh.

Tabel 2. Atmosferische emissies per geproduceerde KWh (Vestas, 2005).

	Emissie g/KWh
CO <sub>2</sub>	5,25
SO <sub>x</sub>	0,0222
NO <sub>x</sub>	0,0204

Met deze emissiefactoren kan dan de totale emissie van het Belwind project worden geschat. Vervolgens kan er een balans worden opgemaakt van de geproduceerde emissies en de totale vermeden emissies, die zouden vrijkomen indien dezelfde hoeveelheid energie zou worden opgewekt via klassieke thermische productie (zie Tabel 3).

<sup>4</sup> Rekening houdend met 110/66 turbines en een levensduur van 20 jaar betekent dit per turbine een productie van 178727 tot 339394 MWh. Deze productie per turbine is 11 tot 21 keer de energieconsumptie van een turbine ( zijnde 16196 MWh: het dubbele van de uitkomst van de Vestas LCA).



Tabel 3. Emissiebalans windturbinepark (ton/jaar)

	Geproduceerde emissies		Vermeden emissies		Emissiebalans	
	983 GWh	1120 GWh	983 GWh	1120 GWh	983 GWh	1120 GWh
CO <sub>2</sub>	5161	5880	-741477	-844816	-736316	-838936
SO <sub>2</sub>	21,8	24,9	-1056	-1203	-1034	-1178
NO <sub>x</sub>	20,1	22,8	-980	-1116	-960	-1093

Uit Tabel 3 valt af te leiden dat indien de geproduceerde windenergie aanleiding zou geven tot een effectieve, equivalente vermindering van elektriciteitsproductie d.m.v. klassieke thermische productie, dit een reductie van de emissies zou opleveren.

De omvang van de vermeden emissies op het land is afhankelijk of men enkel klassieke productie in beschouwing neemt, dan wel een combinatie van klassieke en nucleaire productie. Indicatief zouden de jaarlijks vermeden emissies 3,5% (3 MW) en 4% (5 MW) bedragen van de emissies van CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> die door de klassieke productie in België in het jaar 2000 werden uitgestoten. Op basis van de emissiefactoren voor klassieke en nucleaire productie is deze 2,1 (3 MW) en 2,4% (5 MW) hiervan. Voor verdere details over deze berekeningen wordt verwezen naar het MER.

Daar het windturbinepark een positieve invloed heeft op de atmosfeer dringen zich geen mitigerende maatregelen op en krijgt het project a-priori een gunstige beoordeling voor dit onderdeel.

### 5.2.3. Cumulatief

De drie geplande offshore windmolenparken zullen zorgen voor vermeden emissies doordat de netto elektriciteitsproductie van de windturbineparken niet opgewekt moet worden op de klassieke, al dan niet in combinatie met de nucleaire, manier. De vermeden emissies zijn vanzelfsprekend de som van de vermeden emissies van elk park afzonderlijk.

Deze vermeden emissies leveren een bijdrage tot de voor België vooropgestelde reductiedoelstellingen. Voor België is de Kyoto doelstelling een reductie van broeikasgassen tot 130,5 miljoen ton CO<sub>2</sub> equivalent. Voor SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> bedragen de emissieplafonds in het kader van de NEC-richtlijn (2001/81/EG)<sup>5</sup> respectievelijk 99000 en 176000 ton/jaar. De drie windmolenparken samen zorgen voor een procentuele bijdrage van 1,24-1,47%, 1,35-1,52% en 2,34-2,79% van de vooropgestelde reductiedoelstellingen van respectievelijk CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub> (deze percentages zijn afhankelijk van de gekozen types windmolens).

<sup>5</sup> Europese Richtlijn inzake nationale emissieplafonds voor bepaalde luchtverontreinigende stoffen van 23 oktober 2001.

## 5.3. *Besluit*

### 5.3.1. Aanvaardbaarheid

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

Indien de geproduceerde energie door het Belwind 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 zullen vermijden, 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.

Uit de berekeningen kan worden geschat dat het Belwind project als volgt kan bijdragen tot het energiebeleid van België:

- Het staat in voor meer dan 1 % van de totale energieproductie (TEP) in België (80 TWh/jaar).
- De doelstelling hernieuwbare energie tegen 2010 is 6% van de TEP, het Belwind project is reeds meer dan 1 % hiervan.
- De effectief vermeden emissies zorgen voor een bepaald percentage van de reductiedoelstellingen voor uitstoot van CO<sub>2</sub>-equivalenten. Daar de werkelijke, huidige uitstoot van CO<sub>2</sub>-equivalenten niet gekend is kon dit percentage niet berekend worden maar de werkelijk vermeden emissies, berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke thermische productie, bedragen 0,56% tot 0,64 % van het emissieplafond voor CO<sub>2</sub>-equivalenten, dat werd vastgelegd in navolging van het Kyoto-protocol.
- De omvang van het project komt overeen met 3,3% van de door het Federaal Planbureau voorgestelde scenario van 10.000 MW windenergie in de Noordzee tegen 2050.

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 milieueffectenbeoordeling. Hoe klein deze bijdrage ook mag zijn, het belang van het voorgestelde project op de Bligh Bank in de algemene energiestrategie van het land wordt in het kader van de voorspellingen van het Federaal Planbureau volkomen bevestigd.

### 5.3.2. Aanbevelingen en voorwaarden

#### 5.3.2.1. *Aanbevelingen*

Om een beter beeld te krijgen van de emissiebalans van de windturbines die Belwind zal gebruiken is de BMM van oordeel dat Belwind een LCA zou kunnen uitvoeren van het gebruikte type windturbines. Dit kan dienen om de uitgevoerde berekeningen in het MER te valideren.

## 6. Hydrodynamica & sedimentologie

### 6.1. Inleiding

Het geplande project op de Bligh Bank zal, afhankelijk van de uitvoering, bepaalde effecten hebben op de lokale sedimentologie. 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 wordt tegengegaan door het aanbrengen van erosiebescherming. Ook de mogelijkheid van het vrijkomen van de kabels moet worden gecontroleerd.

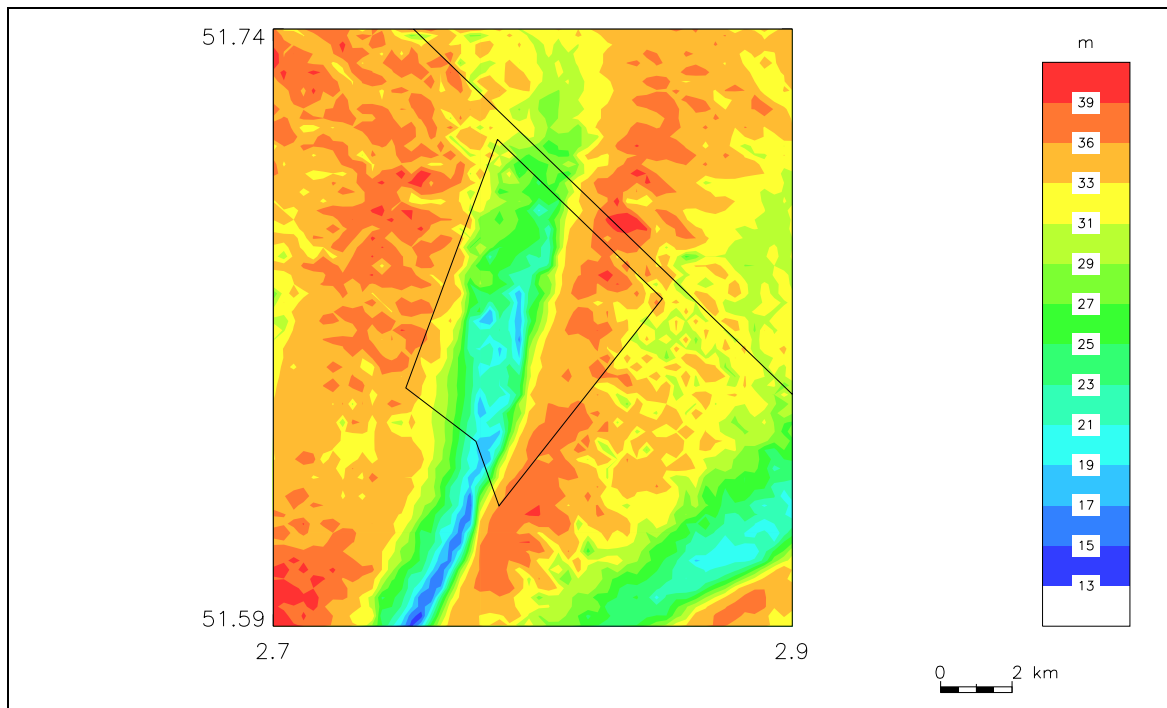
Het is duidelijk dat de te verwachten effecten afhangen van het type fundering en erosiebescherming dat zal worden toegepast. Er moet hierbij worden opgemerkt dat er nog onzekerheid bestaat over de juiste funderingen en erosiebescherming die zullen worden gebruikt. In het MER wordt melding gemaakt van de mogelijkheid om een monopaal- of vakwerkfundering te gebruiken, naast het gebruik van gravitaire funderingen. In dit laatste geval moet rekening gehouden worden met een belangrijke hoeveelheid zand die zal worden uitgegraven en gestockeerd moet worden. Verder wordt naast de klassieke statische erosiebescherming, waarbij de erosiebescherming wordt gestort naast de gravitaire fundering of naast de monopaal, ook een dynamische erosiebescherming bij monopaal funderingen beschouwd. Hierbij wordt de monopaal in de grond geheid zonder erosiebescherming aan te brengen. Na enkele weken is de erosieput tot een maximale diepte ontwikkeld. Deze erosieput wordt dan volgestort met erosiebescherming om de stabiliteit van de monopaal op lange termijn te garanderen. De verschillende uitvoeringsmethoden kunnen duidelijk verschillende effecten op de morfologie van de bank hebben.

In dit hoofdstuk worden de verschillende mogelijke effecten begroot. Er wordt hierbij onder andere gebruik gemaakt van de resultaten van recente literatuur, van het MAREBASSE project (Van Lancker *et al.*, 2005) en van Van den Eynde (2007). In deze laatste studie worden hydrodynamische modellen, golfmodellen en sedimenttransportmodellen gebruikt om meer inzicht te krijgen in de hydrodynamische en sedimentologische omstandigheden op de Bligh Bank. De voorgestelde monitoring moet verzekeren dat de verhoging van de turbiditeit aanvaardbaar blijft, dat geen erosieputten optreden die de stabiliteit van de windmolens in gevaar kunnen brengen, en dat de kabels bedekt blijven.

### 6.2. Startsituatie

#### 6.2.1. Bathymetrie

De waterdiepte op de locatie van het geplande windmolenpark varieert van 15 tot 37 m ten opzichte van GLLWS. De bathymetrie van het gebied, zoals het is gebruikt in het hydrodynamische model MU-BCPF, met een roosterresolutie van ongeveer 258 m x 275 m, wordt voorgesteld in Figuur 5. In deze bathymetrie varieert de diepte in het gebied tussen 16,4 m en 40,7 m ten opzichte van het gemiddelde zeeniveau.



Figuur 5. Bathymetrie van het gebied met het MU-BCPF model (ten opzichte van gemiddeld zeeniveau of Mean Sea Level).

### 6.2.2. Stromingen en golven

De stromingen op de Blich Bank variëren ruwweg tussen 0,2 m/s en 1,0 m/s. Een modelstudie door Van den Eynde (2007) lijkt erop te wijzen dat de stroomsnelheden op de zandbank iets groter zijn dan in de geulen, dit in tegenstelling tot wat in het MER wordt vooropgesteld.

Wat de golven betreft, worden in het MER de gegevens gebruikt die door RIKZ gepubliceerd zijn op het internet (<http://www.golfklimaat.nl>). Als referentie van de Blich Bank werd er geopteerd om de gegevens van de Schouwenbank te gebruiken. Er dient te worden opgemerkt dat deze bank voor de Nederlandse kust een heel stuk noordelijker ligt - op 51°44'48" N, 03°18'24" O – dan de Blich Bank, in een waterdiepte van 20 m. Verder is er in het MER verwarring opgetreden tussen de significante golfhoogte en de gemiddelde periode. Het is duidelijk dat niet de significante golfhoogte tussen 3 en 6 meter het meeste optreden, maar dat de gemiddelde golfperiode meestal tussen 3 en 6 seconden liggen. De gemiddelde significante golfhoogte is in 75 % van de metingen lager dan 1,6 m, en een golfhoogte van 3 m wordt slechts in 1,5 % van de metingen overschreden. In Tabel 4 wordt de frequentietabel van de significante golfhoogte op de Schouwenbank weergegeven.

Tabel 4. Frequentietabel van de significante golfhoogte (in m) op de Schouwenbank.

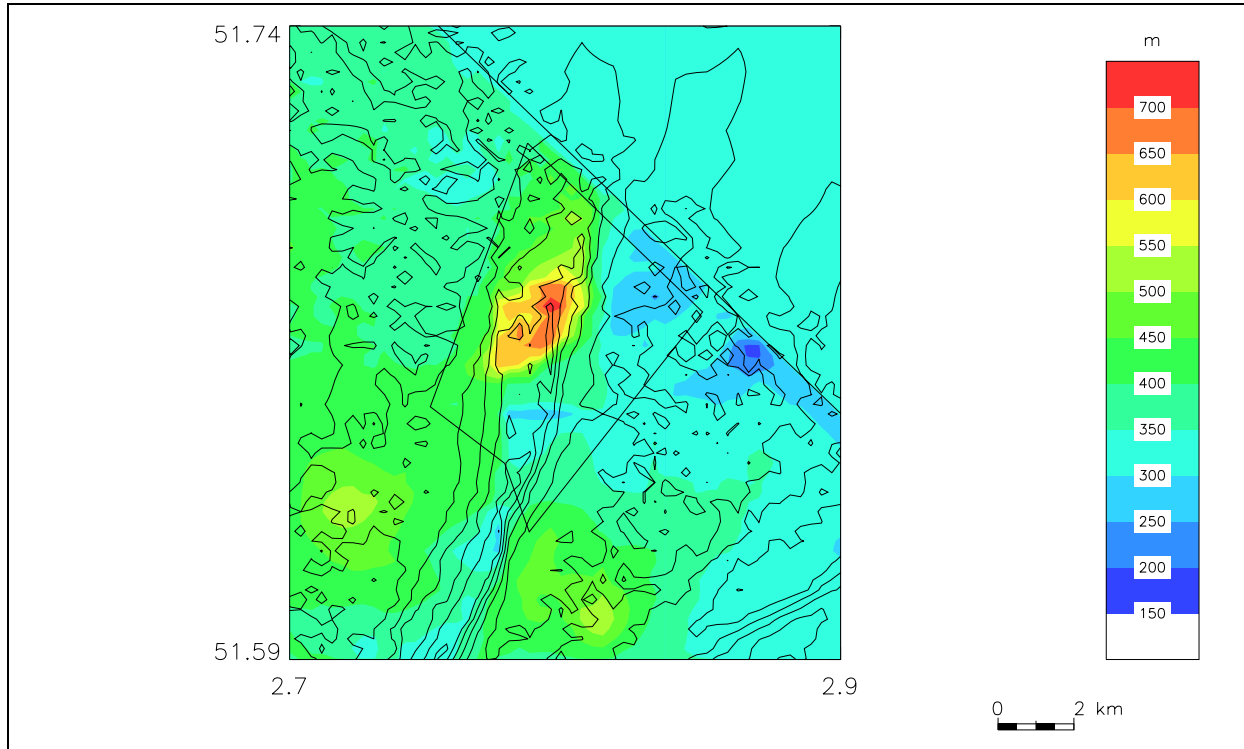
	<b>kans [%]</b>	<b>overschrijdingskans [%]</b>
0.00 - 0.20	1.078	100.000
0.20 - 0.40	12.811	98.922
0.40 - 0.60	15.482	86.111
0.60 - 0.80	15.241	70.629
0.80 - 1.00	12.734	55.389
1.00 - 1.20	10.254	42.655
1.20 - 1.40	8.175	32.401
1.40 - 1.60	6.230	24.226
1.60 - 1.80	4.854	17.996
1.80 - 2.00	3.659	13.142
2.00 - 2.20	2.667	9.483
2.20 - 2.40	2.036	6.816
2.40 - 2.60	1.456	4.780
2.60 - 2.80	1.059	3.324
2.80 - 3.00	0.733	2.264
3.00 - 3.20	0.525	1.531
3.20 - 3.40	0.335	1.007
3.40 - 3.60	0.251	0.672
3.60 - 3.80	0.150	0.421
3.80 - 4.00	0.100	0.271
4.00 - 4.20	0.071	0.171
4.20 - 4.40	0.048	0.100
4.40 - 4.60	0.030	0.051
4.60 - 4.80	0.013	0.021
4.80 - 5.00	0.003	0.009
5.00 - 5.20	0.001	0.006
5.20 - 5.40	0.004	0.004
5.40 - 5.60	0.000	0.000

Uitgaande van deze gegevens en rekening houdend met het feit dat de Schouwenbank een stuk noordelijker ligt dan de Bligh Bank mogen deze waarden als maximale waarden beschouwd worden, die waarschijnlijk niet zullen overschreden worden.

### 6.2.3. Korrelverdeling van het sediment

In het MER wordt vermeld dat op de Bligh Bank zand wordt teruggevonden met een mediane korrelgrootte van 300 tot 350  $\mu\text{m}$ , dat ten noorden van de bank een iets grovere zandfractie voorkomt tot 500  $\mu\text{m}$  en dat in de geul tussen de Bank Zonder Naam en de Bligh Bank een brede strook loopt met grindhoudend zand. Ter vergelijking met deze informatie wordt in Figuur 6 de kaart gegeven met de mediane korrelgrootte, zoals die wordt gebruikt in het zandtransportmodel MU-SEDIM. Deze kaart is gebaseerd op de gegevens die werden verzameld in het kader van het MAREBASSE project (Van

Lancker, *et al.*, 2005). Hieruit blijkt dat op de Bligh Bank zelf nog grover zand kan worden gevonden, tot meer dan 650  $\mu\text{m}$ , terwijl ten zuiden van de bank zand tussen de 250  $\mu\text{m}$  en 350  $\mu\text{m}$  voorkomt. Het is in ieder geval duidelijk dat een exacte bepaling van de korrelgroottes niet echt goed gekend is tot op heden.

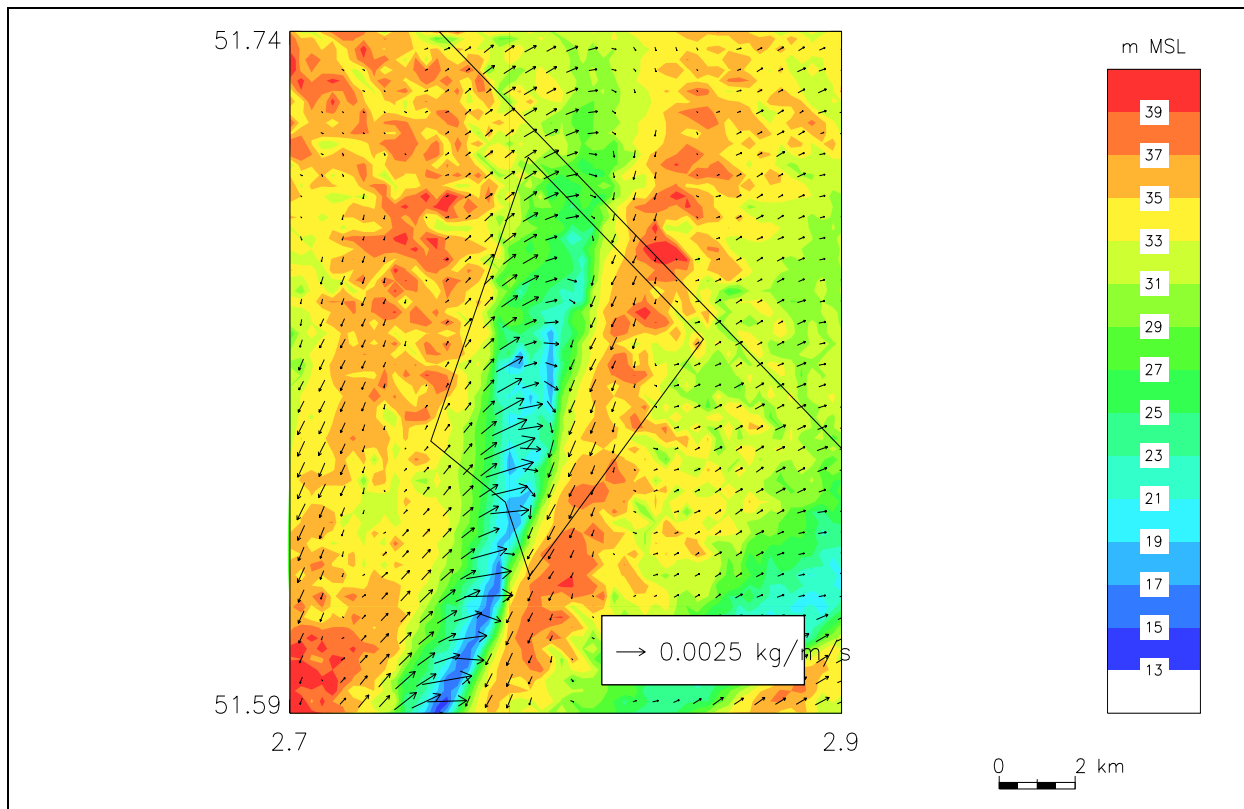


Figuur 6. Mediane korrelgrootte rond de Bligh Bank.

#### 6.2.4. Sedimenttransport

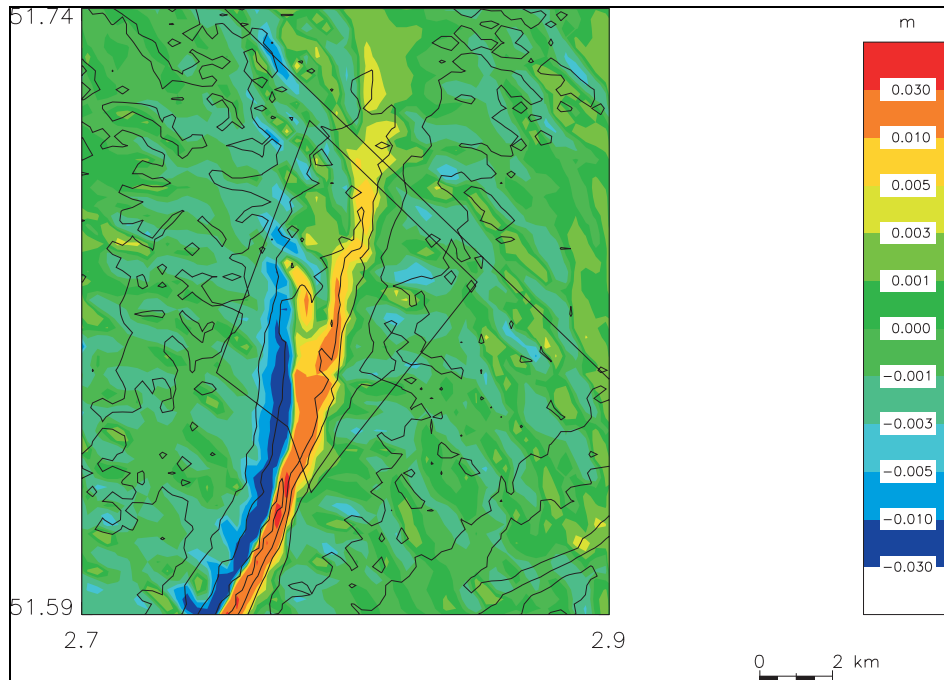
Volgens het MER zal in normale omstandigheden het zand in noordoostelijke richting worden getransporteerd. Dit wordt afgeleid uit de asymmetrische vorm van de bank met de steile flank naar het oosten. De zandduinen op de bank zijn ongeveer parallel aan elkaar en wijzen op een transport in noordoostelijke richting onder de invloed van de vloedstromingen en in zuidwestelijke richting onder invloed van de ebstromingen. Het rapport spreekt tenslotte van een transport rond de bank in tegenwijzerzin. Er lijkt geen duidelijke dominantie van de vloedstroming ten opzichte van de ebstroming te zijn, zodat er geen migratie van de bank optreedt. De informatie is echter zeer fragmentarisch en onderhevig aan belangrijke onzekerheden.

In Van den Eynde (2007) wordt het sedimenttransport gesimuleerd met het zandtransportmodel MU-SEDIM. Uit deze simulaties blijkt het sedimenttransport inderdaad in noordoostelijke richting te gaan (Figuur 7). Het vloedtransport blijkt duidelijk dominantier dan het ebtransport. Er lijkt wel geen transport in tegenwijzerzin rond de bank op te treden, maar een transport in wijzerzin rond de bank. Dit patroon van sedimenttransport wordt bijvoorbeeld ook waargenomen rond de Kwintebank.

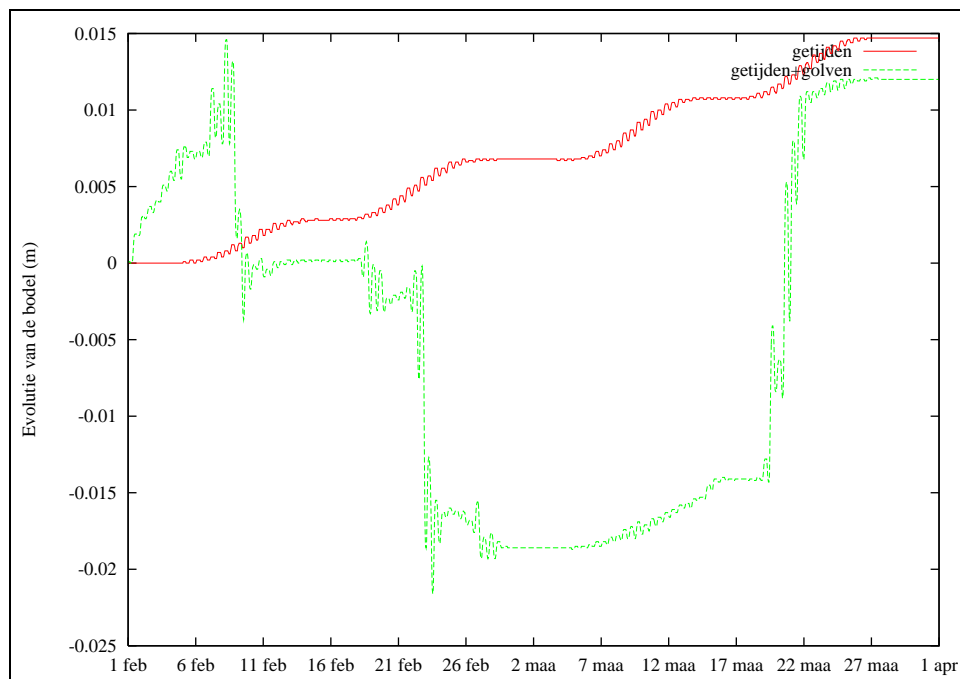


Figuur 7. Sedimenttransport op de Bligh Bank, gesimuleerd met het zandtransportmodel MU-SEDIM voor de periode 1/2/2004-1/4/2004 (Van den Eynde, 2007).

Het berekende transport wijst op een gebied van erosie langs de westkant van de bank, en depositie aan de oostkant van de bank (zie Figuur 8). De erosie- en sedimentatie lijken echter beperkt te blijven met een grootteorde van enkele cm in twee maanden. Het is wel duidelijk dat stormen en de bijhorende golven een belangrijke impact kunnen hebben op het erosie- en sedimentatiepatroon. Dit wordt duidelijk geïllustreerd in Figuur 9, waar de erosie en sedimentatie in het meest ondiepe punt in het concessiegebied wordt getoond in twee simulaties: één met enkel getijden en één met getijden en golven. De invloed van drie stormen (op 8 februari, 22 februari en 22 maart) zijn duidelijk.



Figuur 8. Gemodelleerde evolutie van de bodem voor de periode 1/2/2004 – 1/4/2004, onder de invloed van het sedimenttransport zonder meteorologische omstandigheden (Van den Eynde, 2007).



Figuur 9. Gemodelleerde evolutie van de bodem in het meest ondiepe punt van het concessiegebied, wanneer rekening wordt gehouden met getijden alleen (rode curve) en wanneer rekening wordt gehouden met getijden en golven (groene curve) (Van den Eynde, 2007).



Door het zandige karakter zal de turbiditeit ter hoogte van de Bligh Bank 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 15,3 g/l bij de bodem, vooral tijdens en na stormen. De concentraties ter hoogte van de Bligh Bank zullen minstens een factor 10 lager liggen.

### 6.2.5. Klimaatsveranderingen

Veranderingen in stromingskarakteristieken en morfologie op het Belgisch continentaal plat (BCP) onder invloed van de klimaatsveranderingen kunnen de komende jaren een rol spelen. Vooral de verandering van het voorkomen en intensiteit van stormen kunnen van belang zijn. Er moet echter worden vastgesteld dat hierover nog veel onduidelijkheid heerst in de literatuur. Deze literatuur wordt door de BMM nog nader onderzocht in het kader van het CLIMAR project.

## 6.3. *Te verwachten effecten op de hydrodynamica en sedimentologie*

### 6.3.1. Inleiding

De te verwachten milieueffecten van een windmolenpark worden voorgesteld in het MER (ECOLAS, 2007) en werden reeds uitvoerig besproken in de milieueffectenbeoordelingen (MEB), die door de BMM werden opgesteld voor het windmolenpark op de Thorntonbank (BMM, 2004) en voor de veranderingen aan het oorspronkelijke MER voor hetzelfde windmolenpark op de Thorntonbank (BMM, 2006).

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 wordt tegengegaan door het aanbrengen van erosiebescherming.

### 6.3.2. Funderingen en erosie

#### 6.3.2.1. Funderingen

Er moet worden opgemerkt dat er nog onzekerheid bestaat over het type fundering dat zal worden gebruikt. In het MER lijkt de mogelijkheid van monopaal of vakwerkfunderingen de voorkeur te krijgen op het gebruik van gravitaire funderingen. In dit laatste geval moet rekening gehouden worden met een belangrijke hoeveelheid zand die zal worden uitgegraven en gestockeerd moet worden. Als gravitaire funderingen zullen worden gebruikt zal ruwweg ca. 4,0 miljoen m<sup>3</sup> (3,6 miljoen m<sup>3</sup>) zand moeten worden gestockeerd, voor een windmolenpark met de 3 MW turbines (5 MW turbines). In vergelijking met het jaarlijkse volume van 1,9 miljoen m<sup>3</sup> zand dat voor commercieel gebruikt wordt gewonnen, is dit een zeer aanzienlijke hoeveelheid. Het stockeren van het zand moet gebeuren in het concessiegebied (BMM, 2006). De beste plaats voor de stockage is niet echt duidelijk. Er wordt de nadruk gelegd om een stockagehoogte van 2 tot 7 m te gebruiken. Zo wordt een zo klein mogelijke oppervlakte gebruikt voor het storten van het zand, en wordt een hoogte gebruikt die gelijkaardig is met de in de omgeving aanwezige zandgolven. Als er wordt uitgegaan van een stockagehoogte van 5 m wordt in het totaal 1,7 % (1,5 %) van het concessiegebied (inclusief de 500 m veiligheidszone) ingenomen bij gebruik van 3 MW (5 MW) turbines. Hoewel er kan worden aangenomen dat de stabiliteit van de kunstmatige zandhopen relatief groot kan zijn (BMM, 2006), is het aangewezen de zandhopen zo te plaatsen dat ze eventueel door het natuurlijk transport terug in de richting van de putten worden gevoerd. Om dit na te gaan kunnen de resultaten van de sedimenttransportmodellen of van de monitoring van de baseline gebruikt worden,

waaruit de richting van het sedimenttransport kan worden afgeleid. Na de ontmanteling van het windmolenpark kan het noodzakelijk zijn het zand terug te gaan winnen en terug te storten op de gepaste locaties.

### 6.3.2.2. Erosie rond de funderingen

Er dient opgemerkt te worden dat de erosiebescherming niet erg duidelijk beschreven is in het MER. Daarom werd nog bijkomende uitleg gevraagd aan de aanvrager. Voor de gravitaire fundering wordt na het uitgraven van de funderingsput een funderingslaag aangebracht, waarop de gravitaire fundering geplaatst wordt. Daarrond komt dan een erosiebeschermingslaag. Bij de monopaalfundering zijn er op het ogenblik twee mogelijkheden. In het MER wordt een statische erosiebescherming beschreven, waarbij eerst een filterlaag op de bodem wordt aangebracht, waarna de monopaal geheid wordt. Rond de monopaal wordt dan opnieuw een erosiebescherming aangebracht. Rond deze erosiebescherming kan echter secundaire erosie optreden. In de aanvullende uitleg die door de aanvrager werd verschaft blijkt dat momenteel de voorkeur uitgaat naar een dynamische erosiebescherming. Hierbij wordt de monopaal in de grond geheid zonder erosiebescherming aan te brengen. Er ontstaat dan een erosieput rond de paal die na enkele weken tot een maximale diepte ontwikkeld is. Deze erosieput wordt vervolgens volgestort met erosiebescherming om de stabiliteit van de monopaal op lange termijn te garanderen.

De wetenschappelijke publicaties betreffende de erosie rond structuren in kustwateren (BMM, 2006) wijzen op het complexe karakter van de erosie. In Sumer & Fredsøe (2001) worden waarden voor  $\alpha=S/D$  tot 1,5 à 2 gevonden met  $S$ : de evenwichtsdiepte van de erosiekuil en  $D$ : de diameter van de paal. Den Boon *et al.* (2004) geven schattingen uit de literatuur die voor deze verhouding  $\alpha$  variëren tussen 1 en 2,7. Voor monopalen van 3 MW turbines is de diameter 5 m en kunnen we dus erosiekuilen verwachten tot 7,5 a 10 m diepte, in het extreme geval zelfs 13,5 m (bij  $\alpha=2,7$  m). In vergelijking met de inheidiepte van de monopaal van 24 m (28 m) —in een waterdiepte van 15 m (37 m)— is dit dus zeker niet te verwaarlozen. Voor 5 MW turbines (diameter monopaal 6,4 m) loopt de diepte van de erosiekuilen zelfs op van 9,6 tot 12,8 m of, met  $\alpha=2,7$ , tot 17,3 m.

Bij de dynamische erosiebescherming zal de turbiditeit tijdelijk verhoogd worden gezien het materiaal dat zal eroderen alvorens de put terug opgevuld zal worden. In den Boon *et al.* (2004) kunnen enkele waarden gevonden worden voor de dimensies van de erosieput, die werden afgeleid uit fysische modelmetingen. Voor de verhouding van de evenwichtsdiepte van de erosiekuil ten opzichte van de diameter van de paal  $\alpha$  wordt een waarde van 1,75 gevonden. De helling van de erosieput ligt tussen de 18° en de 34°. Uitgaande van een helling van 18° (het meest extreme geval) kan berekend worden dat de breedte van de ring van de erosiekuil rond de paal 26,9 m kan bedragen. Men kan dan verder berekenen dat de erosiekuil die zal ontstaan een volume heeft van 8500 m<sup>3</sup>. Het is moeilijk in te schatten hoe groot de verhoging van de turbiditeit zal zijn, maar een gepaste monitoring is zeker gewenst indien deze methode gebruikt zou worden.

Over de snelheid van de erosie wordt in publicaties niet veel teruggevonden. Sumer & Fredsøe (2001) geven aan dat in specifieke laboratoriumexperimenten de evenwichtserosiediepte reeds na 5 uren wordt bereikt. Deze snelle evolutie komt overeen met de stelling van H.C. Sørensen (pers. comm. in: BMM, 2006), die bevestigt dat deze erosiekuilen op zeer korte termijn kunnen ontstaan. Als deze dynamische erosiebescherming wordt gekozen, moet het duidelijk zijn dat de stabiliteit van de monopaal tijdens de constructie niet in het gedrang mag komen.

### 6.3.2.3. Erosie rond de kabels

Morelissen *et al.* (2003) melden observaties van pijpleidingen in de Noordzee, die door migratie van zandgolven bloot komen te liggen en waar zelfs erosie onder de pijplijnen optreedt. Resultaten van modellen en metingen tonen aan dat in de Noordzee zandgolven migreren met een snelheid van ongeveer 10 m per jaar. Moore *et al.* (2004) bepaalden de migratiesnelheid van zandgolven in Long Island sound op 2,5 m per jaar. Uitgaande van migratiesnelheden tussen 1 en 3 m per jaar en een kabeldiepte van 1,8 m, schatten Galagan *et al.* (2005) dat kabels zouden kunnen komen bloot te liggen na 6 tot 18 jaar.

De risico's verbonden aan de geringe kabeldiepte van één meter die Belwind voorstelt, worden besproken in het hoofdstuk risico en veiligheid.

### 6.3.3. Verhoging turbiditeit

Zowel tijdens de bouwfase als in de exploitatiefase zal de aanwezigheid van het windturbinepark een verhoging van de turbiditeit genereren. Tijdens het heien van de monopalen, het graven van de funderingsputten voor de gravitaire funderingen, het plaatsen van de erosiebescherming, of door de natuurlijke vorming van erosieputten bij het gebruik van een dynamische erosiebescherming, zal de turbiditeit tijdelijk verhogen. Aangezien er op en rond de Bligh Bank vooral middelmatig tot grof zand ligt, met weinig slib, wordt verwacht dat de verhoging van de turbiditeit beperkt zal blijven in tijd en ruimte.

Ook het jetten van de kabels zorgt voor een verhoging van de turbiditeit. Swanson & Isaji (2006a; 2006b) gebruikten een sedimenttransportmodel met variabele resolutie (tot 40 m) om de invloed van de jetting van kabels tot 1,8 m diepte op de turbiditeit na te gaan. In de modelresultaten treedt er ten gevolge van de jetting een depositie op van 1 tot 5 mm in een zone van enkele honderden meters rond de kabel met deposities tot 20 mm dicht tegen de kabel. De concentratie in het water verhoogde met maximaal 50 mg/l, met enkele pieken tot 100 mg/l gedurende twee uren. In gebieden met fijner materiaal konden pieken optreden tot 500 mg/l gedurende korte tijd en concentraties tot 100 mg/l gedurende een zestal uren. Dichter bij de Belgische kust komt fijner materiaal en slibvelden voor. Hier zal de door de werken veroorzaakte stijging in turbiditeit hoger zijn. In deze gebieden is echter de natuurlijke turbiditeit reeds hoog. De door de werken veroorzaakte stijging in turbiditeit zal dus weinig invloed hebben op de natuurlijke turbiditeit en de verhoging zal tijdelijk zijn.

Tenslotte zal het jetten of ploegen van de kabels in een geconsolideerde bodem nieuw fijn tot gemiddeld korrelige sedimenten in transport brengen. Dichter tegen de kust zijn er immers slibrijke fracties in de bodem, die door het ploegen in suspensie zullen worden gebracht. Dit kan beschouwd worden als een "netto-inbreng" van slib in het gebied, vergelijkbaar met aanvoer vanuit erosieve gebieden. Hoewel deze effecten als negatief kunnen worden beschouwd, kunnen, door het aanwezige turbiditeitsmaximum en door de continue baggerwerken en verdiepingswerken van de vaargeulen, ze niet echt significant worden genoemd. Bovendien is de zone waar de slibvelden zich bevinden van nature reeds een zone met een hoge natuurlijke turbiditeit en een grote variatie van de materie in suspensie. Het turbiditeitsmaximum voor de Belgische kust tussen Oostende en de monding van de Westerschelde is wel gekend en beschreven (*e.g.* Fettweis & Van den Eynde, 2003; Malherbe, 1991).

### 6.3.4. Effecten op hydraulica

Zoals vroeger (BMM, 2006) reeds werd aangetoond, zijn de effecten op de stromingen en de golven zeer lokaal. Dit wordt verder ook bevestigd door Swanson *et al.* (2005), die de effecten van de windturbines op de stromingen en golven analyseerden en die concludeerden dat de effecten verwaarloosbaar waren.

### 6.3.5. Sporen van jetting

De Alteris *et al.* (1999) presenteren observaties van sporen van 15 cm in de zeebodem, die werden veroorzaakt door visserij. Deze sporen bleven in een zandig gebied 1 tot 4 dagen zichtbaar; in een dieper slibgebied bleven deze sporen onveranderd gedurende 60 dagen.

Galagan *et al.* (2005) maakten gebruik van een sedimenttransportmodel om het verdwijnen van sporen van jetting, 23 tot 52 cm diep en 1,8 m breed, te schatten tussen 0,2 en 38 dagen. In gebieden met lage golven en stromingen en een slibrijke bodem wordt verwacht dat de sporen veel langer kunnen blijven, tot een grote storm voorkomt

## 6.4. *Besluit*

### 6.4.1. 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 tegengegaan door het aanbrengen van een erosiebescherming. Bij het gebruik van gravitaire funderingen zal een aanzienlijke hoeveelheid zand gebaggerd worden en terug in zee gestort worden.

Aangezien de Bligh Bank in gelijkaardige omgeving ligt als de Thorntonbank zijn de te verwachten effecten gelijkaardig. Deze effecten werden reeds beschreven in BMM (2006). De Bligh Bank ligt iets verder uit de kust, er kan dus verwacht worden dat de golven iets hoger kunnen zijn. Anderzijds zijn de waterdieptes groter in het windmolenpark op de Bligh Bank (15 – 37 m) dan in het windmolenpark op de Thorntonbank (6 m – 20 m). Bovendien is het materiaal op de Bligh Bank grover dan het materiaal op de Thorntonbank. De te verwachten effecten zullen dus waarschijnlijk minder groot zijn op de Bligh Bank dan op de Thorntonbank. Bovendien worden voor de windturbines op de Thorntonbank gravitaire funderingen gebruikt, terwijl op de Bligh Bank de monopaal fundering wordt overwogen — hoewel ook nog rekening gehouden wordt met de gravitaire fundering. Het is duidelijk dat de effecten, voor wat betreft sedimentologie en hydrodynamica, van een gravitaire fundering groter zijn, door het uitgraven van de funderingsputten, dan de effecten van een monopaal fundering. Anderzijds zullen de effecten van de dynamische erosiebescherming bij monopaaalfunderingen groter zijn dan bij statische erosiebescherming.

Er moet worden gezorgd dat er geen belangrijke erosiekuilen optreden die de stabiliteit van de palen in het gevaar kunnen brengen.

Wat betreft de hydrodynamica, de sedimentdynamica en de morfologie worden er bijgevolg geen belangrijke effecten verwacht voor het mariene milieu en kan dus worden gesteld dat het project aanvaardbaar is mits de hierna volgende aanbevelingen en voorwaarden.

## 6.4.2. Aanbevelingen en voorwaarden

### 6.4.2.1. Aanbevelingen

Na de verwijdering van de installaties dient de zeebodem zoveel mogelijk in zijn oorspronkelijke staat hersteld te worden. Hiervoor moet de erosiebescherming verwijderd worden en de funderingsputten terug aangevuld met zand van dezelfde kwaliteit als het oorspronkelijke zand.

Indien zou blijken dat de sedimenten in de geul anders zijn dan die op de top van de bank, dan dient vermeden te worden om bij een eventueel herstorten beide te vermengen.

### 6.4.2.2. Voorwaarden

De baggerspecie resulterende uit de werken dient gestort te worden in het concessiegebied tenzij er anders over besloten wordt door het BMM.

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.

Bij het gebruik van gravitaire funderingen zal het zandoverschot in hopen van 2 tot maximaal 7 m hoog worden gestort. De zandhopen dienen zo geplaatst dat ze eventueel terug in de richting van de putten worden getransporteerd.

De bedekking van de kabels moet ten allen tijden verzekerd worden. Indien de jaarlijkse monitoring uitwijst dat de kabel bloot ligt, dienen binnen de drie maanden de nodige werken te worden uitgevoerd opdat de kabel terug op haar oorspronkelijke diepte wordt geplaatst.

## 6.5. Monitoring

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 turbulentie en de stromingen in het gebied en in een referentiegebied en 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.

De resolutie van de multibeam dient horizontaal 1 m nauwkeurig te zijn op een diepte van 20 m, vertikaal moet de resolutie 0,5 % van de diepte zijn.

### 6.5.1. Turbiditeit (HYDRO)

Vóór de werken, tijdens de werken van de bouw van de eerste 6 windturbines, en na de finalisatie van het volledige park (66 of 110 WT), zullen metingen worden uitgevoerd van de waterhoogtes, stromingen en golven en van de turbiditeit. Er kan hierbij worden opgemerkt dat vooral bij het gebruik van de dynamische erosiebescherming kan worden verwacht dat de turbiditeit tijdelijk verhoogd kan worden.

Deze metingen worden uitgevoerd steeds over een periode van minimum 15 dagen en in twee zones tegelijk, namelijk op de Bligh Bank, ter hoogte van de werken en op een referentiegebied. Dit referentiegebied kan dan worden gebruikt om de invloed van de meteorologische omstandigheden te bepalen op de metingen en om zodoende beter de invloed van de werken en/of van de constructies zelf te kunnen bepalen. De Gootebank kan worden gebruikt als referentiesite, voor zowel het windmolenpark op de Bligh Bank als op de Thorntonbank. Eventueel kunnen de metingen op de Bligh Bank gecoördineerd worden met deze op de Thorntonbank en het referentiegebied, zodat slechts één maal in dit laatste gebied dient gemeten te worden. Dit geeft een meerwaarde aan deze monitoring omdat op die wijze eveneens een vergelijking mogelijk is van de data van beide banken met (waarschijnlijk) verschillende funderingstypes.

De stroommetingen zullen worden uitgevoerd met een ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler). De metingen van de golven en van de turbiditeit zullen worden uitgevoerd door het plaatsen van een frame of tripode 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 op de twee sites. Bovendien zullen de calibratiecurves tussen de opgemeten turbiditeit en de materie in suspensie worden opgesteld, zodat ook de tijdreeksen van de materie in suspensie beschikbaar zullen zijn.

Voor de verschillende periodes zal een vergelijking worden uitgevoerd tussen de materie in suspensie op de verschillende sites (Bligh Bank en de referentiezone). Door een grondige analyse van al deze tijdreeksen 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.

### 6.5.2. Verplaatsing van het gestorte zand (SED)

In het geval gravitaire funderingen zullen worden gebruikt zal een aanzienlijke hoeveelheid zand worden gebaggerd en op (een) stortplaats(en) binnen de concessiezone worden gestockeerd (tenzij er anders over besloten wordt door de BMM). Na de werken zullen de bewegingen van het gestorte zand regelmatig worden opgemeten. De morfologie op de stortplaats(en) moet worden opgemeten vóór het storten van het zand, als referentiemeting. Tijdens de bouw van de eerste 6 WT wordt direct na de stortingen, na 1 maand, na de eerste zware storm en 1 maand na die storm de metingen herhaald. Verder moet jaarlijks een opmeting van de zandstortingen worden uitgevoerd. De resolutie van de multibeam dient horizontaal 1 m nauwkeurig te zijn op een diepte van 20 m, vertikaal moet de resolutie 0,5 % van de diepte zijn.

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.

### 6.5.3. Erosie rond de palen of gravitaire funderingen (SED ER)

Na de werken moet vooral de evolutie van de morfologie rond de turbines regelmatig worden opgemeten. De morfologie moet worden opgemeten vóór het plaatsen van de turbines, als referentiemeting.

1. Onmiddellijk na de bouw van de eerste 6 WT, na 1 maand, na de eerste zware storm en 1 maand na die storm worden de metingen uitgevoerd.
2. Na finalisatie van het volledige park worden de metingen uitgevoerd rond één windturbine op de top van de zandbank (aangezien daar de stromingen en de bodemspanningen het hoogste zijn), één windturbine in de geul ten oosten van de zandbank (aangezien ook daar aanzienlijk sedimenttransport wordt verwacht en omdat volgens de kaart van de mediane korrelgrootte (Figuur 6 van het MEB) daar het materiaal het fijnste is) en één windturbine op de vier hoeken van het windmolenpark. Deze metingen worden uitgevoerd na 1 maand, na de eerste zware storm en 1 maand na die storm.
3. Verder moet jaarlijks één opmeting van de morfologie gebeuren rond de turbines opgesomd onder punt 2 hierboven.

Indien monopalen met dynamische erosiebescherming worden geplaatst, worden de metingen onder punt 1 hierboven voorafgegaan door een wekelijkse meting na de plaatsing van iedere paal (eerste 6 WT) tot het ogenblik van aanbrengen van de erosiebescherming.

Indien de monitoring aantoont dat erosie sneller gebeurt dan voorzien kan de monitoring aangepast worden.

De resolutie van de multibeam dient horizontaal 1 m nauwkeurig te zijn op een diepte van 20 m, vertikaal moet de resolutie 0,5 % van de diepte zijn, 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 met 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.

### 6.5.4. Erosie langs het kabeltracé van de hoofdkabel(s) naar land (SED KAB)

Na de werken moeten ook de diepte van ingraving van de kabels regelmatig worden gecontroleerd en indien nodig moet worden ingegrepen om de minimale diepte van 2 m te blijven garanderen. De morfologie moet worden opgemeten vóór de plaatsing van de kabel(s), als referentiemeting. Na de eerste zware storm en 1 maand na die storm wordt de meting herhaald over het hele tracé tot aan de kust. Verder moet één maal per jaar het hele tracé worden gecontroleerd. De bathymetrie wordt opgemeten met een multibeam waarvan de resolutie horizontaal 1 m nauwkeurig dient te zijn op een diepte van 20 m, vertikaal moet de resolutie 0,5 % van de diepte zijn. Indien de jaarlijkse monitoring uitwijst dat één kabel bloot ligt dient dit onverwijld aan de BMM te worden gemeld.

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.

### 6.5.5. 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. Aan het eind van de eerste vijf jaar studie wordt van de onderzoekers een actieve deelname verwacht aan een workshop 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.

### 6.5.6. Samenvatting

De monitoring wordt samengevat in volgende tabellen:

Belwind	Baseline	Constructiefase	Exploitatiefase
Onderwerp	Controle van de verhoging van de turbulentie		
Doel	Controle van de verhoging van de turbulentie		
Timing	Voor het begin van de werken	Tijdens de werken van de eerste 6 WT	Na finalisatie van het volledige park
Methode	Gebruik van ADCP voor het meten van de stromingen Gebruik van een druksensor of golfboei voor het meten van de golven 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 Jaar 0	Rapport 6 weken na de start van de werken	Rapport 6 weken na de start van de werken

Belwind	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		



Timing	Voor het begin van de werken	Direct na het plaatsen van eerste 6 WT, een maand na het plaatsen van de palen, na de eerste zware storm en 1 maand na die storm  Indien monopalen met dynamische erosiebescherming worden geplaatst, worden de metingen hierboven voorafgegaan door een wekelijkse meting na de plaatsing van iedere paal (eerste 6 WT) tot het ogenblik van aanbrenge van de erosiebescherming.	Na finalisatie van het volledige park worden de metingen uitgevoerd rond één windturbine op de top van de zandbank, één windturbine in de geul ten oosten van de zandbank en één windturbine op de vier hoeken van het windmolenpark. Deze metingen worden uitgevoerd na 1 maand, na de eerste zware storm en 1 maand na die storm. Daarna moet jaarlijks één opmeting van de morfologie gebeuren rond de turbines hierboven opgesomd.
Methode	Multibeam. De resolutie van de multibeam dient horizontaal 1 m nauwkeurig te zijn op een diepte van 20 m, vertikaal moet de resolutie 0,5 % van de diepte zijn.		
Presentatie	Rapport Jaar 0	Rapport na eerste 6 WT, na finalisatie van volledige park	Na finalisatie jaarlijkse rapport.

Belwind	Baseline	Constructiefase	Exploitatiefase
Onderwerp	In het geval van gravitaire funderingen: evolutie van de zandstorplaats(en)		
Doel	Evolutie van de zandstortplaats(en) ter hoogte van het windmolenpark		
Timing	Voor het begin van de werken	Tijdens de bouw van de eerste 6 WT wordt direct na de stortingen, na 1 maand, na de eerste zware storm en 1 maand na die storm de metingen herhaald.	Verder moet jaarlijks een opmeting van de zandstortingen worden uitgevoerd.
Methode	Multibeam. De resolutie van de multibeam dient horizontaal 1 m nauwkeurig te zijn op een diepte van 20 m, vertikaal moet de resolutie 0,5 % van de diepte zijn.		
Presentatie	Rapport Jaar 0	Rapport na werken	Rapport jaarlijks

Belwind	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	Na de eerste zware storm en 1 maand na die storm wordt de meting herhaald over het hele tracé tot aan de kust.	Verder moet één maal per jaar het hele tracé worden gecontroleerd.
Methode	Multibeam. De resolutie van de multibeam dient horizontaal 1 m nauwkeurig te zijn op een diepte van 20 m, vertikaal moet de resolutie 0,5 % van de diepte zijn.		
Presentatie	Rapport Jaar 0	Rapport na de werken	Rapport na elke campagne

## 7. Geluid

### 7.1. Inleiding

Steeds vaker wordt onderwatergeluid afkomstig van menselijke activiteiten als een belangrijke vorm van zeevervuiling aanzien. Lawaai onder water kan niet enkel directe effecten hebben op individuele organismen, maar ook op hun prooien en habitats. Gegevens over geluid en lawaai onder water, en de effecten op biota, zijn echter zeer onvolledig en vaak tegenstrijdig. De moeilijkheden m.b.t. tot het bepalen van effecten liggen zowel bij de fysische parameters waarmee het geluid en de propagatie van het geluid gekenmerkt worden, als bij moeilijkheden om effecten te bepalen en daaruit conclusies te trekken. Over het algemeen maakt men een onderscheid tussen kortetermijn effecten en langetermijn effecten. Kortetermijn- of acute effecten kunnen veroorzaakt worden door korte maar intense geluidsbronnen, met mogelijk de dood of verwondingen van organismen zoals zeezoogdieren, vissen of inktvissen tot gevolg. Een langdurige (chronische) blootstelling aan minder intense geluidsbronnen kan een invloed hebben op de kwaliteit van habitats, en daardoor op populaties van bepaalde organismen.

Geluid is een golf die zich door een medium propageert en op oppervlaktes (bvb een trommelvlies) een variabele druk uitoefent. Omwille van de manier waarop de mens verschillen in geluid waarneemt en om de geluidsniveaus die hoorbaar zijn voor mensen – gespreid over een druk ( $P$ ) (Sound Pressure Level, SPL) van  $10^{-5}$  Pa tot  $10^8$  Pa – op een meer praktisch bruikbare manier uit te drukken, gebruikt men een logaritmische schaal die een verhouding uitdrukt tegenover een referentiedruk  $P_{ref}$ . De resulterende geluidsniveaus (Sound Level, SL) worden uitgedrukt in decibels (dB) volgens de vergelijking:  $SL = 20 \log(P/P_{ref})$ . Boven water geldt dat de referentiewaarde  $P_{ref}$  voor geluidsdruk in lucht  $20 \cdot 10^{-6}$  Pa gekozen wordt, wat ongeveer de geluidsdrempel is voor het menselijke gehoor bij een frequentie van 1 kHz. Dit komt overeen met een geluidsniveau (SL) van 0 dB. Soms wordt SL in de lucht in dB(A) of andere afgeleiden schalen aangeduid, waarbij een frequentiecorrectie in verband met de gevoeligheid van het menselijke oor is toegepast. De twee waarden SPL en SL houden verband met elkaar, maar zijn dus niet gelijk. Voor de mens veroorzaakt een geluidsniveau van 125 dB pijn. De eenmalige blootstelling aan geluid van een voldoende hoog niveau kan tijdelijke of permanente doofheid veroorzaken, of zelfs het scheuren van het trommelvlies.

Het is een verkeerde veronderstelling dat deze gegevens ook toegekend kunnen worden aan geluid *onder water*. De referentiepunten voor het bepalen van het geluidsniveau zijn verschillend, en geluid gedraagt zich anders onder water dan boven water. Onder water gebruikt men als referentiedruk  $1 \mu\text{Pa}$  op 1m van de bron (re  $1 \mu\text{Pa}$  @ 1m). Geluidsniveaus uitgedrukt in dB boven en onder het water verschillen dus in waarde.

Een andere misvatting is dat het geproduceerde geluidsniveau (SL) onder water gelijk is aan het geluidsniveau dat ontvangen wordt door een organisme (SEL: sound exposure level). Dit is enkel zo op 1 meter van de bron. In vele publicaties gebruikt men SEL in plaats van SL, samen met de tijdsduur en frequentie van blootstelling, om mogelijke effecten te voorspellen. Het blijft echter zeer moeilijk om aan de hand van SEL tijdelijke of permanente gehoorschade te voorspellen bij organismen. Om effecten van lawaai te vermijden worden vaak kritische geluidsdrukkniveaus (SEL) weergegeven die moeten vermeden worden. Deze parameter is echter onvoldoende om effecten te bepalen of te voorspellen gezien de complexe aard van de propagatie van het geluid zelf, van de omgeving, en van de mogelijke reactie en gevoeligheid van verschillende organismen.

De manieren om geluidsniveaus te berekenen of te meten wijken vaak van elkaar af, en kunnen dus niet onmiddellijk vergeleken worden (Johnston et al., 1988). Zo worden RMS-amplitudes (root mean square) weergegeven, waarbij de amplitude van het geluidssignaal gemiddeld wordt over een tijdsvenster (1 s). SEL waarden komen overeen met RMS waarden indien de tijdsduur gespecificeerd voor de SEL 1 seconde bedraagt. Andere weergaven zijn het piek tot piek-niveau (p-p) of het nul tot piek-niveau (0-p), waarbij de amplitude van de geluidsgolf gemeten wordt van de laagste waarde tot de hoogste waarde, respectievelijk van 0 tot de hoogste waarde. Informatie over de frequentie-inhoud van het geluid kunnen samen met de amplitude bij verschillende frequenties weergegeven worden in geluidsspectra, uitgedrukt in dB/Hz.

De daling van het waargenomen geluidsniveau met de afstand tot de bron (attenuatie) is afhankelijk van een aantal variabelen die de voortzetting van geluid in de beschouwde media bepalen (onder water: temperatuur, saliniteit, bodemstructuur en diepte, ... ; in de lucht: temperatuur, relatieve vochtigheid, bodemvorm en -ruwheid, ...).

Om de effecten op biota te beschrijven kan men SEL waarden gebruiken. Bij pulserende geluiden zijn de piekwaarden, de duur en het herhalingspatroon van de puls mogelijk bepalend voor de effecten.

Om de verdere beoordeling i.v.m. geluid te kunnen begrijpen en de probleemstelling te verduidelijken over de verschillende gebruikte methodes, wordt hieronder een korte theoretische uitleg van geluid en de meetmethodes en gevolgen gegeven. Voor een uitgebreid overzicht wordt verwezen naar de website <http://www.dosits.org/science/adv/sig-levels.htm> (op 5/11/07), waarvan een gedeeltelijke, vrije vertaling in de appendix aan dit hoofdstuk weergegeven wordt (zie 7.6).

## 7.2. *Startsituatie*

### 7.2.1. Onderwatergeluid

Het achtergrondgeluid onder water wordt bepaald door de waterdiepte, bodemsamenstelling, golfslag, golfhoogte, stroming, weersomstandigheden (regen, wind), en door geluid geproduceerd door dieren, zoals bijvoorbeeld garnalen, vissen en zeezoogdieren.

In de literatuur worden talrijke gegevens weergegeven over het geluid geproduceerd bij verschillende menselijke activiteiten, waaronder scheepvaart en baggerwerken. Gezien de menselijke activiteiten reeds aanwezig in en om het projectgebied, kunnen deze antropogene geluiden beschouwd worden als deel uitmakend van het achtergrondgeluid.

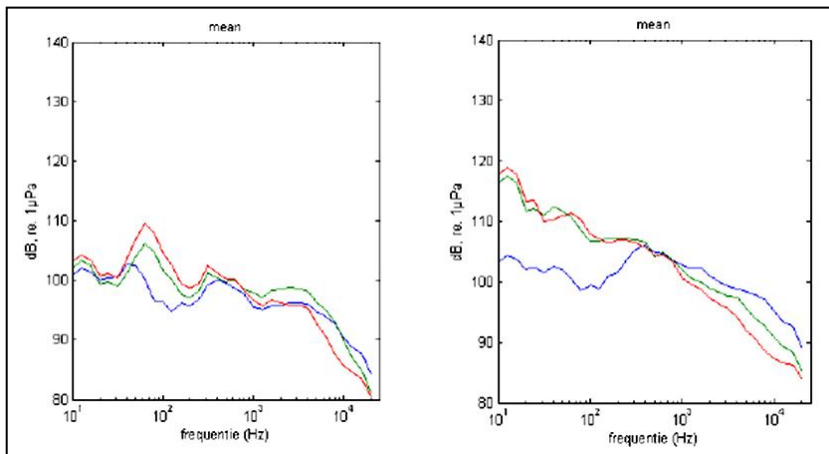
Over het algemeen verhoogt het geluidsniveau geproduceerd door een vaartuig met de grootte van het schip, de waterverplaatsing, de snelheid en de leeftijd van het vaartuig. Kleine vaartuigen produceren brongeluidsniveaus tot 156 dB (re 1 $\mu$ Pa @ 1m), kleine vaartuigen met grote buitenboordmotoren tot 175 dB (re 1 $\mu$ Pa @ 1m) (Richardson *et al.*, 1995), vissersschepen ongeveer 151 dB (re 1 $\mu$ Pa @ 1 m), en grotere vaartuigen (tankers, containerschepen) tot 190 dB (re 1 $\mu$ Pa @ 1m). Het frequentiebereik loopt van 7 Hz tot 50 kHz, waarbij de grote vaartuigen vooral laagfrequent geluid produceren.

Het onderzoek naar het brongeluid (breedband) dat bij baggeren geproduceerd wordt, gaf resultaten van 172 tot 185 dB (re 1  $\mu$ Pa @ 1m), met pieken rond 100 Hz. Bij een andere studie werd een brongeluid berekend van maximum 177 dB (re 1 $\mu$ Pa @ 1m); de piekfrequenties lagen tussen 80 en 200 Hz. Op 430

meter en 1500 meter afstand van een baggerschip werden geluidsniveaus van 138 respectievelijk 131 dB (re  $1\mu\text{Pa}$  @ 1 m) gemeten (zie MER).

Brongeluiden bij sommige vormen van seismisch onderzoek bereiken breedband piek tot piek niveaus van 230-255 dB (re  $1\mu\text{Pa}$  @ 1 m), met de pieken bij 10-100 Hz. Dergelijk geluid zou op duizenden km van de bron nog detecteerbaar zijn in het achtergrondgeluid.

Bij het bepalen van de referentiesituatie voor de aanleg van een windmolenpark op de Thorntonbank werd bij goede weersomstandigheden (1-2 Bft) een referentieniveau gemeten van ongeveer 100 dB (re  $1\mu\text{Pa}$  @ 1m) in het frequentiegebied 10 Hz tot 10 kHz. Dit referentieniveau bevat zowel het natuurlijke achtergrondgeluid als het geluid van menselijke oorsprong veroorzaakt door onder meer scheepvaart. Nabij de gaspijpleiding Noorwegen-België (Interconnector) werd – bij goede weersomstandigheden - een verhoging gemeten van het achtergrondgeluid in de lage frequenties (10 tot 400 Hz) tot 105-125 dB (re  $1\mu\text{Pa}$  @ 1 m). Bij minder goede weersomstandigheden steeg de laagfrequente ruis (10 tot 100 Hz) tot 110-130 dB (re  $1\mu\text{Pa}$  @ 1 m). Figuur 10 geeft één van de metingen weer van het achtergrondgeluid, en van het achtergrondgeluid nabij de pijpleiding.



Figuur 10. Voorbeelden van metingen van het onderwatergeluid op de Thorntonbank bij goede weersomstandigheden (1-2 Bft): gemiddelde geluidsniveaus op verschillende dieptes: 1,5 m (blauw), 8,5 m (groen) en 16,5 m (rood). De meting rechts werd uitgevoerd nabij de gaspijpleiding (Henriet *et al.*, 2006).

### 7.2.2. Bovenwatergeluid

Geluidsgegevens op het water zijn moeilijk te meten door het bijkomende lawaai van de golven tegen het meetschip. De belangrijkste geluidsbronnen zijn zeevogels en vliegtuigen die over het gebied vliegen. Het concessiedomein ligt onder een luchtvaartcorridor. Op basis van metingen die door de UG werden uitgevoerd onder dezelfde luchtvaartcorridor op land (rond het Zwin) wordt het achtergrondgeluid geraamd op  $35 \pm 5$  dB(A).

Voor de studie van het project op de Thorntonbank bleek met het INDUS overdrachtsmodel dat het specifieke achtergrondgeluid op de Thorntonbank lager zou zijn dan 22 dB(A), voor een matig belastende situatie en lager dan 34 dB(A) voor een kritische situatie (windafwaartse voortplanting). Voor de Bligh Bank kunnen gelijkaardige waarden verwachten.

Op het strand overheersen de wind en de golven het geluidsniveau. Volgens meerdere studies en metingen is het geluid afhankelijk van de windkracht en -richting. De gemiddelde waarde ligt tussen 50 en 65 dB(A) op 25 m van de kustlijn. In de kustzone (natuurgebieden en woongebieden dicht bij de zee) kan men een minimaal achtergrondgeluidsniveau van 30 tot 40 dB(A) verwachten.

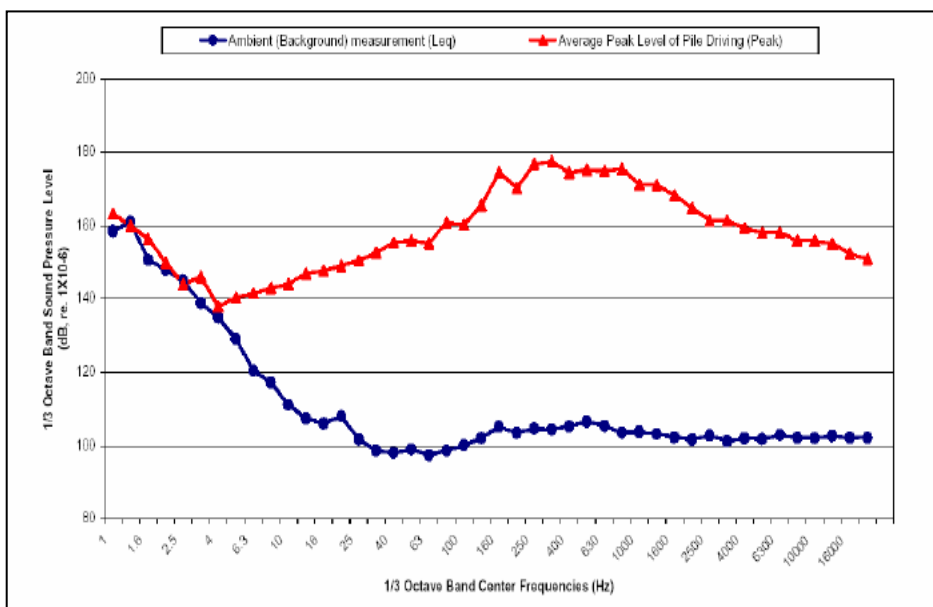
### 7.2.3. Geluidsniveaus tijdens de constructiefase en ontmantelingsfase

#### 7.2.3.1. Onderwatergeluid

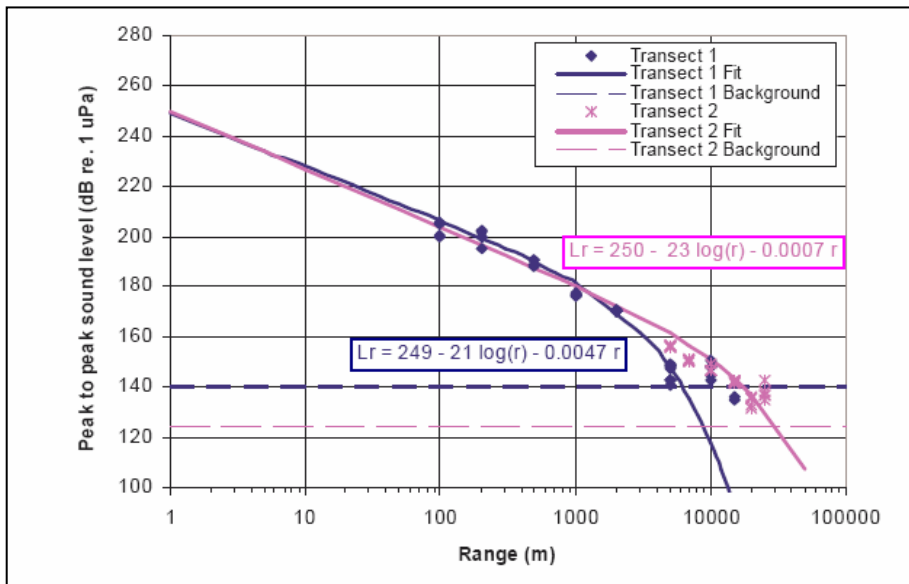
Tijdens de constructiefase van een windmolenpark op de Bligh Bank zal het geluidsniveau onder water afhankelijk zijn van het gekozen funderingstype. Bij monopaal en vakwerkfunderingen zal het sterkste geluid geproduceerd worden bij het heien van de palen, bij gravitaire fundering zal dat bij het baggeren zijn. Daarnaast wordt een verhoogd onderwatergeluid verwacht door het toenemende scheepvaartverkeer. Het geluidsniveau veroorzaakt tijdens de ontmantelingsfase zal in een worst case scenario vergelijkbaar zijn met dat tijdens de constructiefase.

#### **Heien van palen**

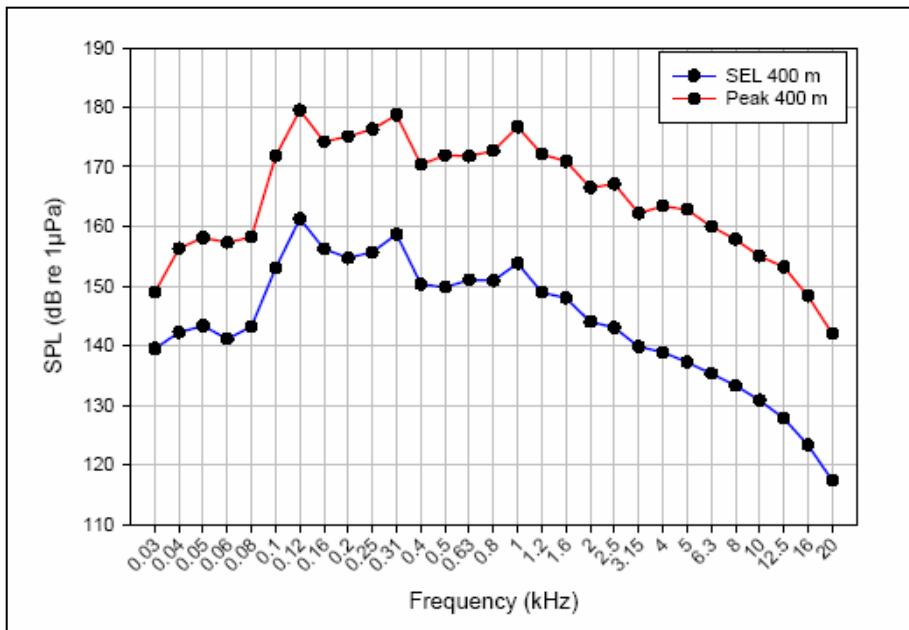
In het buitenland werden enkele studies uitgevoerd naar het onderwatergeluid als gevolg van het heien van palen. Dit geluid is afhankelijk van de technische randgegevens bij het heien, de paaldiameter en de omgevingsfactoren. In Tabel 5 worden enkele berekende SL waarden en gemeten SEL waarden gegeven. Voorbeelden van metingen worden in figuren 11, 12 en 13 gegeven. Figuur 12 toont aan dat bij goede weersomstandigheden het heien op 25 km afstand nog detecteerbaar was boven het achtergrondgeluid (piek tot piek niveau van ongeveer 140 dB en 125 dB op respectievelijk 20 en 30 km afstand van de bron). De meeste energie bevindt zich bij de metingen in het frequentiegebied 10 Hz – 1 kHz.



Figuur 11. Onderwater geluidsniveau opgemeten op de site van een windmolenpark in Zweden (SEAS, 2000). Blauw: achtergrondgeluid, rood: geluidsniveau bij het heien van palen (SEL op 320 m afstand).



Figuur 12. Geluidsniveau (piek-piek) onder water gemeten op verschillende afstanden bij het heien van palen voor de constructie van het Burbo Bank offshore windmolenpark (Ierse Zee; uit Parvin & Nedwell, 2006b).



Figuur 13. Frequentiespectrum van heimpulsen gemeten onder water op 400 meter van de constructiesite van het FINO 1 onderzoeksplatform (Duitse EEZ). SEL: blauw, piekniveaus (0-piek): rood. De diameter van de palen was 1,5 meter. ITAP (2005), overgenomen uit Thompson *et al.* (2006).

Tabel 5. Gemeten en berekende onderwatergeluidsniveaus bij heiwerkzaamheden onder verschillende omstandigheden.

Plaats	SL (p-p) (re 1 $\mu$ Pa@1m)	SEL in dB (re 1 $\mu$ Pa@1m)/ afstand	Diameter paal	Belangrijkste frequentie(s) (maar alle breedband)	Referentie
Utgrunden (Zweden)		205 dB/30 m	3 m	250 Hz	Thomson <i>et al.</i> , 2006
Utgrunden (Zweden)	+ 215 dB	188 dB (30 m) 166 dB (720 m)		250 Hz	Nedwell & Howell, 2004
Utgrunden (Zweden)		178 dB/320 m		200 Hz – 1 kHz	SEAS, 2000
Burbo windfarm	249 dB	207 dB/100 m 143 dB/5 km 135 dB/20 km	4,7 m		Parvin & Nedwell, 2006a
Barrow	252 dB		4,7 m		Parvin & Nedwell, 2006b
North Hoyle	262 dB		4 m	200 Hz (800 Hz, 1.6 kHz)	In Thomson <i>et al.</i> , 2006
Kentish Flats	243 dB		4,3 m		Parvin & Nedwell, 2006b
FINO-1	228 dB	180 dB/400 m	1,5 m	125 Hz (315 Hz, 1 kHz)	In Thompson <i>et al.</i> , 2006
Duitsland		190 dB/1.6 km	3,5 m		In Schultz-von Glahn <i>et al.</i> , 2006
Duitsland		168 dB/30 m 156 dB/500 m	2,2 m	100 Hz – 1 kHz	In Schultz-von Glahn <i>et al.</i> , 2006
Duitsland		165 dB/250 m 162 dB/500 m 150 dB/1 km		200-800 Hz	In David, 2006

Het geluidsniveau dat zal ontstaan bij het heien van palen op de Bligh Bank is niet voorspelbaar, doordat het afhankelijk is van de technische kenmerken van het heien, de eigenschappen van de paal, de omgeving, en de mitigerende maatregelen die toegepast worden. Er kan verwacht worden dat het geluidsniveau hoger zal liggen bij windturbineparken die in de toekomst gebouwd zullen worden dan bij de bestaande, gezien de grotere diameter van de palen, en dus grotere krachten die op de paal moeten uitgeoefend worden om die in de bodem te heien. Het geluidsniveau bij monopalen zal waarschijnlijk hoger zijn dan het geluid bij vakwerk funderingen, gezien de grotere diameter van de palen. Het geluidsniveau kan eveneens stijgen bij grotere waterdieptes. Gordon *et al.* (2007) gebruiken bij het opstellen van een model voor het inschatten van de effecten op zeezoogdieren een bronniveau (p-p) van 252 dB en 258 (re 1 $\mu$ Pa @ 1m) voor palen met een diameter van 4.7 m en 6.5 m respectievelijk (overeenkomend met 234 dB respectievelijk 240 dB RMS (re 1 $\mu$ Pa @ 1m)).

#### **Geluid veroorzaakt door baggeren en scheepvaartverkeer**

Bij de bekabeling wordt een tijdelijke verhoging van het geluid verwacht onder water als gevolg van het baggeren van de sleuf en de bijhorende verhoging van het scheepvaartverkeer. Ook bij het gebruik van



een gravitaire fundering wordt een verhoogd onderwatergeluid verwacht door het baggeren van de funderingsput, en het storten van opgebaggerd sediment. Het storten van stortstenen voor de erosiebescherming of als basis voor de gravitaire fundering zal eveneens een verhoogd geluidsniveau onder water veroorzaken. Gemeten geluidsniveaus veroorzaakt door scheepvaart en baggerwerken worden hierboven weergegeven.

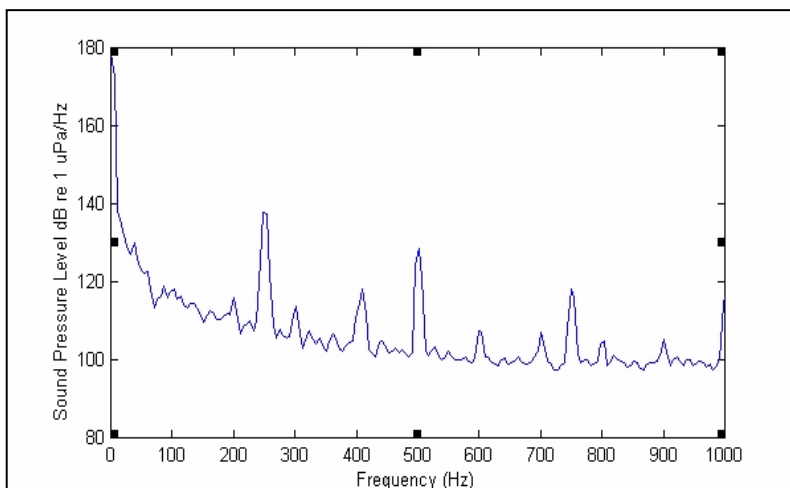
#### 7.2.3.2. Bovenwatergeluid

Een belangrijke karakteristiek van het heien van palen is dat de extra geluidsbelasting niet continu is. De verstoring boven water zal echter vooral van belang zijn in het werfgebied zelf. Uit vroegere studies blijkt dat het specifieke geluid ten gevolge van een diesel heiblok op een afstand van 6 km boven water ongeveer 35 dB(A) bedraagt. Ter hoogte van de kust valt er dus normaal gezien geen hinder meer te verwachten.

### 7.2.4. Geluidsniveaus tijdens de exploitatiefase

#### 7.2.4.1. Onderwatergeluid

Het onderwatergeluid veroorzaakt door de draaiende windturbines op de Bligh Bank is zeer moeilijk te voorspellen, en kan beschouwd worden als een hiaat in de kennis. Dit geluidsniveau zal veel lager zijn dan bepaalde geluiden tijdens de constructiefase (heien, baggeren), maar is langdurig. Een aantal metingen van het onderwatergeluid en enkele simulaties werden reeds uitgevoerd in het buitenland. Een voorbeeld hiervan zie je in Figuur 14. De resultaten van de metingen waren afwijkend van elkaar, gezien het grote aantal variabelen (paal, funderingstype, weersomstandigheden, diepte, sediment, vermogen, variabelen tijdens de meting zoals afstand tot de paal,...). Bijkomend geluid wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van de masten (stroming, golven die tegen de mast slaan), en door de verhoogde intensiteit van scheepvaart van werkvaartuigen.



Figuur 14. Voorbeeld van het operationele geluid opgemeten in een offshore windmolenpark. Deze opname werd gemaakt op een afstand van minder dan 2 km van het North Hoyle Offshore Windmolenpark (Wales). De pieken in het geluidsniveau liggen rond 250 Hz, 500 Hz en 750 Hz, en kunnen toegewezen worden aan de rotatiefrequentie van de turbines en/of aan het geluid van de tandwielenkast (uit Ward *et al.*, 2006).

Volgens één van de studies gerefereerd in het MER bestaat het geluid van een windturbine vooral uit frequenties kleiner dan 1 kHz en een geluidsniveau van 111-112 dB re 1  $\mu$ Pa op 1m bij 50, 160 en 200 Hz. Frequenties van kleiner dan 1 kHz zijn potentieel kilometers verder nog hoorbaar. Bij hogere windsnelheden zal het onderwatergeluid toenemen, maar tevens ook het achtergrondgeluid.

#### 7.2.4.2. Bovenwatergeluid

Tijdens de exploitatie vormen de windturbines de belangrijkste geluidsbron boven water. Dit geluid wordt over het algemeen veroorzaakt door het suizen van de rotorbladen in de wind. De turbines die zullen gebruikt worden zijn van een type waarbij de schoepen windopwaarts van de mast draaien zodat geen impuls karakter ten gevolge van de interactie van de schoep met de turbulentie achter de mast te verwachten is. Windturbinebouwers kunnen door specifieke afstellingen en door het technische ontwerp van de turbine en de rotorbladen de geluidsproductie sterk beïnvloeden, vaak echter ten koste van de energieopbrengst.

Op de transformatorplatformen zullen transformatoren in werking zijn. Het geluidsvermogen van een 33 kV/150 kV transformator van deze sterkte (125 MVA toestel) ligt rond 97 dB(A), hoofdzakelijk tussen 0,5 en 1 kHz. Dit betekent een marginale bijdrage tot het algemene geluidsniveau. De windturbines zullen draaien bij een windsnelheid tussen 4 en 25 m/s. Het nominaal elektrische vermogen wordt bereikt bij windsnelheden van 10 m/s op 10 m. Bij deze windsnelheden zal de geluidsvoortplanting beïnvloed worden door de windrichting. Er bestaat echter wel onzekerheid over de voortplanting van geluid over grote afstanden boven de zee. Daarom werden in de studie voor het Thorntonbank project twee situaties beschouwd en gesimuleerd met hulp van het "INDUS"-model: een matig belastende situatie, waarbij het geluid zich driedimensionaal voortplant, en een "kritische situatie" voor windafwaartse voortplanting, waarbij het geluid zich tweedimensionaal volgens een cilinder voortplant. Deze kritische situatie komt enkel voor wanneer er een zogenaamd 'tunneleffect' over een grote afstand, in de richting van een waarnemer, bestaat. Statistisch gezien gebeurt het minder dan elf dagen per jaar.

Volgens de simulaties zou het specifieke geluid ter hoogte van een waarnemer aan de kustlijn in een matig belastende situatie nooit het niveau van 28,4 dB(A) overschrijden. Aan de kustlijn zal het geluid van het windmolenpark zich ruim onder het achtergrondniveau van de branding bevinden. Wanneer de geluidsspectra worden vergeleken, blijkt dat in de meest kritische situatie het geluid van het windmolenpark in de lage frequenties hoger is dan het geluid van de branding. De capaciteit van een waarnemer om de twee bronnen van geluid van elkaar te onderscheiden is onvoorspelbaar. Voor het project van de Bligh Bank zal het boven water geluid waarschijnlijk nog minder hoorbaar zijn.

#### 7.2.5. Cumulatieve geluidsniveaus

Tijdens de constructie- en ontmantelingsfase zal er een cumulatief effect zijn wanneer deze fases gelijktijdig bij twee of drie parken uitgevoerd worden. Bij het heien van palen zal het cumulatieve geluidsniveau van de constructie van drie parken niet groter zijn dan de som van de effecten van de constructie van drie parken afzonderlijk, gezien het onwaarschijnlijk is dat het heien synchroon zal gebeuren – eventueel kan het totale geluidsniveau geïntegreerd over een periode wel hoger zijn indien constructies van verschillende windmolenparken, ook in Nederlands water, gelijktijdig zouden plaatsvinden.

Tijdens de exploitatiefase is het niet te verwachten dat het geluid afkomstig van meerdere parken op sommige plaatsen hoger zal zijn dan het geluid afkomstig van één park, gezien de relatief lage geluidsniveaus tijdens de exploitatiefase, en de afstand tussen de parken. Dit is echter een hiaat in de

kennis, gezien onzekerheden bestaan over de brongeluidsniveaus van de betreffende turbines, en de attenuatie van het geluid in dit gebied.

### 7.3. *Te verwachten effecten onder water*

Bij het beoordelen van de mogelijke effecten zijn er zeer veel onzekerheden en onbekende factoren. Effecten op organismen zijn zeer moeilijk vast te stellen, zeker indien dit verstoring betreft zonder dat de dieren fysisch aangetast worden. De effecten van een bepaalde geluidsbron zijn zeer moeilijk te voorspellen, gezien de vaak verschillende eigenschappen van het brongeluid, de vele omgevingsfactoren die de propagatie van geluid bepalen, de verschillende reacties van organismen die blootgesteld worden aan het geluid, en de moeilijkheden om dergelijke reacties te kwalificeren en kwantificeren. Hoewel dus voor vele projecten een aantal geluidsbronnen gemeten werden, zijn studies over acute en chronische effecten op mariene biota veel zeldzamer.

In het algemeen onderscheidt men acute effecten, waarbij organismen fysische schade ondervinden, en chronische effecten. Bij chronische effecten, die mogelijk kunnen ontstaan bij minder intense (maar langdurige) geluidsbronnen dan bij acute effecten, bestaat het risico voor het aantasten van de habitat, indien soorten verjaagd worden uit een bepaald gebied of indien er minder gunstige omstandigheden door ontstaan.

Effecten van geluid onder water veroorzaakt door menselijke activiteiten werden vooral vastgesteld bij walvisachtigen, maar eveneens bij vinpotigen (Pinnipedia), vissen, koppotigen (Cephalopoda) en kreeftachtigen (bij laboratoriumproeven).

Het is moeilijk te bepalen wat een *significante* impact is. Voor vissen kan in vele gevallen aanvaard worden dat sterfte bij vissen voorkomt bij een bepaalde activiteit, indien deze activiteit beperkt is in de tijd. Bij zeezoogdieren wordt in de meeste gevallen sterfte als onaanvaardbaar beschouwd. Mogelijke bijkomende significante impacts door lawaai onder water zijn effecten op groei, voortplanting en overleving van organismen, effecten op het vinden van prooien en het communiceren, en effecten op het gebruik van bepaalde gebieden.

Na de constructiefase dient een eventuele terugkeer van organismen te worden gemonitord, zowel voor dit park als voor andere parken. Na ervaringen in het buitenland – onder andere vermeld tijdens het bilaterale overleg met Nederland op 18/10/2007 - blijkt dat belangrijke effecten mogelijk zijn, onder meer op bruinvissen (zie ook <http://www.we-at-sea.org> dd. 30 oktober 2007), en dat er dus een uitgebreide monitoring noodzakelijk is, naast strikte voorwaarden.

#### 7.3.1. Effecten tijdens constructie – en ontmantelingfase

Tijdens de constructiefase zal de belangrijkste bron van geluid ongetwijfeld het heien van palen zijn. Gezien de geluidsniveaus die daarbij geproduceerd worden indien geen beperkende maatregelen genomen worden, kunnen effecten verwacht worden tot op grote afstand bij zeezoogdieren en bepaalde vissoorten. De geluidsniveaus die bij heien ontstaan zijn vergelijkbaar met die geproduceerd bij seismisch onderzoek. Bij seismisch onderzoek worden de geluidspulsen echter meestal naar de bodem gericht, terwijl het geluid bij het heien van palen niet directioneel is. In het verleden werden de mogelijke effecten van het heien onderschat.

### 7.3.1.1. Zeezoogdieren

Verboom & Kastelein (2005) hebben de zones met invloed van menselijk geluid op zeezoogdieren onderverdeeld in een zone zonder invloed (waarin het geluid wel hoorbaar is voor de dieren), een zone waarin eigen geluid gemaskeerd wordt, een zone met verstoring (gedragsveranderingen en -aanpassing), een zone met tijdelijke veranderingen in de gehoordrempel (TTS), een zone met permanente gehoorschade (PTS) en een zone met verwondingen of dood.

Er bestaat geen algemeen aanvaarde drempelwaarde van geluidsniveau (SEL) waarbij zeezoogdieren fysische schade ondervinden. In vele publicaties wordt geschat dat een ontvangen geluidsniveau (SEL, RMS) van 185 dB (re 1  $\mu$ Pa @ 1m) tijdelijke gehoorschade bij zeezoogdieren veroorzaakt, maar er worden ook lagere waarden vooropgesteld (vaak in SEL (1s) of SEL RMS zonder vermelding van de piekniveaus). Daarnaast wordt in sommige publicaties voorgesteld dat een geluid dat 80-100 dB en 130 dB hoger ligt dan de gehoordrempel voor zeezoogdieren respectievelijk een invloed heeft of fysische schade berokkent (Tech Environment, 2006), maar het onderzoek van Verboom & Kastelein (2005) toonde lagere waarden aan voor de bruinvis. Een ander aspect van de impact van het geluid op organismen is de duur van het geluid: blootstelling van een kortere duur veroorzaakt minder schade dan een langere blootstelling aan hetzelfde geluidsniveau.

Het is onvermijdelijk dat tijdens de constructie van een windmolenpark op zee (net zoals bij alle andere menselijke activiteiten op zee) verstoring van zeezoogdieren zal optreden. Meer langdurige effecten vallen niet uit te sluiten. Dat er significante effecten zouden zijn op zeezoogdieren in de beschermde gebieden van de Nederlandse Voordelta en de Belgische kustwateren is, gezien de afstand, zo goed als uitgesloten.

### **Bruinvissen**

Een recente studie door Lucke *et al.* (2007) toonde aan dat bruinvissen veel gevoeliger zijn voor geluid (lagere dan verwachte geluidsbronnen veroorzaakten reeds tijdelijke gehoorschade), en dus veel kwetsbaarder dan de zeezoogdieren die in de meeste experimentele opstellingen gebruikt worden. Nehls *et al.* (2007) gebruiken een niveau van 140 dB (re 1  $\mu$ Pa @ 1m) als het niveau waarop verstoring optreedt. Het gebied waarover verstoring kan optreden hangt af van de plaatselijke karakteristieken van de attenuatie van het geluid. Indien voor de attenuatie van het geluid  $15\text{Log}(r)$  gekozen wordt, zouden bruinvissen tot op 6 km afstand tijdelijke gehoorschade kunnen ondervinden (Gordon *et al.*, 2007). Bij het kiezen van  $17\text{Log}(r)$  of  $20\text{Log}(r)$  is deze afstand kleiner. De werkelijke attenuatie van het geluid in het gebied kan enkel ter plaatse bepaald worden.

De bruinvis is het meest algemene zeezoogdier in onze wateren (zie hoofdstuk zeezoogdieren). Het is een klein zeezoogdier, dat dagelijks voldoende voedsel moet innemen. Indien verstoring van bruinvissen optreedt over een relatief groot gebied, kunnen dieren zich verplaatsen naar andere gebieden die voor de voedselvoorziening minder geschikt zijn. Anderzijds kunnen ook effecten optreden indien de prooien van zeezoogdieren verstoord of gedood worden (zie hoofdstuk zeezoogdieren).

In Denemarken werden effectief reacties bij bruinvissen vastgesteld tot op meer dan 15 km afstand van de plaats waar palen geheid werden – men kon daarbij geen fysische schade aantonen (Tougaard *et al.*, 2003). Het MER vermeldt een studie waarin berekend werd dat bruinvissen mogelijk tot op 94 km afstand een afschrikreactie zouden kunnen vertonen van heiwerkzaamheden<sup>6</sup>; andere studies geven een afstand

---

<sup>6</sup> MER p.171

van ten minste 80 km waarop het geluid dat de dieren zelf voortbrengen gemaskeerd wordt (waarbij geen directe fysieke schade ontstaat, maar mogelijk wel effecten m.b.t. voedsel zoeken, navigatie en communicatie). Verboom & Kastelein (2005) hebben in experimentele omstandigheden gemeten dat bruinvissen vermijdingsgedrag vertonen bij geluid van 97-111 dB (RMS) (re 1 $\mu$ Pa @ 1m), afhankelijk van het type geluid. Het gebruik van een pinger met brongeluidsniveau van 133 dB (RMS) (re 1 $\mu$ Pa @ 1m) breedband had een paniecreactie bij de dieren tot gevolg.

### ***Zeehonden***

Bij zeehonden die werden blootgesteld aan het geluid van kleine seismische toestellen (SL: 215-224 dB re 1 $\mu$ Pa op 1m), werden sterke vermijdingsreacties vastgesteld, waarbij zeehonden zelfs het water verlieten (Bain & Williams, 2006). Thompson (2000) toonde aan dat zeehonden tot op grote afstand van het geluid van een seismisch toestel een reactie vertoonden. Verboom & Kastelein (2005) hebben in experimentele omstandigheden vastgesteld dat zeehonden vermijdingsgedrag vertonen bij geluid van 107-108 dB (RMS) (re 1 $\mu$ Pa @ 1m). Net zoals bij bruinvissen veroorzaakte het gebruik van een pinger met brongeluidsniveau van 133 dB (RMS) (re 1 $\mu$ Pa @ 1m) een paniecreactie bij de dieren.

### ***Tuimelaar***

Voor tuimelaars werd geschat dat de geluiden afkomstig van heiwerkzaamheden op 10 km tot 40 km van de bron nog zouden kunnen interfereren met het geluid dat ze zelf maken bij oriëntatie, communicatie en voedsel zoeken (David, 2006). Wat de gevolgen daarvan zijn, is grotendeels onbekend.

#### *7.3.1.2. Vissen*

Het is goed gekend dat vissen kunnen horen, en dat vele soorten geluid produceren voor onderlinge communicatie of het zoeken van voedsel. Vissen beschikken over twee systemen voor het waarnemen van trillingen: het binnenoor en het zijlijnsysteem. Dat laatste systeem geldt vooral voor laagfrequente trillingen beneden 150 Hz, en is waarschijnlijk minder belangrijk in deze context. Vissoorten zonder zwemblaas zijn minder gevoelig voor geluid dan deze met een zwemblaas. Voor een aantal vissoorten, zoals voor kabeljauw, pladijs en schar (Chapman & Hawkins, 1973, 1974) werd een audiogram opgesteld (hoordrempels in dB/frequentie). De meerderheid van de vissoorten is gevoelig voor laagfrequent geluid, tot zelfs in het infrason gebied (niet meer hoorbaar voor de mens). De meeste vissen horen slecht boven 2-3 kHz, hoewel een aantal haringachtigen hoogfrequent geluid kunnen detecteren, mogelijk om de ultrasone clicks van dolfijnen te kunnen opsporen (ICES, 2005).

Effecten van onderwatergeluid op vissen door het heien van palen zijn grotendeels onbekend, maar bepaalde studies tonen aan dat er directe sterfte kan optreden nabij de geluidsbron (tot op minstens enkele honderden meter van de bron), of een verandering in het gedrag over een relatief grote afstand (kilometers). Deze effecten zullen echter beperkt blijven, en op korte termijn (verstoorde vissen zullen terugkeren, gedode vissen zullen op termijn waarschijnlijk vervangen worden). Thompson et al. (2006) schatten dat haring en kabeljauw het heien konden waarnemen tot op 80 km afstand. Er werd een sterke reactie waargenomen van kabeljauw tot 2 km van de bron, maar significant vermijdingsgedrag zou kunnen voorkomen tot 5,5 km van de bron (MER; Parvin & Nedwell, 2006a). Bij heien van palen werd sterke vermijding waargenomen bij haring in een gebied van 2.6 km rond de werf.

In 2005 werd in Nederland een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van onderwatergeluid op vissoorten van de Noordzee (Kastelein, 2006). De studie legde de geluidsniveaudrempel – waarboven het gedrag van de vissen wordt beïnvloed - van 8 vissoorten (zeebaars, diklipharder, steenbolck, kabeljauw, paling, pollak,

horsmakreel en haring) vast. In de studie werd de reactie op tonen en breedband ruis onderzocht, maar gebruikte men geen concrete geluiden veroorzaakt door menselijke activiteiten op zee. De studie toonde aan dat het verschil tussen de gehoordrempel en de reactiedrempel verschilt per frequentie binnen een vissoort en tussen vissoorten. Dit suggereert dat in de zee niet alleen het maskerende effect van het achtergrondgeluid bepaalt of een geluidssignaal een effect heeft op visgedrag, maar ook de combinatie van de frequentie en het geluidsniveau van het signaal. Deze studie toonde aan dat vissoorten erg verschillend reageren op geluid, en dat algemene opmerkingen over effecten van geluid op vis niet nuttig zijn zonder de vissoort en geluidsparameters te specificeren.

Behalve haring reageerden de meest vissoorten op geluiden met frequenties onder de 1.000 Hz. Over het algemeen hebben antropogene geluidsbronnen op zee de meeste energie in het laagfrequente gebied (< 1kHz). Bovendien is de attenuatie van laagfrequent geluid lager dan van hoogfrequent geluid. Daarom zal vis volgens Kastelein (2006) zeer waarschijnlijk worden beïnvloed door menselijke activiteiten op zee indien de geluidsniveaus hiervan boven het reactiedrempel-geluidsniveau komen, zoals vastgesteld in de studie. Welke gevolgen meer concreet kunnen worden verwacht, blijft onduidelijk.

Studies waarbij viseieren en vislarven aan impulsieve geluiden blootgesteld werden (zoals bij seismisch onderzoek of het heien van palen) toonden aan dat er een verminderde overleving of verminderde groei was. De paaigebieden voor vissoorten in de zuidelijke Noordzee zijn meestal zeer groot, liggen verspreid, en zijn soortafhankelijk. Voor tong en pladijs liggen de belangrijkste paaigebieden en opgroeigebieden doorgaans dicht bij de kust, binnen 6 zeemijl (De Clerck, 2002). Ook de Zeeuwse kustwateren en de delta vormen belangrijke paai- en opgroeigebieden. In het verleden bevond zich in het Westhindergebied een paaigebied voor haring, maar het is niet duidelijk of dit gebied door haring nog gebruikt wordt (Haelters et al, 2007). Gezien de afstand tot het windmolenpark is het niet waarschijnlijk dat belangrijke effecten veroorzaakt worden door het heien van palen op deze paaigebieden voor platvis en haring. Het is echter duidelijk dat paaigebieden soortafhankelijk zijn, en dat viseieren en vislarven zich over een zeer groot gebied verspreiden. Mogelijke effecten zijn dus niet uit te sluiten, zoals ook geconcludeerd werd tijdens het overleg met Nederland dd. 18/10/2007. Voor de Nederlandse Voordelta valt niet te verwachten dat zulke effecten significant worden.

#### *7.3.1.3. Andere soorten*

Hoewel het aannemelijk lijkt dat andere soorten organismen verstoord of fysisch beschadigd worden door heiwerkzaamheden, zijn studies hierover zeldzaam. Effecten door een verhoogd onderwatergeluid (waaronder seismisch onderzoek) werden vastgesteld bij koppotigen (dood, verstoring), zeeschildpadden (verstoring) en garnalen (verminderde groei en reproductie). Het is waarschijnlijk dat ook effecten optreden bij niet mobiele benthische organismen, maar daarover bestaan geen gegevens.

### **7.3.2. Maatregelen toegepast om de effecten te milderen**

Men heeft reeds talrijke maatregelen toegepast bij het heien van palen die tot doel hadden het niveau van het onderwatergeluid te verminderen, of de blootstelling van zeezoogdieren aan het geluid te vermijden. De volgende maatregelen werden toegepast.

**Preventieve maatregelen die toegepast werden, zonder de verlaging van de geluidsniveaus:**

1. Het niet uitvoeren van de werken in periodes met een verhoogde aanwezigheid van zeezoogdieren of tijdens de paaiperiode van bepaalde vissoorten die mogelijk hinder ondervinden.
2. Het niet aanvangen of verder zetten van de werken indien zich zeezoogdieren in de buurt van de werf bevinden.
3. Het weggagen van zeezoogdieren rond de werf door het toepassen van akoestische toestellen waaronder pingers en seal scares. Seal scares zijn bedoeld om pijn te veroorzaken bij zeehonden die dicht bij viskwekerijen komen. Pingers veroorzaken een vermijdingsgedrag van bruinvissen tot op enkele honderden meter afstand. Andere akoestische toestellen hebben een brongeluidsniveau dat hoger ligt dan dat van pingers, en die zeezoogdieren weggagen uit een veel groter gebied (zie Gordon *et al.*, 2007).
4. Het aanvangen van het heien d.m.v. een ramp-up procedure, waarbij het maximale geluidsniveau pas na een half uur of een uur bereikt wordt.

**Maatregelen die het niveau van het geluid verminderen:**

1. Het aanpassen van het systeem van het heien: aanpassen van het heiblok, langer contact tussen heiblok en paal, minder energie gebruiken tijdens het heien (cfr. Schultz – von Glahn *et al.*, 2006; Nehls *et al.*, 2007).
2. Boren in plaats van heien - zie <http://www.we-at-sea.org> dd. 30 oktober 2007. Het is niet duidelijk of dit op zee reeds technisch mogelijk is.
3. Het intrillen ('vibro-piling') van de paal in plaats van heien.
4. Het aanbrengen van een absorberende laag (polyethyleenschuim) rond de paal; dit kan het geluidsniveau, afhankelijk van de frequentie, met 5 tot 20 dB verminderen; de diameter van de paal bij het experiment was 2,2 meter, de waterdiepte 8,5 meter (Schultz – von Glahn *et al.*, 2006).
5. Het voorzien van een luchtbellengordijn rond de paal tijdens het heien. Hoewel soms getwijfeld wordt aan het nut van een bellengordijn, konden geluidsreducties aangetoond worden van 3 tot 30 dB bij bepaalde frequenties (bijvoorbeeld Würzig *et al.*, 2000, Laughlin, 2007, Vagle, 2003).
6. Effecten door stroming kunnen de efficiëntie van een bellengordijn sterk aantasten. Indien de luchtbellensnelheid van 0.3 m/s hebben, en de stroming 1 knoop bedraagt, dan hebben de luchtbellensnelheden een verplaatsing ondergaan aan de oppervlakte van 34 m. Een systeem dat de luchtbellensnelheden binnen een bepaald gebied houdt is duurder, maar kan de effecten door stroming verminderen, en het geluid met 10 – 20 dB verminderen (David, 2006, Laughlin, 2007; Nehls, 2007). Daarnaast kunnen bronnen voor luchtbellensnelheden voorzien worden op verschillende dieptes rond de paal.

Een verlaging van het brongeluidsniveau tijdens heien met 20 tot 25 dB kan de mogelijke effecten sterk verminderen. Bij een reductie van het geluidsniveau met 5 tot 10 dB (breedband) worden de afstanden voor permanente en tijdelijke fysische schade bij zeezoogdieren, en voor verstoring met een factor twee verminderd (Schultz – von Glahn *et al.*, 2006), en het corresponderende gebied tot een vierde (Nehls *et al.*, 2007).

### 7.3.3. Effecten tijdens de exploitatiefase

Voorals zeezoogdieren en vissen maken van geluid gebruik voor oriëntatie, communicatie en voedsel zoeken; in troebel water is dit absoluut noodzakelijk voor de overleving. Een chronische blootstelling aan bijkomend lawaai kan de habitat voor deze soorten aantasten en verkleinen.

Het onderwatergeluid geproduceerd door een operationele turbine zou voor bepaalde vissoorten hoorbaar zijn tot op enkele kilometer van de turbine (4 km bij haring en kabeljauw en 1 km voor zalm en schar; Thompson *et al.*, 2006). Gehoorschade wordt niet verwacht, eventueel wel een vermijding van het gebied. Mogelijk zal gewenning optreden. De gevoeligheid en reactie zijn soortafhankelijk. Zeezoogdieren zouden de turbines kunnen horen tot op enkele tientallen meter tot enkele kilometers van de turbine. De effecten van dit geluid zijn niet bekend; mogelijk kan gewenning optreden. Secundaire effecten kunnen ontstaan door het verstoren van de prooien van zeezoogdieren in en om het park. Dit is een hiaat in de kennis.

## 7.4. Besluit

### 7.4.1. Aanvaardbaarheid

Het geluidsniveau veroorzaakt door een verhoogde intensiteit van scheepvaart, baggerwerken (onder meer bij het plaatsen van de gravitaire fundering), het storten van erosiebescherming, en het aanleggen van de kabel, is beperkt in tijd en ruimte. Dit geluid is vergelijkbaar met reeds bestaand geluid van antropogene oorsprong zonder de windturbines. Vandaar dat de mogelijke effecten door deze activiteiten aanvaardbaar zijn. De BMM wijst er wel op dat er wereldwijd een algemene tendens is om meer aandacht te besteden aan het verminderen van het geluid geproduceerd bij menselijke activiteiten zoals scheepvaart (zie bvb. Southall, 2005), baggeren, zandwinning en seismisch onderzoek.

De BMM oordeelt dat de belangrijkste effecten zich tijdens de constructiefase hoogstwaarschijnlijk zullen situeren bij het heien van palen (acute effecten), zowel die van de windturbines zelf, als deze voor de windmeetmast(en) en het transformatorplatform; dit oordeel werd gedeeld door Nederlandse experts tijdens een overlegvergadering op 18/10/2007. Tijdens de exploitatiefase kunnen chronische effecten mogelijk zijn.

Bij het heien van palen tijdens de constructiefase worden zeer hoge geluidsniveaus bereikt, die vergelijkbaar zijn met deze die bij seismisch onderzoek ontstaan. Zonder mitigerende maatregelen is dit geluid tot op zeer grote afstanden waarneembaar voor o.a. zeezoogdieren en vissen. Mogelijk hebben dergelijke geluidsniveaus een verstrend effect tot op grote afstand, of berokkenen ze zelfs fysische schade aan organismen op kortere afstand (binnen enkele km van de werken). De secundaire gevolgen, onder meer door het verlies aan habitat of het veranderen van de dichtheid aan prooiorganismen, zijn zeer moeilijk in te schatten.

Er dient rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van zeezoogdieren in Nederlandse wateren, en in het bijzonder in de Habitatrictlijngebieden die aangeduid werden voor zeehonden (zie overlegvergadering met Nederland dd. 18/10/2007). De kortste afstand van het Belwind concessiegebied tot het beschermd marien gebied Voordelta (Natura 2000) bedraagt meer dan 28 km. Gezien deze afstand en de duur van de werken, kan niet verwacht worden dat het heien van de palen significante en permanente gevolgen zal hebben op deze gebieden voor wat betreft de zeezoogdieren, en in het bijzonder zeehonden. Dit neemt niet weg dat het geluid hoorbaar zal zijn voor zeezoogdieren in een gedeelte van



dat gebied. Er kan echter niet verwacht worden dat het geluid zeer verstorend zal zijn, gezien dit op die afstand gedaald is tot een niveau dat ook bij tal van andere menselijke activiteiten in het gebied bereikt en overschreden wordt.

Gezien het aantal palen (66 of 110), en de duur van het heien van de palen, zijn de mogelijk effecten aanvaardbaar. Gezien de geluidsniveaus die kunnen verwacht worden, en de mogelijke effecten op organismen, dienen een aantal mitigerende maatregelen te worden genomen indien geheid wordt. Er dient een monitoring van de effecten te worden uitgevoerd. Er kan verwacht worden dat de effecten beperkt blijven in de tijd: er kan verwacht worden dat een herstel van de situatie zal optreden na de werken.

De effecten van het onderwatergeluid geproduceerd door draaiende turbines zijn van lange duur, en zijn nog grotendeels onbekend. Daardoor verdienen die ook bijzondere aandacht. Deze effecten blijven in alle waarschijnlijkheid beperkt tot een vermindering van het geluid door gevoelige soorten op een afstand van maximum enkele kilometers van de bron. Onder voorbehoud van verdere monitoring worden de mogelijke effecten aanvaardbaar geacht zonder dat er mitigerende maatregelen nodig zijn. Een monitoring, waarin de niveaus van het onderwatergeluid bij verschillende weersomstandigheden vastgesteld worden, is noodzakelijk. Daarnaast dient te worden nagegaan wat de mogelijke effecten op de verspreiding van vissen en zeezoogdieren zijn. Indien de monitoring belangrijke effecten aantoonde kunnen mitigerende maatregelen worden voorgesteld.

## 7.4.2. Aanbevelingen en voorwaarden

### 7.4.2.1. Inleiding

Onze kennis m.b.t. het onderwatergeluid geproduceerd tijdens de constructiefase en exploitatiefase van windmolenparken op zee evolueert. Onderwatergeluid wordt steeds vaker aanzien als een belangrijke bron van vervuiling, met effecten voor biota. Vandaar dat de voorwaarden en de monitoring eveneens kunnen evolueren, en kunnen afwijken van deze oorspronkelijk opgelegd voor de constructie en exploitatie van andere parken. Gezien de nieuwe gegevens, en de afwijkingen van de voorwaarden hier gesteld met deze gesteld bij de bouw en exploitatie van het windmolenpark op de Thorntonbank, wordt voorgesteld de voorwaarden voor de constructie en exploitatie van het windmolenpark op de Thorntonbank aan te passen, en de monitoring van het onderwatergeluid te combineren. In het algemeen worden voor het heien van de palen voor windmeetmast(en) en het transformatorplatform dezelfde voorwaarden opgelegd als voor het heien van palen voor windturbines.

Tijdens de voorbije jaren kwam de bruinvis in de periode tussen 1 januari en 30 april algemeen voor in onze wateren. In het MER<sup>7</sup> wordt tevens voorgesteld dat de werkzaamheden best uitgevoerd worden buiten de periode augustus-februari omwille van de verhoogde aanwezigheid van zeehonden. Deze verhoogde aanwezigheid geldt echter enkel voor de kuststrook, en kon niet via waarnemingen van zeehonden verder offshore aangetoond worden. Bovendien zijn de aantallen zeehonden in Belgische wateren in vergelijking met het aantal bruinvissen zeer klein. Bijgevolg wordt het stopzetten van de werkzaamheden in de periode augustus - februari niet weerhouden als voorwaarde of aanbeveling. Dit zou tevens de periode waarin het heien zou kunnen plaatsvinden zeer kort maken. De periode 1 januari – 30 april dekt ook grotendeels de paaiperiode van platvissen en haringachtigen; de impact van heien tijdens de paaiperiode van vissen is een onbekende factor, maar kan significant zijn (cfr. overleg met Nederland dd. 18/10/2007).

---

<sup>7</sup> MER p.176

Seal scares en bepaalde andere toestellen verhogen het onderwatergeluid dermate dat ze hier niet weerhouden worden als aanvaardbare maatregel. Dit werd ook tijdens het overleg met Nederland op 18/10/2007 naar voren gebracht.

Gezien het geluid van het heien van palen hoorbaar zou zijn voor zeezoogdieren tot op grote afstand, hebben ramp-up procedures voor het vermijden van verstoring geen zin, gezien de dieren het gebied dat blootgesteld wordt aan het verhoogde geluid niet meer op tijd kunnen verlaten; ramp-up procedures kunnen echter wel zin hebben voor het verjagen van dieren binnen een kortere perimeter rond de werf.

#### 7.4.2.2. Aanbevelingen

Er wordt aanbevolen om de palen niet te heien, maar te trillen (vibro-piling).

Er wordt aanbevolen om het heien niet te starten in mei.

Er wordt aanbevolen om de periode waarin de palen geheid worden zo kort mogelijk te houden, en dus niet over een lange periode te spreiden.

Als het monitoringsprogramma overtuigende resultaten levert van milieuschade die optreedt ten gevolge van geluid of trillingen dan zouden structurele aanpassingen kunnen toegepast worden, na overleg met de BMM, om het niveau van de trillingen terug te dringen, of het frequentiespectrum ervan te wijzigen. De houder wordt aanbevolen de technische voorzieningen hiervoor op voorhand te onderzoeken.

Bij de heiwerkzaamheden kan een bellengordijn aangebracht worden rond de paal. Dit bellengordijn dient te beginnen bij de bodem en moet de paal zo goed mogelijk omringen. Het aanbrengen van een mantel die het bellengordijn ter plaatse houdt, is in dat geval noodzakelijk, gezien niet kan verwacht worden dat een bellengordijn zonder mantel effect heeft. Het is noodzakelijk dat deze mantel niet tegen de paal geduwd wordt door de stroming (zie Nehls *et al.*, 2007). Dergelijk bellengordijn kan in overleg met de BMM vervangen worden door een geluidsabsorberende laag rond de te heien paal of door een andere technische maatregel.

#### 7.4.2.3. Voorwaarden

Om te vermijden dat tijdens het heien van de palen blijvende gehoorschade aangericht wordt bij zeezoogdieren die zich in de nabijheid zouden kunnen bevinden dienen preventieve maatregelen genomen te worden. Daartoe moet tenminste één akoestisch afschrikmiddel gebruikt worden met een (maximaal) brongeluidsniveau van 175-195 dB (re 1 $\mu$ Pa @ 1m) vanaf een uur vóór de aanvang van de heiwerkzaamheden tot de aanvang van de heiwerkzaamheden; dit toestel moet op ten hoogste 200 meter van de plaats van het heien in het water geplaatst worden. Eventueel kan dit toestel vervangen worden door 4 pingers (zoals die gebruikt worden op kieuwnetten en warrelnetten om bruinvissen te alarmeren – niet om ze fysisch te schaden) op verschillende plaatsen rond de te heien paal (op 100 – 400 m afstand van die paal). Het type toestel of pinger wordt ter goedkeuring aan de BMM voorgelegd. Hetzelfde geldt voor de gravitaire fundering indien blijkt dat bij bepaalde stappen van het bouwproces geluiden zouden ontstaan die vergelijkbaar zijn met deze die ontstaan bij het heien van palen of die potentieel gevaarlijk zijn voor zeezoogdieren.

Het heien van de palen mag niet gebeuren tussen 1 januari en 30 april.

De heiwerkzaamheden mogen niet aanvangen bij het waarnemen van zeezoogdieren in de omgeving van het heivaartuig of –pontoon. Hiertoe dient speciaal uitkijk te worden gehouden vanaf een half uur voor de heiwerkzaamheden. Bij het waarnemen van zeezoogdieren nabij de bouwwerf dienen de heiwerkzaamheden tijdelijk te worden gestaakt tot de dieren verdwenen zijn.

De heiwerkzaamheden dienen aan te vangen met een ‘ramp-up’ procedure: de eerste heislagen worden met minimale kracht gegeven, en de kracht wordt langzaam opgebouwd.

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

## 7.5. Monitoring

De voorgestelde monitoring heeft tot doel vast te stellen wat de geluidsniveaus zijn tijdens de verschillende fases van het project en bij verschillende omgevingsvariabelen, en daarnaast de effecten op biota in te schatten. Een gedeelte van de monitoring van de effecten van de constructie en exploitatie van het windpark wordt opgenomen in het hoofdstuk zeezoogdieren en (niet rechtstreeks in verband met geluid) in de hoofdstukken benthos en vissen. De mogelijke effecten van onderwatergeluid werden onderschat bij vorige milieu-effectenbeoordelingen, gezien bepaalde publicaties slechts recent beschikbaar waren. Gezien het noodzakelijk is dat de methodes die toegepast worden bij het meten van geluid en het inschatten van de effecten gelijk zijn, dient het monitoringplan voor het windpark op de Thorntonbank te worden herzien voor wat betreft geluid en zeezoogdieren. Het voorziene totale budget in het ministerieel besluit van C-Power voor de monitoring van het project op de Thorntonbank wordt daarbij echter niet verhoogd.

De monitoring van de effecten van het geluid op zeezoogdieren tijdens de constructiefase en exploitatiefase wordt in het hoofdstuk over de zeezoogdieren in de MEB opgenomen.

Opmerkelijke mortaliteiten van zeedieren (met inbegrip van vissen, koptotigen, enz.) worden door de exploitant aan de BMM gemeld (vw). De BMM evalueert de milieueffecten van die mortaliteiten.

De metingen van de exploitatiefase moeten worden uitgevoerd in de periodes dat geen bouwwerkzaamheden worden uitgevoerd in de volledige windmolenzone (vb. januari –april).

### 7.5.1. Monitoring van het onderwatergeluid (bron en attenuatie) (OWG)

Gezien de Bligh Bank dicht bij de scheepvaartroute gelegen is, kan verwacht worden dat het geluidsniveau onder water hier zal afwijken van de metingen van het achtergrondgeluid op de Thorntonbank. Vóór de werken moet dit bepaald worden.

Tijdens het onderzoek van het achtergrondgeluid op de Thorntonbank is gebleken dat de gaspijpleiding een bron van geluid vormt. Voor het bepalen en beoordelen van het geluid tijdens de constructie- en exploitatiefase van het windpark op de Bligh Bank is het dus noodzakelijk om hiermee ook rekening te houden.

#### 7.5.1.1. Constructiefase

Tijdens de constructiefase dient het geluid veroorzaakt tijdens het heien van palen te worden gemeten. Het spectrum waarover gemeten wordt dient tenminste 10 Hz – 10 kHz te dekken. Bij de metingen dient de positie van het meetplatform tegenover de plaats waar geheid wordt bepaald te worden, om zo een brongeluidsintensiteit te kunnen berekenen. Voor eventuele scheepvaart in de nabijheid van de metingen, die de gemeten geluidsniveaus kunnen beïnvloeden, dient een opname te worden gemaakt door middel van een AIS systeem (Automatic Identification System) tijdens de geluidsmetingen. Geluidsmetingen dienen ten minste bij het heien van twee palen te worden uitgevoerd gedurende een half uur, op een afstand van 5 mijl, 2 mijl, een halve mijl, en 1 kabel (185 meter) van de heiwerkzaamheden indien dit technisch mogelijk is. Indien verschillende types heiblok of paal gebruikt worden, of mitigerende maatregelen toegepast worden, dient voor elk type het geluidsniveau te worden bepaald.

De metingen van het geluid dienen te worden uitgevoerd op twee dieptes (10 en 15 meter of een andere diepte indien 15 meter niet mogelijk is; indien slechts 1 hydrofoon beschikbaar is dient te worden gemeten op 10 meter diepte (cfr. Henriët *et al.*, 2006)). De resultaten dienen een waarde voor de verschillende geluidsniveaus op de afstand tot de heiwerkzaamheden op te leveren (SEL), samen met de spectra. Er dient een berekening te worden uitgevoerd van het bronniveau (piekniveau) op 1 meter van de bron. Indien blijkt uit de SEL waarden op 5 mijl van de heiwerkzaamheden dat het heien nog duidelijk meetbaar is, dienen bijkomende metingen te worden uitgevoerd op grotere afstanden.

Het geluidsniveau tijdens het heien dient vergeleken te worden met de niveaus bij het toepassen van mitigerende maatregelen zoals een geluidsabsorberende mantel rond de paal.

#### 7.5.1.2. Exploitatiefase

Tijdens de exploitatiefase dient het geluid veroorzaakt door de turbines te worden gemeten. Het spectrum waarover gemeten wordt dient tenminste 10 Hz – 10 kHz te dekken. Er dienen metingen te worden uitgevoerd bij goede weersomstandigheden (tot maximaal 4 Bft). Daarnaast dient een meting te worden uitgevoerd van het bronniveau van windturbines bij slechtere weersomstandigheden d.m.v. verankerde hydrofonen en meetssystemen. Indien verschillende types fundering of turbine gebruikt worden, dienen de metingen voor elk type te worden herhaald en met elkaar worden vergeleken.

Bij de meting bij goede weersomstandigheden dient de positie van het meetplatform tegenover de turbine(s) bepaald te worden, om zo een brongeluidsintensiteit te kunnen bepalen. Voor eventuele scheepvaart in de nabijheid van de metingen, die de gemeten geluidsniveaus kunnen beïnvloeden, dient een opname te worden gemaakt door middel van een AIS systeem (Automatic Identification System) tijdens de geluidsmetingen. Geluidsmetingen dienen te worden uitgevoerd gedurende een half uur, op afstanden van een zeemijl tot op enkele meter van de turbine. De metingen van het geluid dienen te worden uitgevoerd op 2 dieptes (10 en 15 meter of een andere diepte indien 15 meter niet mogelijk is). Indien slechts 1 hydrofoon beschikbaar is dient te worden gemeten op 10 meter diepte (cfr. Henriët *et al.*, 2006). De resultaten dienen een waarde voor de verschillende geluidsniveaus op de afstand tot de turbine op te leveren (SEL), en een berekening van het bronniveau (piekniveau) op één meter van de bron.

Bij de meting met een verankerd systeem dient de positie van de verankering tegenover de paal of palen nauwkeurig te worden bepaald.

### *7.5.1.3. Overzichtstabellen*

Bij het voorziene budget werd rekening gehouden met het feit dat de kostprijs van materieel zoals van hydrofoons en een opnametoestel gedeeld kan worden tussen de verschillende windmolenparken waarvoor een vergunning afgeleverd wordt. Het budget weergegeven in hoofdstuk 19 betreft enkel het budget voor Belwind.

<b>Belwind: onderwatergeluid (OWG)</b>	<b>Baseline</b>	<b>Constructie- en afbraakfase</b>	<b>Exploitatiefase</b>	
<b>Onderwerp</b>	Onderwatergeluid	Onderwatergeluid tijdens het heien van de palen.	Onderwatergeluid veroorzaakt door de draaiende turbines	
<b>Doel</b>	Bepalen van het onderwatergeluid om invloed van scheepvaartroute te bepalen	Bepaling onderwatergeluid van het heien op verschillende afstanden van de heiwerkzaamheden met tot doel de SEL op verschillende afstanden en de SL te bepalen.	Bepaling onderwatergeluid bij <i>gunstige weersomstandigheden</i> (2-4 Bft) met tot doel de SEL op verschillende afstanden en de SL te bepalen	Bepaling onderwatergeluid bij omstandigheden met <i>veel wind</i> (5-9 Bft) met tot doel de SEL en de SL te bepalen
<b>Timing</b>	Jaar 0	Tijdens het heien	De metingen van de exploitatiefase moeten worden uitgevoerd in de periodes dat geen bouwwerkzaamheden worden uitgevoerd in de volledige windmolenzone (vb. januari –april).	
<b>Methode</b>	Hydrofoon(s) op 10 en 15 m diepte. Indien slechts 1 hydrofoon beschikbaar: op 10 m diepte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrofoons (1-2) op 10 en 15 m diepte, in een transect op 5NM, 2NM, 0,5NM en 1 kabel (185m) afstand tot de werf (afstanden evt. aan te passen aan de omstandigheden);</li> <li>• minstens bij 2 palen meten tijdens het heien, gedurende een half uur;</li> <li>• geschikt vaartuig;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrofoons (1-2) op 10 en 15 m diepte, in een transect met bepaalde afstanden tot de werf;</li> <li>• gebruik van AIS data;</li> <li>• Indien verschillende types fundering of turbines: voor elk type geluidsniveau bepalen;</li> <li>• geluidsmetingen gedurende een</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrofoon en meettoestel in een verankerd systeem;</li> <li>• gebruik van AIS data;</li> <li>• Indien verschillende types fundering of turbines: voor elk type geluidsniveau bepalen</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruik van AIS data;</li> <li>• spectrum van 10 Hz - 10 kHz;</li> <li>• Indien verschillende types heiblok of paal of mitigerende maatregelen: voor elk type geluidsniveau bepalen</li> </ul>	halfuur	
<b>Presentatie van de resultaten</b>	Rapport met: <ul style="list-style-type: none"> <li>• waarde voor de geluidsniveaus</li> </ul>	Rapport: <ul style="list-style-type: none"> <li>• waarde voor de verschillende geluidsniveaus op afstand tot de heiwerkzaamheden (SEL) en spectra</li> <li>• een berekening van het bronniveau (piekniveau).</li> </ul>	Rapport: <ul style="list-style-type: none"> <li>• waarde voor de verschillende geluidsniveaus op afstand tot de windturbines(SEL) en spectra;</li> <li>• een berekening van het bronniveau (piekniveau).</li> </ul>	Rapport: <ul style="list-style-type: none"> <li>• waarde voor de verschillende geluidsniveaus op afstand tot de windturbines(SEL), en spectra;</li> <li>• een berekening van het bronniveau (piekniveau).</li> </ul>

<b>Belwind bovenwatergeluid en trillingen (BWG+TRIL)</b>	Baseline	Constructie- en afbraakfase	Exploitatiefase
Onderwerp	nvt	Geluid boven water tijdens heien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geluid boven water</li> <li>• Nominaal geluidsvermogen van de turbines</li> <li>• Metingen trillingen</li> </ul>
Doel	nvt	Metten van het spectrum van het geluid boven water	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meten van het spectrum van het geluid boven water</li> <li>• Het werkelijke geluidsvermogen van al de gebruikte types windturbines meten</li> </ul>

			• Metingen van de trillingen
Timing	nvt	Tijdens heien	Tijdens exploitatie
Methode	nvt	Het geluid boven water bepalen tijdens het heien van palen, synchroon met de metingen van het onderwatergeluid, op de meetmast of op de best geschikte plaats.	<p>Door middel van op de meetmasten, of andere geschikte structuren, bevestigde geluidsmeters (sonometers), tweemaal per jaar gedurende minstens 14 dagen tijdens de eerste twee jaren van de exploitatiefase</p> <p>Nominaal geluidsvermogen: gedurende jaar 1 en jaar 2 zal de houder het werkelijke geluidsvermogen van al de gebruikte types windturbines meten, bvb. door het plaatsen van sonometers op verschillende hoogtes van de windturbinemast(en). Dit zal minstens bij halfoptimale en optimale werkregimes gebeuren (op de overeenkomstige minimum en maximum windsnelheid).</p> <p>Trillingen in masten zullen door de vergunningshouder continu gemeten worden (vanaf jaar 1).</p>
Presentatie van de resultaten	nvt	Rapport na de werken	De resultaten ervan dienen aan de BMM binnen een redelijke termijn overgemaakt te worden.



### 7.5.2. Monitoring van het geluid boven water (BWG)

Tijdens de bouw en in de eerste jaren van de exploitatiefase zal een monitoringsprogramma van het geluid boven water uitgevoerd worden door de houder.

Het betreft het meten van het spectrum van het geluid boven water:

- 1) tijdens het heien van palen: synchroon met de metingen van het onderwatergeluid, vanop de meetmast of de best geschikte plaats;
- 2) tijdens de exploitatiefase: door middel van op de meetmasten, of andere geschikte structuren, bevestigde geluidsmeters (sonometers), tweemaal per jaar gedurende minstens 14 dagen tijdens de eerste twee jaren van de exploitatiefase.

De resultaten dienen aan de BMM binnen een redelijke termijn overgemaakt te worden.

### 7.5.3. Trillingen (TRIL)

Trillingen in masten zullen door de vergunningshouder continu gemeten worden (vanaf jaar 1). De resultaten ervan dienen op aanvraag van de BMM, binnen een redelijke termijn te worden overgemaakt.

### 7.5.4. Nominaal geluidsvermogen van de turbines (BWG WT)

Gedurende jaar 1 en jaar 2 zal de houder het werkelijke geluidsvermogen van al de gebruikte types windturbines meten, bvb. door het plaatsen van sonometers op verschillende hoogtes van de windturbine-mast(en). Dit zal minstens bij halfoptimale en optimale werkregimes gebeuren (op de overeenkomstige minimum en maximum windsnelheid). De resultaten ervan dienen aan de BMM binnen een redelijke termijn overgemaakt te worden.

### 7.5.5. Monitoring van de effecten

#### 7.5.5.1. Monitoring van de effecten op zeezoogdieren

De monitoring van de effecten op zeezoogdieren tijdens de constructiefase en exploitatiefase wordt in het hoofdstuk zeezoogdieren opgenomen.

Belwind: Monitoring effecten op fauna	Baseline	Constructie- en afbraakfase	
Onderwerp	Zie hoofdstuk zeezoogdieren	Zeezoogdieren	Andere biota
Doel		Bepaling van de impact van het geluid op zeezoogdieren	Bepaling van de impact op biota tijdens het heien van de palen (sterfte)
Timing		Opmerkelijke mortaliteiten van zeezoogdieren worden door de exploitant aan de BMM gemeld (vw). De BMM evalueert de milieueffecten van die mortaliteiten. Zie eveneens hoofdstuk zeezoogdieren voor verdere monitoring	Tijdens het heien
Methode			
Presentatie van de resultaten			Opmerkelijke mortaliteiten van zeedieren (met inbegrip van vissen, koppotigen, enz.) worden door de exploitant aan de BMM gemeld (vw). De BMM evalueert de milieueffecten van die mortaliteiten.

#### 7.5.5.2. Monitoring van de effecten op andere biota

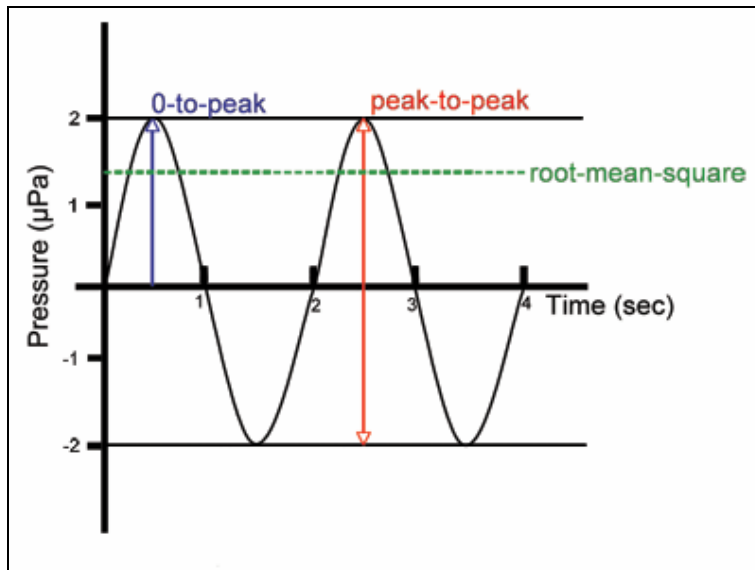
Tijdens de exploitatiefase dient de aanwezigheid van vissen en Cephalopoda rond de palen en op de erosiebescherming te worden gemonitord (cfr. betreffende hoofdstukken over de algemene monitoring van de biota).

## 7.6. Appendix: introductie tot geluidsniveaus\*

Geluid bestaat uit golfbewegingen. Elke volledige golfbeweging heet een trilling. Het aantal trillingen dat een geluidsbron per seconde voortbrengt, is de frequentie (uitgedrukt in hertz). Onder normale omstandigheden kan een menselijk oor geluiden waarnemen tussen de 20 en 20000 Hz. Hoe hoger de toon die we horen, hoe hoger de frequentie. Geluidsgolven oefenen een druk uit op de oppervlakten waarmee ze contact hebben. Die druk wordt gebruikt als een maat voor de geluidssterkte of intensiteit (uitgedrukt in decibel). Een internationaal bepaald drukniveau geldt als referentiepunt. De intensiteit van andere geluiden wordt met dit punt vergeleken.

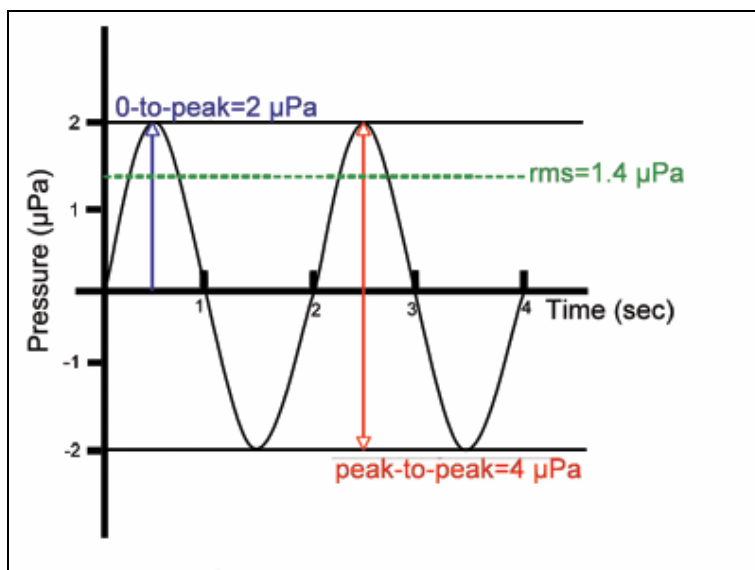
Onderstaande Figuur geeft de drie meest gebruikelijke manieren weer om de luidheid van een geluidssignaal te karakteriseren. De twee meest simpele manieren om een geluidsgolf te karakteriseren zijn door zijn piekdruk en zijn piek-tot-piekdruk. De piekdruk, ook wel de nul-tot-piekdruk genoemd, is het verschil in druk tussen nul en de hoogste druk van het signaal. De piek-tot-piekdruk is het verschil in druk tussen de meest negatieve druk en de meest positieve druk van het signaal. Een meer ingewikkelde manier om een geluidsgolf te karakteriseren is de "root mean square" druk (rms): dit is de vierkantswortel van het gemiddelde van het kwadraat van de druk van de geluidsgolf in een gegeven periode. De rms druk wordt meestal gebruikt om een geluidsgolf te karakteriseren omdat het direct gerelateerd is met de energie gedragen door de golf, ook wel intensiteit genoemd.

\* (vrij vertaald uit: University of Rhode Island Office of Marine Programs. Discovery of Sound in the Sea. Introduction to Signal Levels)



Figuur 15. Verschillende meetmethodes voor de geluidsdruk.

Er kan een significant verschil zijn tussen de 3 hierboven vermelde methodes om druk te karakteriseren. Dit kan leiden tot serieuze misverstanden over de grootte van het signaal. Figuur 16 illustreert dat elk van de methodes een verschillende waarde geeft. De piekdrukwaarde is  $2 \mu\text{Pa}$ , de piek-tot-piekwaarde is  $4 \mu\text{Pa}$  en de rms druk van het signaal is  $1,4 \mu\text{Pa}$ .



Figuur 16. Verschillende waarden bekomen voor de verschillende methodes.

De meest gepaste methode om een geluidsgolf te karakteriseren hangt af van de vraag die gesteld wordt. Zo is het belangrijk om het geluid correct te beschrijven om het effect op een zeezoogdier te kunnen evalueren. Omdat de oren van de zeezoogdieren gevoelig zijn aan de intensiteit van een geluidsgolf is de rms druk de meest geschikte methode om te gebruiken bij het bespreken van gehoor. Het risico dat een impulsief geluid fysieke schade zou veroorzaken aan de oren van een zeezoogdier hangt gedeeltelijk af van de piekdruk, die daarom een van de gegevens is waarover men zou moeten beschikken voor de

karakterisatie van impulsieve geluiden.

Geluidsdrukken worden dikwijls voorgesteld als relatieve drukken met als eenheid decibel (dB). De geluidsdruk wordt vergeleken met een referentiedruk door gebruik te maken van volgende vergelijking:  $20 \log (p_{\text{geluid}}/p_{\text{referentie}})$ . De relatieve druk in dB voor een geluidssignaal kan verschillende waarden aannemen afhankelijk van de methode gebruikt voor de karakterisatie van de druk van het signaal. Voor onderwatergeluid gaat de voorkeur voor de referentie druk naar een rms druk van  $1 \mu\text{Pascal}$ . Daarom worden de eenheden gegeven in “dB re  $1 \mu\text{Pa}$ ” dat aangeeft dat de referentiedruk  $1 \mu\text{Pa}$  rms is. Indien de gebruikte geluidsdruk ( $p_{\text{geluid}}$ ) de rms druk van een geluidsgolf is die één frequentie bevat, dan geeft bovenstaande vergelijking de relatieve intensiteit,  $I$ , in decibels van de geluidsgolf weer. Indien andere methodes gebruikt worden voor de karakterisatie van druk van een geluidsgolf (bijvoorbeeld piekdruk of piek-tot-piek druk) is het resultaat niet de relatieve intensiteit van het signaal, maar de relatieve druk. Tabel 6 geeft de decibel waarden die berekend werden van hetzelfde geluidssignaal gegeven in vorige Figuur.

Tabel 6. Geluidsdruk en geluidsniveau voor eenzelfde geluidssignaal

Geluidsdruk (Pa)	Geluidsniveau (dB)
rms (0,5 sec): $1,4 \mu\text{Pa}$	2,9 dB re $1 \mu\text{Pa}$
rms (1 sec): $1,0 \mu\text{Pa}$	0 dB re $1 \mu\text{Pa}$
rms (2 sec): $0,8 \mu\text{Pa}$	-1.9 dB re $1 \mu\text{Pa}$
0-piek: $2 \mu\text{Pa}$	6 dB re $1 \mu\text{Pa}$
Piek-piek: $3,75 \mu\text{Pa}$	11.4 dB re $1 \mu\text{Pa}$

De dB niveaus in dit voorbeeld variëren van -1,9 dB re  $1 \mu\text{Pa}$  tot 11,4 dB re  $\mu\text{Pa}$ , zelfs als ze hetzelfde signaal beschrijven. Indien de drempelwaarde voor gehoor 5 dB re  $1 \mu\text{Pa}$  zou zijn, dan kan besloten worden dat het geluid ofwel niet hoorbaar is, ofwel wel hoorbaar en dit afhankelijk van de waarde die men kiest.

Het is dus van belang om niet enkel de referentiedruk te melden, maar eveneens te melden welke druk gebruikt werd om de dB te berekenen: rms, piek, piek-piek. Er kan immers een significant verschil zijn tussen de bekomen waarden, die kan leiden tot grote misverstanden i.v.m. de grootte van het signaal indien de gebruikte druk niet werd gespecificeerd.

Om de verschillende geluidsmetingen met elkaar te kunnen vergelijken, moeten ze omgezet worden naar dezelfde eenheid, meetsysteem en referentieniveau. Een bijkomende moeilijkheid is het weergeven van bijkomende gegevens zoals de signaalcurve. Men gebruikt voor *het beschrijven van onderwatergeluid geproduceerd door de mens* best het brongeluidsniveau, dat het geluidsdrukkniveau beschrijft op 1 meter van de bron, hoewel het niveau van een geluidsbron zelden direct kan gemeten worden op 1 meter. Het waargenomen geluidsniveau daalt logaritmisch met de afstand tot de bron, en is afhankelijk van een aantal variabelen die de voortzetting van geluid onder water bepalen, zoals temperatuur, saliniteit, bodemstructuur en diepte. *Om de effecten op biota te beschrijven* kan men SEL waarden gebruiken, maar dan is het noodzakelijk om over gegevens te beschikken van de piekwaarden van het geluid bij

pulserende geluiden. Vaak worden SEL (1 s) waarden gegeven zonder gegevens over de duur en herhaling van de puls, en dus zonder gegevens over de piekniveaus die mogelijk bepalend zijn voor de effecten.

## 8. Risico's en gevolgen van mogelijke rampen/veiligheid

### 8.1. Inleiding

Onder de te verwachten betekenisvolle effecten van het project die moeten 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 (meestal in verband met scheepvaart) wijzigt.

#### 8.1.1. Internationale aandacht aan het onderdeel

Alle landen rond de Noordzee besteden uitgebreide aandacht aan het probleem van het groeiende aantal offshore windmolens en hun mogelijk risico's op de scheepvaart. Er bestaan echter (voorlopig) geen internationale richtlijnen m.b.t. tot scheepvaart en offshore windmolens (wel in verband met verlichting en bebakening cfr. IALA), zodat ieder land vrij is in het uitvaardigen van richtlijnen om een veilige scheepvaart te kunnen garanderen. Waar in België hoogstwaarschijnlijk een verbod voor de reguliere (= niet windmolenpark gebonden) scheepvaart zal worden ingesteld in de concessiezone van een windmolenpark, wordt in het UK de scheepvaart door een park niet verboden. Men baseert zich hierbij op het principe van het recht op vrije doorvaart uit UNCLOS. In België werd een veiligheidszone rond het windmolenpark verplicht, in de UK zijn er momenteel geen veiligheidszones, noch restrictiezones rond windmolenparken of individuele windmolens. De verschillende Noordzeelanden hebben ook meestal hun eigen richtlijnen opgelegd over de noodplanning op zee in relatie met offshore windmolenparken. De inhoud van dergelijk noodplan verschilt echter van land tot land.

Een eerste stap tot een uniforme (Europese, Noordzee) regelgeving is misschien wel een akkoord tussen de verschillende landen tot het gebruik van dezelfde methodologie voor de beoordeling van de navigatie veiligheidsrisico's van offshore windmolenparken. Hiertoe werd in het Safety at Sea project een document (Trans-national procedures and guidelines for offshore wind farm risk assessment) opgesteld waarbij het navigatie veiligheidsrisico van offshore windmolenparken en het gebruik van dergelijke beoordelingen door de maritieme administraties worden uiteengezet. De methode voor de beoordeling van de risico's werd gebaseerd op IMO's Formal Safety Assessment (FSA). Het omvat een rationeel en systematisch proces ter beoordeling van de risico's i.v.m. maritieme veiligheid en de bescherming van het mariene milieu, en voor de evaluatie van de kosten en baten van de opties om deze risico's te reduceren. Het doel van dit "draft" standaard document is de harmonisatie van de benadering van offshore windmolenparken zodat de EU lidstaten een nationale standaard kunnen ontwikkelen equivalent voor alle lidstaten. Het advies van dit document luidt dat de maritieme administraties van de EU lidstaten uitgenodigd worden om het document te gebruiken en de European maritime Safety Administration (EMSA) en IMO worden uitgenodigd om het document te gebruiken als basis voor de ontwikkeling van een pan-Europese en internationale standaard (Starling M, 2007). Tot dan is het van belang op een geordende en gestructureerde wijze de knelpunten te bepalen en deze pro-actief proberen op te lossen door het toepassen van preventieve maatregelen, het opstellen van richtlijnen en het uitwerken van specifieke noodplannen.

#### 8.1.2. Nationaal belang: Rampenplan Noordzee en Kustwachtstructuur

Bij een ramp op zee wordt het "Rampenplan Noordzee", dat geleid wordt door de Gouverneur van West-Vlaanderen, in werking gesteld. Dit plan beschrijft de organisatie van de hulpverlening en de coördinatie

van de operaties bij rampsituaties of ernstige ongevallen in de volgende watergebieden:

- de Territoriale Zee;
- de Exclusieve Economische Zone;
- de Verantwoordelijkheidszone onder het akkoord van Bonn (1983/89);
- de Reddingszone zoals bepaald bij het Flight Information Region (FIR).

Het is de bedoeling om zo snel mogelijk de beschikbare hulpmiddelen ter plaatse te brengen met behulp van een alarmeringsketen, en een coördinatie tot stand te brengen tussen de instanties die aan de hulpverlening deelnemen. Dit vereist een permanent operationeel zijn en een eenheid van bevel. Het plan heeft dus een operationeel en praktisch karakter.

Het rampenplan Noordzee bestaat uit 4 fasen:

- *Fase 1:* Vooralarm door de Nautische Dienstchef en hulpverlening met eigen middelen. Voor de hulpdiensten betekent dit de fase waarbij men in een verhoogde staat van paraatheid verkeert (stand-by).
- *Fase 2:* Alarm door de Nautische Dienstchef en onmiddellijk te nemen maatregelen. Door een aantal hulpdiensten moeten in deze fase onmiddellijk concrete acties worden uitgevoerd. De Marinecomponent neemt zo snel mogelijk de taak van "On Scene Commander" op zich.
- *Fase 3:* Gecoördineerde interventies door de Gouverneur.
- *Fase 4:* Nazorg onder leiding van de Gouverneur.

De Kustwacht bestaat uit drie organen en een operationeel luik:

- het Beleidsorgaan, dat de samenwerking tussen de bevoegde federale en Vlaamse gewestelijke diensten coördineert;
- het Overlegorgaan, dat zorgt voor het nodige overleg tussen de betrokken diensten;
- het Secretariaat, dat ondersteuning biedt aan de structuur en de loketfunctie uitoefent;
- de Kustwachtcentrale, een samenwerkingsverband tussen het federale Maritiem Informatiekruispunt (MIK) en het Vlaamse Maritiem Redding- en Coördinatiecentrum (MRCC) dat voor een permanente staat van paraatheid van de betrokken diensten zorgt.

Op zijn vergadering van 18 september 2007 heeft het overlegorgaan via zijn voorzitter gevraagd om geïnformeerd te worden over de werkzaamheden m.b.t. het offshore windenergiepark en over de voorziene veiligheidsmaatregelen.

In het kader van de procedure voor de concessieaanvraag werden verschillende administraties reeds door de CREG om advies gevraagd. Indien relevant wordt in deze MEB verwezen naar deze adviezen.

### 8.1.3. Behandelde aspecten en aanpak

De te onderzoeken effecten op het gebied van veiligheid worden niet beperkt tot het natuurgedeelte van het milieu, maar breiden zich uit tot de mens en materiële goederen. De effecten op radar en scheepvaart vallen in de categorie van effecten van het windmolenproject op menselijke activiteiten, maar worden in dit hoofdstuk behandeld gezien het nauwe verband met de scheepvaartveiligheid. Een overzicht van de in het verleden en voor dit project (Bligh Bank) gebruikte risicoberekeningen en veiligheidsstudies wordt gegeven en beoordeeld. Aan de hand hiervan wordt getracht een duidelijk beeld te krijgen van de risico's verbonden aan een windmolenpark. De vergelijking van ongevallenfrequenties en risico's zoals berekend in de diverse analyses is immers moeilijk omdat de gebruikte veronderstellingen voor de verscheidene analyses dikwijls niet duidelijk zijn, evenmin als de gebruikte analyses die trouwens dikwijls van elkaar

verschillen. Om na te gaan welke risico's de interacties tussen windmolens en scheepvaart inhouden, worden in dit hoofdstuk de effecten van de geplande installaties op de navigatie, het gedrag van de scheepvaart en de resulterende patronen ook besproken.

In dit hoofdstuk zullen de volgende effecten derhalve worden onderzocht:

- industriële risico's;
- invloed van parken op radar en scheepscommunicatie;
- effecten scheepvaart;
- risico's te wijten aan de scheepvaart.

De aanwezigheid van schadelijke stoffen in het park verhoogt het industriële risico en wordt specifiek in hoofdstuk 9 behandeld.

Een overzicht van de benaderingen uitgevoerd bij vroegere dossiers wordt gegeven in 8.3.4. Voor het huidige project werden nieuwe veiligheidsstudies uitgewerkt die uitvoerig worden beschreven in 8.3.4.

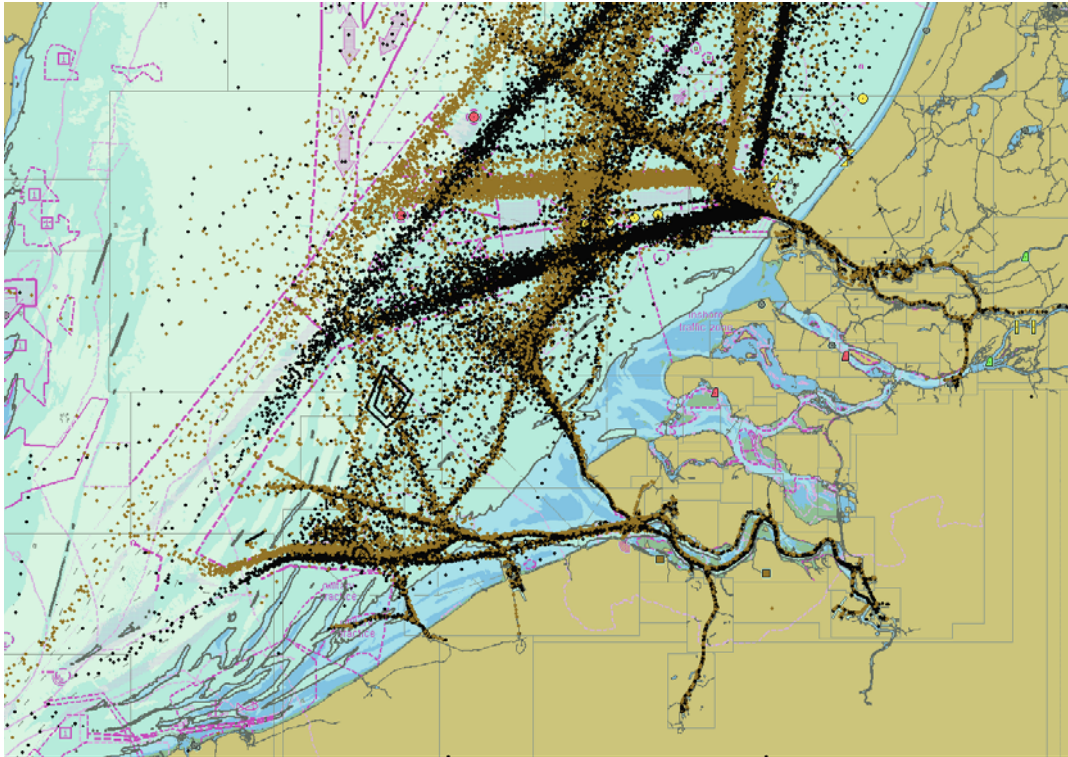
## 8.2. *Startsituatie*

### 8.2.1. Ligging

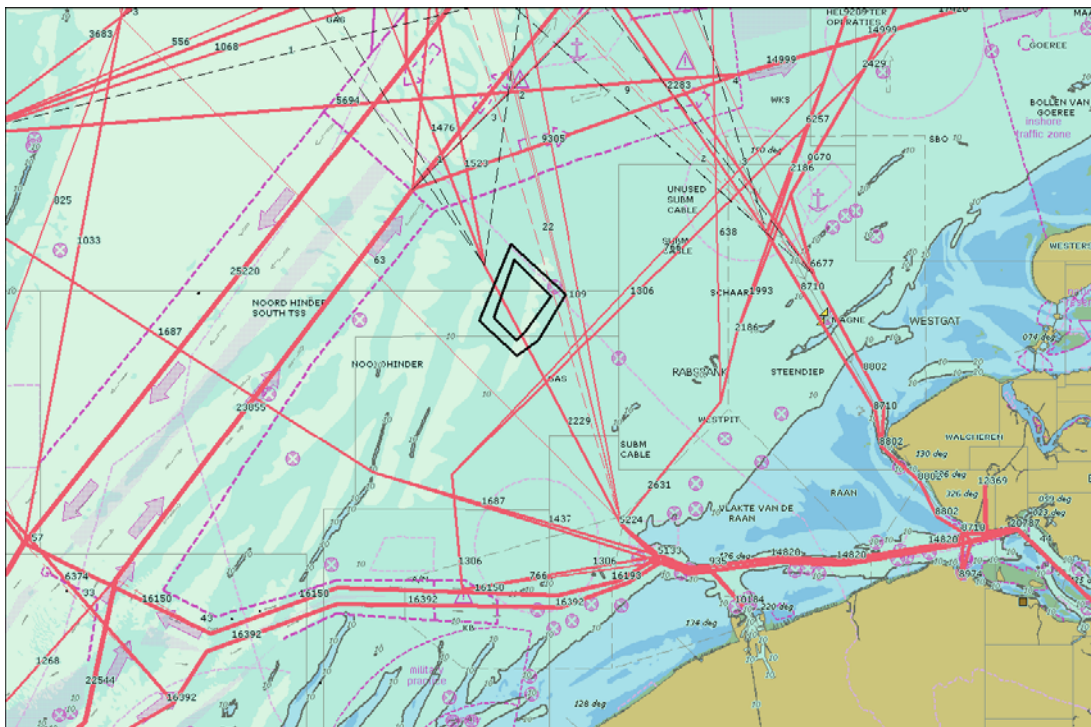
Momenteel zijn er nog steeds geen windmolenparken in het Belgisch deel van de Noordzee. Indien de geplande parken de vooropgestelde timing blijven volgen zal bij de aanvang van de bouw van het windmolenpark op de Bligh Bank het park op de Thorntonbank gedeeltelijk of volledig afgewerkt zijn. Ongeveer gelijktijdig met de werken op de Bligh Bank zal waarschijnlijk gewerkt worden aan de bouw van een windmolenpark t.h.v. Bank Zonder Naam waarvoor reeds een concessie verleend is. Voor de scheepvaartveiligheid in de zone rekent men hoofdzakelijk op de internationale "traffic separation scheme" (TSS) en op de zogenaamde Schelderadarketen. De TSS loopt op een afstand van 7,5 km (4 nautische mijl) van de dichtste windturbine van het Belwind project.

In de figuren 4.9.1. en 4.9.3 van het MER worden beelden gegeven van de huidige scheepvaartdruk en gevolgde routes in de zone rond het concessiegebied van Belwind. Ze worden hieronder weergegeven in Figuur 17 en 18.





Figuur 17. AIS-gegevens (routegebonden verkeer) van 1 week in 2005 nabij de locatie van Bligh Bank. Stippen: weergave positie (elke 10 minuten) van alle routegebonden schepen in 1 week in 2005. Zwarte stip: als het schip vaart met een koers over de grond tussen de 0 en 180 graden. Bruine stip: als de koers van het schip meer dan 180 graden is.



Figuur 18. Verkeersbeeld (rode lijnen: scheepvaartroutes) bij windmolenparklocatie Bligh Bank (zwarte lijnen) in de huidige situatie.

## 8.2.2. Huidige voorzieningen voor de scheepvaartveiligheid

### *Schelderadarketen*

De Schelderadarketen bestaat uit een keten van radars verspreid langs de Schelde en over de Vlaamse en Zeeuwse kust. De keten wordt op zee aangevuld met een offshore radar op de Oostdijkbank op 21 km van de kust. Op ongeveer 10 km ten Noorden van de Bligh Bank loop het verkeersscheidingsstelsel Noordhinder TSS, een belangrijke vaarroute voor het scheepvaartverkeer richting Noordelijke havens zoals bvb. Rotterdam en zuidelijke havens zoals bvb. Calais. Ten zuiden van de Bligh Bank loopt op een afstand van ongeveer 18 km het Westhinder TSS dat leidt tot aan de Wandelaar en Scheur vaarroutes, richting de Schelde.

### *TSS*

De diensten van de Gouverneur van West-Vlaanderen hebben de scheepvaartsituatie als volgt samengevat: “Vooraf in het verkeersscheidingsstelsel door de Straat van Dover is er een intens scheepvaartverkeer met ongeveer 150.000 scheepsbewegingen per jaar of gemiddeld 400 schepen per dag. Hierbij komen nog ongeveer 600 overvaarten per dag, voornamelijk door schepen die het verkeersscheidingsstelsel kruisen. (...) Bij aanvaringen tussen schepen vormen accidentele lozingen een belangrijk risico in het Belgische deel van de Noordzee, alsook het doormidden breken van “substandaardschepen” zoals bvb. de Erika en de Prestige. De ongevallen risico's in de Noordzee behoren statistisch gezien tot de hoogste in de wereld. Hoewel strandingen zich ook bij ons voordoen, leiden die doorgaans niet tot aanzienlijke lozingen. Dit heeft te maken met de zanderige bodem waardoor de effecten van een stranding minder rampzalig zijn dan een stranding op een rotsige bodem” (Breyne, 2007).

### *Scheepvaartbegeleiding (Vlaams Gewest)*

De afdeling Scheepvaartbegeleiding behoort tot het intern verzelfstandigd Agentschap voor Maritieme Dienstverlening en Kust (MDK) en is onderdeel van de Vlaamse Overheid. De hoofdopdracht is de scheepvaart veilig en vlot te laten verlopen naar en van de Vlaamse en Zeeuwse havens. Om dit te verzekeren, wordt de scheepvaart vanaf de Frans-Belgische grens visueel, auditief en elektronisch opgevangen, opgevolgd en aangestuurd, dit via Vessel Traffic Services (VTS).

Scheepvaartbegeleiding heeft volgens de website van de Afdeling ([www.scheepvaartbegeleiding.be](http://www.scheepvaartbegeleiding.be)) onder andere de volgende taken:

- de scheepvaart vlot en veilig laten verlopen op de maritieme toegangswegen naar en van de Vlaamse zeehavens door het verlenen van Vessel Traffic Services (VTS);
- scheepvaartreglementen en VTS-aanbevelingen bepalen, opvolgen en toepassen;
- beheer en exploitatie van de Schelderadarketen (SRK);
- het Gemeenschappelijk Nautisch Beheer (GNB) met Nederland realiseren;
- reddings- en sleepactiviteiten op zee ondersteunen en coördineren als SAR-autoriteit (Search And Rescue) vanuit het Maritiem Reddings- en Coördinatiecentrum (MRCC) Oostende;

### *MRCC en MIK*

Verder beschrijven de diensten van de Gouverneur van West-Vlaanderen (Breyne, 2007) de twee operationele pijlers van de kustwacht, het Maritiem Reddings- en Coördinatiecentrum (MRCC) in Oostende en het Maritiem Informatie Kruispunt (MIK) in Zeebrugge, als volgt: “Dit kan vergeleken worden met de 100- en 101-centrale te land. De operatoren kunnen via radarbeelden, zeekaarten, stroming- en windgegevens 'waken' over de zee en preventief optreden om ongevallen te voorkomen. Vanuit het MRCC gebeurt de dienstverlening aan de scheepvaart en de coördinatie van reddingsacties. Het MIK is bevoegd voor de orde- en rechtshandhaving op zee. De Kustwachtcentrale vormt samen met de vaartuigen, de helikopters en het toezichtvliegtuig van de verschillende Kustwachtpartners “de ogen en

de oren” van de Noordzee. De Kustwachtpartners staan altijd paraat om te helpen bij een ongeval of ramp op zee. Ongevallen worden gemeld aan de Kustwachtcentrale. Vanuit het MRCC worden de reddingsvaartuigen uitgestuurd. Bij een ramp wordt het Noodplan Noordzee door de provinciegouverneur van West-Vlaanderen geactiveerd. Samen met zijn crisiscomité wordt de hulpverlening gecoördineerd vanuit de crisisruimte van het MRCC. Tijdens een ramp staat het MRCC rechtstreeks in verbinding met het Crisiscentrum van de regering, het MIK en alle vliegende en varende eenheden op en boven de Noordzee”.

### ***Samenwerking tussen BMM, SPN, Defensie en DvZ***

De BMM opereert met een observatievliegtuig boven de Noordzee in het kader van het “Belgian North Sea Aerial Survey” programma van het Federale Wetenschapsbeleid. Een overeenkomst getekend door de scheepvaartpolitie en de BMM bepaalt dat beiden gebruik kunnen maken van de middelen van de ander. Zo komt de scheepvaartpolitie geregeld aan boord van het observatievliegtuig om de scheepvaartbewegingen in de Belgische zeegebieden te kunnen controleren vanuit de lucht. De BMM kan op haar beurt gebruik maken van de schepen van de SPN om bvb. een staalname van een olievlek uit te voeren. Er bestaat eveneens een overeenkomst met de Dienst voor Zeevisserij (DVZ) voor de controle van de vissersvaartuigen in de BZG vanuit de lucht.

## ***8.3. Te verwachten effecten en milderende maatregelen***

### **8.3.1. Industriële risico's**

De faalkansen van verschillende onderdelen van de windturbines werden onderzocht (MER) voornamelijk aan de hand van windturbines op land. Hieruit bleek dat de faalfrequentie het hoogst is voor kleine onderdelen uit de gondel; daardoor bedraagt de verwachtingswaarde 1 falen om de 833 jaar. Naast de faalkans werd ook de werpafstand van onderdelen (blad of deel van afbrekend blad) onderzocht voor 3 en 5 MW: de werpafstanden zijn maximaal 300 tot 450 m zodat de veiligheidszone van 500m rond het windturbine park als een veilige grens kan beschouwd worden voor dit fenomeen.

De hoeveelheden van aanwezige oliën en vetten in de turbine bedragen +/- 174 kg vetten en 1083 liter olie per turbine. Het transformatorstation wordt voorzien van een dieselgenerator en een tank met een voorraad van 10 m<sup>3</sup> dieselbrandstof voor enkele weken. De windturbine en het transformatorstation zijn voorzien van verschillende opvangsystemen en afdichtingen waarbij het lekken van vloeistoffen zoveel mogelijk vermeden of beperkt wordt.

De windturbines zijn tevens voorzien van een automatisch brandbeveiligingssysteem en een geïntegreerd concept voor bescherming tegen blikseminslag.

### **8.3.2. Invloed op radar en scheepscommunicaties**

In het verleden, tijdens de aanvragen voor de parken op de Vlakte van de Raan (ELB) en de Thorntonbank (CP), werden voor het onderzoek naar de mogelijke risico's van windmolenparken studies uitgevoerd naar het effect van deze parken op de radiofonie en radars van de Schelderadarketen (SRK) (Van Lil, 2003). De studie hield rekening met de in die tijd gekende aanvragen voor een windmolenpark op de Thorntonbank en op de Vlakte van de Raan. Er werd toen door de auteur voorgesteld een bijkomende radar toe te voegen aan de SRK gesitueerd op de oostelijke zijde van de Thorntonbank.

Voor dit project op de Bligh Bank werden de radarstudies herhaald (Catrysse, 2007) en wordt door de auteur aanbevolen een bijkomende radar te voorzien die de drie toekomstige windmolenparken dekt: deze radar zou het best op het westelijke uiteinde van de Bligh Bank, in plaats van een oostelijke ligging op de

Thorntonbank zoals vroeger voorgesteld, worden geplaatst. Deze ligging biedt een optimale begeleiding van de Westrond route, als een bewaking tot en met de achterzijde van de windturbineparken. De bewaking van de scheepvaartzone tussen de Bank zonder Naam en de Thorntonbank kan immers “problematisch” worden volgens de auteurs. Dit komt door de verzwakking van het radarsignaal ten noorden van de Thorntonbank, tengevolge van het windmolenpark op de Thorntonbank.

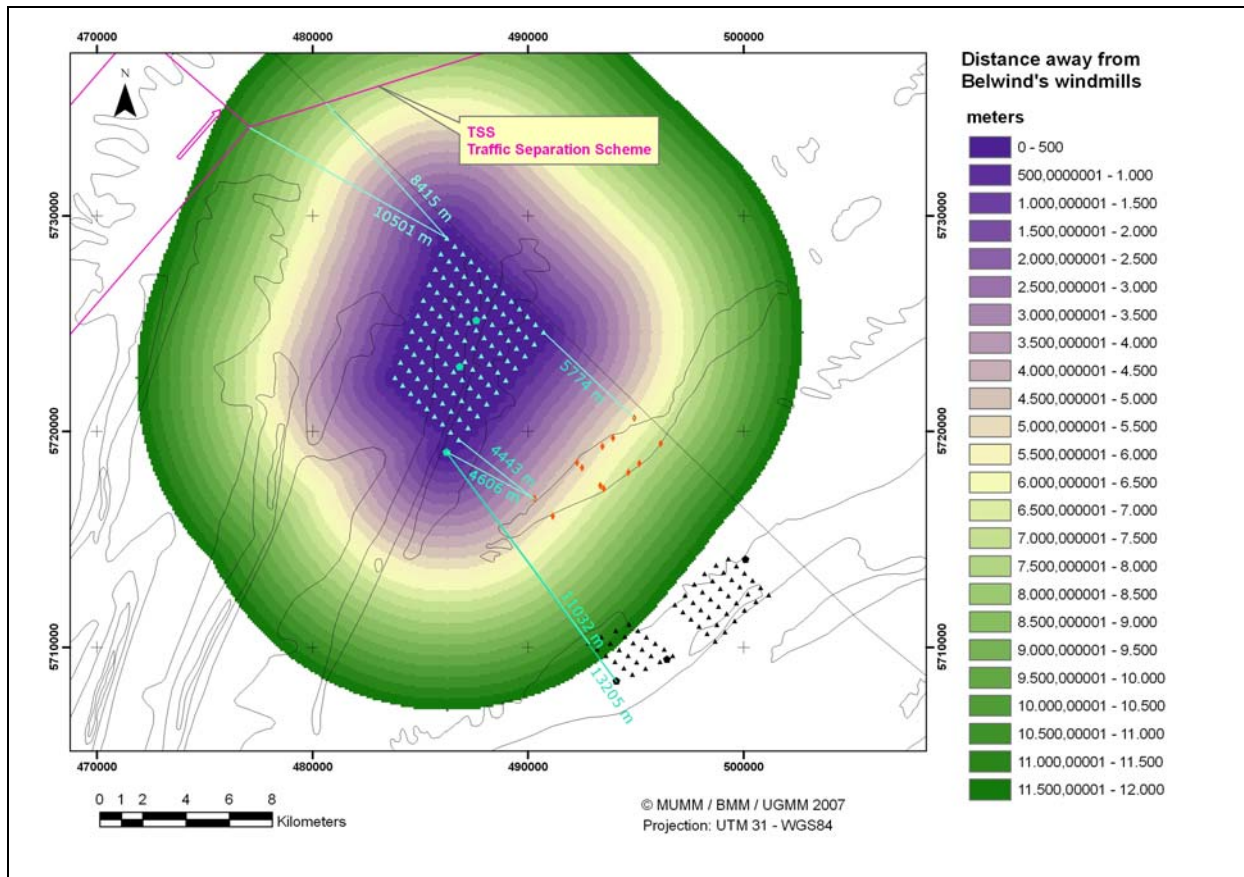
In het Verenigd Koninkrijk werden uitgebreide testen uitgevoerd naar de invloed van een bestaand offshore windmolenpark (North Hoyle, 5 rijen van 6 - 2 MW turbines), radiofonie en radar (MCA and Qinetiq, 2004). Hieruit werd besloten dat er geen noemenswaardige effecten optraden voor de radiofonie. De windturbines produceerden wel een blinde en 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 (vissersschepen 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).

Meer concreet voor de windmolenzone in de EEZ zou een extra radar toegevoegd aan de SRK de kleinere schepen in het gebied zichtbaar maken en de blinde en schaduwzones aanzienlijk verminderen. Ter verhoging van de algemene scheepvaartveiligheid van het gebied beveelt de BMM aan een radar te plaatsen op de voorgestelde positie van het westelijke uiteinde van de Bligh Bank. De BMM werd in het najaar van 2007 door de SRK op de hoogte gebracht dat een offerteaanvraag voor een opportuniteitsstudie zal uitgeschreven worden met als doel te onderzoeken of de toekomstige bouw van 3 windmolenparken de bouw van een nieuwe (offshore) radar impliceert. Resultaten van deze studie worden ten vroegste eind 2008 verwacht.

Via de kustwachtstructuur heeft de BMM kunnen vernemen dat kleine vaartuigen die binnen de concessie en tussen de windmolens zouden varen, weinig kans hadden om door de radar te worden opgespoord. Aangezien de groeiende bezorgdheid voor illegale activiteiten op zee (drugstransfer, vervoer van illegale migranten, vistransfer) en het risico voor maritiem terrorisme wordt aanbevolen de windmolenparken te onderwerpen aan een rechtstreekse, plaatselijke controle.

### 8.3.3. Effecten van de windenergie installaties op scheepvaart

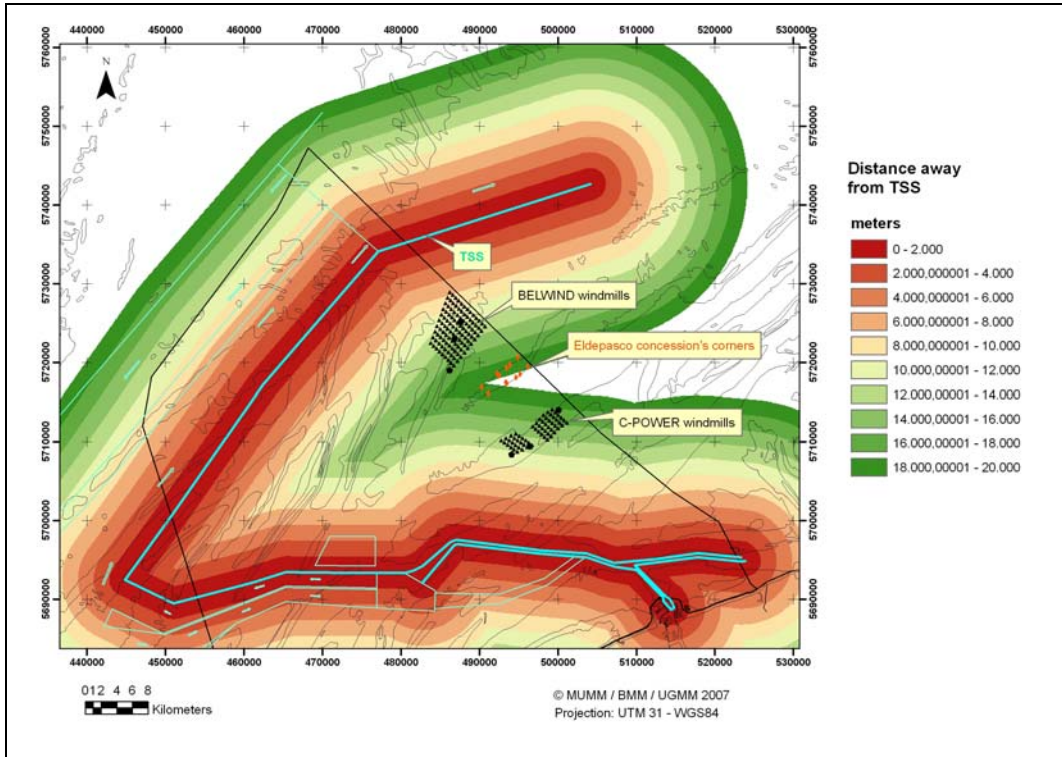
Uit Figuur 19 en 20 blijkt dat de afstand van de NH TSS tot het windmolenpark op de Bligh Bank minimum 7,5 km bedraagt. De afstand tot het kleinere verkeersscheidingsstelsel naar de Belgische kusthavens, de zogenaamde Westhinderoute (WR) is ongeveer 12-14 km. De dieptes in de hele zone variëren van 10 tot 40 m zoals aangegeven op Figuur 21.



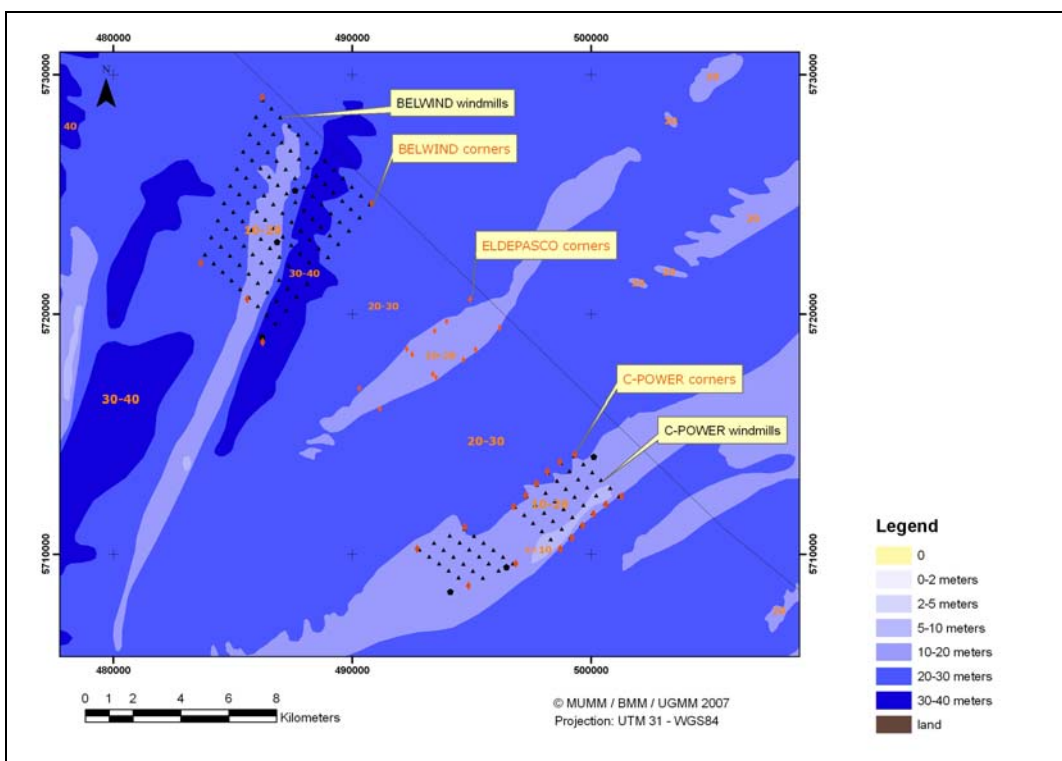
Figuur 19. Afstanden tot de scheepvaartroute en de overige windmolenprojecten gemeten vanaf het Belwind park

Er kan verwacht worden dat de scheepvaart in de buurt van de Bligh Bank bij aanwezigheid van een windmolenpark zijn vaartroute zal wijzigen om rond het park heen te varen. In welke mate dit aanleiding zal geven tot een verhoging van het scheepvaartverkeer in de Nederlandse EEZ kan nagegaan worden via een monitoring van de AIS data. Deze gegevens zijn beschikbaar op de dienst Scheepvaartbegeleiding van het Vlaamse gewest. Voor het cumulatieve effect van de aanwezigheid van meerdere parken op één lijn bestaat de mogelijkheid dat de scheepvaart, die steeds zijn doel zo snel mogelijk wil bereiken, uit economisch standpunt probeert de kortste vaartroute af te leggen tot een Belgische of Nederlandse haven en niet zal opteren om helemaal rond de volledige windmolenparkzone heen te varen, maar eerder tussen de verschillende toekomstige parken door. Dit zal voornamelijk van toepassing zijn voor de kleinere koopvaardij schepen (de zogenaamde “coasters”) die met een geringe diepgang in de geulen tussen de zandbanken door kunnen varen.

Tijdens het overleg met Nederland kwam de minimale afstand tussen twee parken voor een veilige scheepvaart ter sprake: het blijkt zeer moeilijk te zijn deze te definiëren. Een afstand van 4 à 5 NM leek de Nederlandse overheid voldoende, maar in de Nederlandse zone wees de praktijk uit dat de schepen deze doorgang tussen de bestaande twee parken niet gebruiken.



Figuur 20. Afstanden tot de verschillende windmolenprojecten, gemeten vanaf de vaarroutes.



Figuur 21. Ligging van de verschillende projecten met de dieptes in de zone.

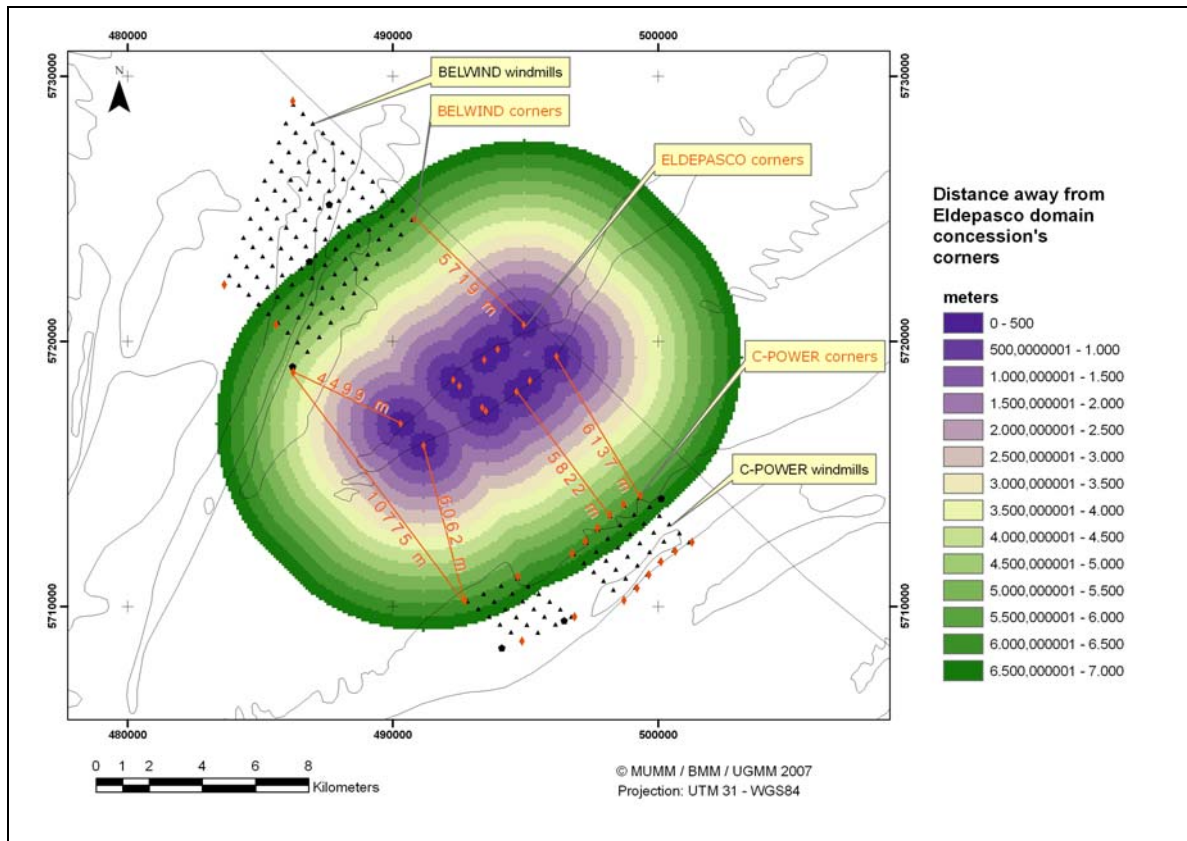
In een aangetekend schrijven wijst de Nederlandse overheid (in casu Rijkswaterstaat) erop dat het voor windenergieparken gereserveerd gebied een druk scheepvaartgebied is. Het routegebonden verkeer bestaat voornamelijk uit noord –en zuidgaande kustvaart en verkeer naar en van de Westerschelde. Deze twee verkeersstromen kruisen elkaar ter plaatse van de windconcessiezone. Tevens bevinden zich in het gebied veel niet-routegebonden schepen (visserij, kleine vaart, recreatie). Eveneens geven windturbineparken een zichtbelemmering volgens de Nederlandse overheid, met name in het geval van kruisend verkeer en zeker in combinatie met de recreatievaart. De aanwezigheid van windmolenparken kan desoriëntatie veroorzaken en aldus wordt het overzicht op het verkeerspatroon negatief beïnvloed. De aanwezige windturbineparken en ondiepe zandbanken leveren ter plaatse weinig manoeuvreerruimte op voor het koerskruisende verkeer. Meerdere windmolenparken kunnen voor de kustvaart een blokkade gaan vormen indien de ruimte tussen de windmolenparken te gering wordt om een veilige doorvaart (in combinatie met een uitwijkmanoeuvre) mogelijk te maken. Hierdoor wordt de bereikbaarheid van Nederlandse zeehavens bemoeilijkt.

Gezien bovenstaande overwegingen verzoekt de Nederlandse overheid de BMM na te gaan in hoeverre maatregelen getroffen kunnen worden om de voorziene negatieve beïnvloeding door de plaatsing van windturbineparken op de complexe verkeerssituatie te compenseren. Tevens verzoekt de Nederlandse overheid de Belgische overheid om de onderlinge afstand tussen het te bouwen windturbinepark op de Thorntonbank (C-Power) en het voorgenomen windturbinepark op de Bligh Bank (Belwind) te maximaliseren, zodat een veilige noord-en zuidgaande kustvaart ter plaatse mogelijk blijft (eventueel aangevuld met markerings-en/of routeringsmaatregelen).

Uit de consultaties die de BMM heeft gehad met de Directoraat-Generaal Scheepvaart van de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en met de Directie generaal Leefmilieu van de Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de voedselketen en Leefmilieu blijkt dat de scheepvaartveiligheid in de nabijheid van de windmolenparken het hoogst zal zijn als het geheel van de bij KB voor windenergie exploitatie afgebakende zone volledig ontoegankelijk is voor schepen.

Tijdens de constructie fase en zolang de industriële ontwikkeling in de zone zich tot twee of drie concessies beperkt, blijft het scheepsverkeer door de zone heen mogelijk en zullen bijzondere veiligheidsmaatregelen zich opdringen. Er wordt aanbevolen een ver doorgedreven bebakening van de doorgang tussen de concessies van Belwind en C-Power en de Bank zonder Naam in te stellen met kardinaal en lateraal boeien en vlotter. Figuur 22 geeft de mogelijke doorgangsbreedte aan tussen de verschillende parken, Figuur 23 geeft een volledig overzicht en vermeldt eveneens de dieptes in de zone. Uit beide figuren blijkt dat tussen het windmolenpark op de Bligh Bank (Belwind) en dat op de Bank zonder naam (Eldepasco) de doorgang varieert tussen 4,4 en 5,7 km waarbij de diepte varieert tussen 20 en 30 m, lokaal tot 40 m maar niet over de hele doorgang (de beperkende diepte is dus 30 m). Voor de doorgang tussen de Bank zonder Naam (Eldepasco) en de Thorntonbank (C-Power) varieert de breedte tussen 5,8 en 6,1 km en de diepte tussen 20 en 30 m.

Het instellen van een IMO verkeersscheidingsstelsel tussen de concessies komt niet aan de orde omdat dergelijke maatregel zou impliceren dat niet meer zal worden gebouwd in de zo ingestelde navigatiepas. Er moet uiteraard duidelijk worden gesteld dat een beveiliging van de scheepvaart binnen de voor windenergie exploitatie zone enkel als voorlopige maatregel in overweging komt, zolang scheepsverkeer in de zone mogelijk blijft. Mits gunstige milieueffectenbeoordeling wordt natuurlijk op termijn voorzien dat het geheel van de zone in gebruik genomen wordt voor windenergie. Buiten de zone kan geen concessie verleend worden voor een windmolenproject.



Figuur 22. Afstanden tussen de 3 toekomstige windmolenparken, gemeten vanaf het middelste park zijnde het toekomstige project van Eldepasco op de Bank zonder Naam.

Het juiste evenwicht dient gezocht te worden waarbij de windmolenparken op zee als economische activiteit kunnen ontwikkelen en de scheepvaart van en naar de Belgische en Nederlandse havens zo weinig mogelijk economisch verlies lijdt. Het gebruik van de zee is immers niet uitsluitend voorbehouden aan de scheepvaart. In België werd met het KB van 17/05/2004 een zone voorbehouden voor de exploitatie van windenergie en is de situatie dus al meerdere jaren duidelijk. Vanzelfsprekend blijft een goede verstandhouding en overleg met het Vlaamse Gewest en de Nederlandse overheid bij het uitvoeren van scheepvaartgerelateerde maatregelen een noodzaak.

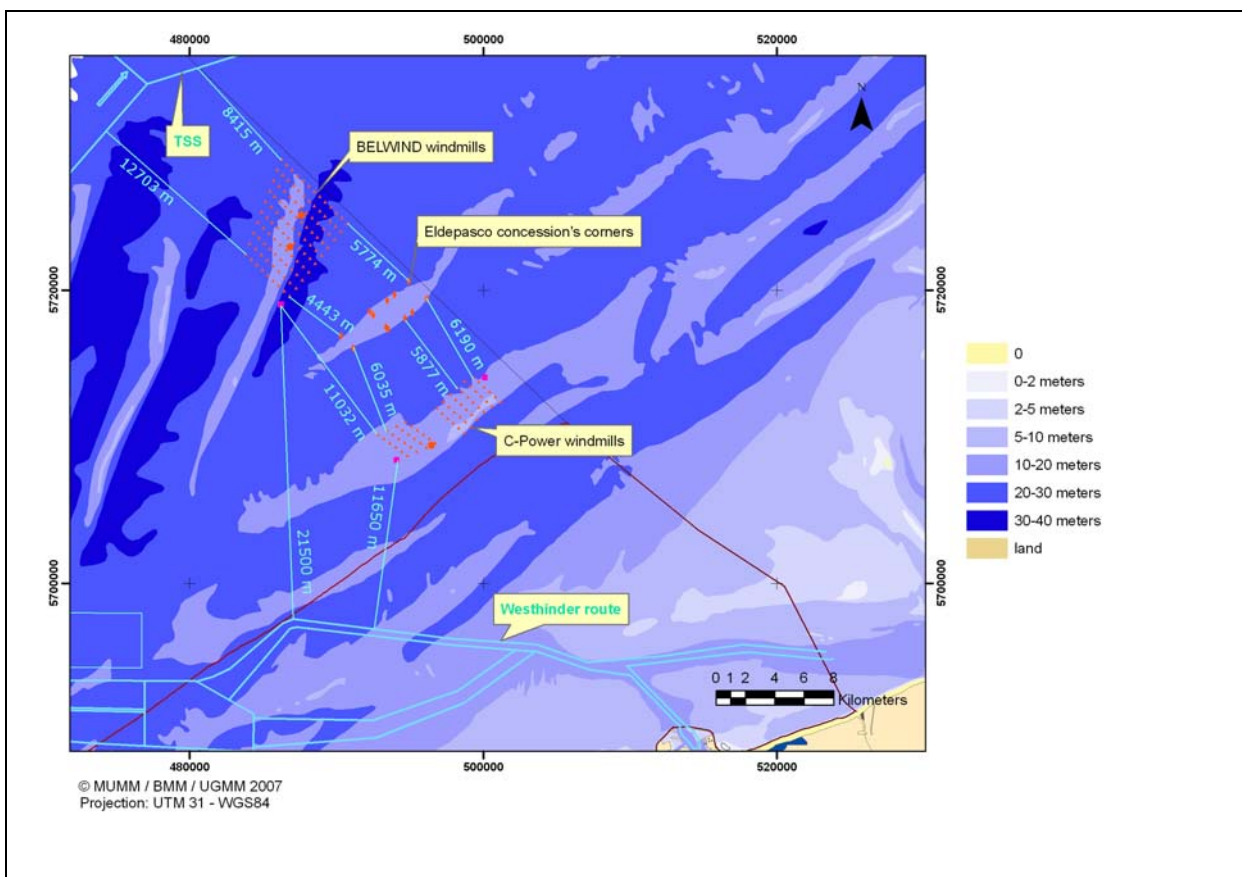
Als compensatie voor het sluiten van de hele zone voor de scheepvaart komen twee mogelijke maatregelen in aanmerking. Ten eerste wordt momenteel een opportuniteitsstudie voor een nieuwe radar in of boven de windenergiezone door de bevoegde overheid uitgeschreven. Dergelijke radar zou het bereik van de Schelderadarketen uitbreiden ten noorden en ten westen van de concessiezone. Uit bijkomende studies bij het MER blijkt dat de huidige Schelderadarketen een gebied tot juist ter hoogte van de Bligh Bank bedekt. Een bewaking van de verre kant van de offshore zijde van het windmolenpark op de Bligh Bank met een extra radar vanuit een kuststation zou, hoewel niet verplicht, het toezicht op de scheepvaart aanzienlijk efficiënter maken, en aldus zou bijdragen tot een hogere graad van veiligheid van de TSS in de Nederlandse als de Belgische zones.

Ten tweede wordt het nut om een stationsleepboot bij de windmolenparkzone te voorzien, erkend. Zo'n stationsleepboot zou de kans tot aandrijving van een schip in nood met de turbine verminderen. De maatregel werd vooropgesteld in het door de aanvrager ingediende MER. Het stand-by houden van een grote sleepboot is echter heel kostelijk en het zou op dit moment niet billijk zijn om de voorwaarde op te



leggen aan één van de initiatiefnemers. Een joint venture tussen de Belgische en Nederlandse belanghebbenden zou de haalbaarheid van zo'n concept vergroten. Een zuiver privé joint venture zou economisch haalbaar kunnen worden als de stationsleepboot ook uitgerust is als supply vessel voor het onderhoud van de parken, op voorwaarde dat de beide opdrachten op een redelijke en doeltreffende manier compatibel worden gemaakt.

Gezien de grote bedrijvigheid in de zone tijdens de constructie en de aanwezigheid van verschillende al dan niet manoeuvrerende schepen in het concessiegebied is de BMM van mening dat aquacultuur activiteiten in de zone dient verboden te worden minstens gedurende de constructiefase. Bij MB van 7/10/2005 werd de windmolenzone immers eveneens als zone voor aquacultuur in vergunning gegeven. Indien wordt overgegaan tot aquacultuur in de zone dient voorafgaandelijk toestemming aan de concessiehouder gevraagd te worden.



Figuur 23. Samenvattende Figuur waarop de 3 projecten aangeduid worden met de tussenliggende afstanden en de aanwezige dieptes (via kleurlegende).

### 8.3.4. Risico's te wijten aan de scheepvaart

#### 8.3.4.1. De studies uitgevoerd voor de windmolendossiers in het verleden

##### **BMM windmolenpark op de Vlakte van de Raan (2001)**

Voor dit project analyseerde de BMM in 2001 de archieven waar gewag wordt gemaakt van dertien potentieel milieugevaarlijke aanvaringen tussen de periode 1992 en 2001 in de zone tussen 1°30'–3°30' E en 51°–52° S. Bij 10 (77 %) van deze aanvaringen was er daadwerkelijk sprake van koolwaterstoffenlozing. Bij het terugbrengen van deze gegevens tot de zone van de Vlakte van de Raan

(24 km × 24 km), komt de frequentie van ongevallozing tengevolge van aanvaring uit op  $\sim 3,1 \cdot 10^{-2}$  per jaar, zijnde een kans van accidentele lozing van ongeveer 3 per 100 jaar. Deze vaststellingen weerleggen de bewering dat slechts 1 op 1000 ongevallen gevaarlijk is voor het milieu zoals toen vermeld werd in het MER. In voorgenoemd MER werd alleen rekening gehouden met bepaalde chemicaliënloadingen en werd de aanwezigheid van koolwaterstoffen niet in rekening genomen; nochtans komen deze in wisselende hoeveelheden op alle schepen voor. De BMM stelde in 2001 vast dat geen nauwkeurige gegevens voorhanden waren over het risico in de zone.

### ***Germanischer Lloyd – windmolenpark op de Thorntonbank (2004)***

Voor het project van C-Power op de Thorntonbank werd in 2003 een veiligheidsstudie uitgevoerd door Germanischer Lloyd. De studie bepaald het risico op een aanvaring met een windturbine en de daaruitvolgende milieuschade. Deze studie was gebaseerd op het worst case scenario waarbij tripod funderingen voor de windmolens gebruikt zouden worden. Hierdoor verhoogt de onderwater diameter van de toren beschikbaar voor aanvaring met een schip en verhoogt tevens de mogelijke schade aan de scheepsromp. Schepen worden ingedeeld in routegebonden en niet-routegebonden schepen. Routegebonden schepen volgen gekende vaarroutes en TSS's, al de overige schepen worden als niet-routegebonden aangeduid. Data i.v.m. scheepstrafiek gebruikt in deze studie waren:

1. afkomstig van VTS Zeebrugge periode 10/2001 – 09/2002
  - Overzicht van de radarbeelden van de vaarroutes in de nabijheid van de Thorntonbank, alsook de frequentie van scheepsbewegingen op deze vaarroutes;
  - het aantal scheepsbewegingen in een gedetailleerd overzicht volgens scheepstype en gewichtsklasse;
  - Deze data werden gebruikt voor calibratie van routes van/ naar Zeebrugge en Vlissingen
2. afkomstig van Aratec UK Limited
  - Data gebaseerd op scheepsoproepen naar havens, gegevens van ferry operatoren, offshore installaties, stand-by schepen, ...

De data werden als volgt verwerkt:

- Het aantal scheepsbewegingen werd verkregen door de beschikbare data van april, juli, oktober en januari te vermenigvuldigen met 4.
- Scheepsbewegingen werden aangeduid als de lijn tussen vertrek-en aankomsthavens waarbij havens gegroepeerd worden tot “macrohavens” (vb verschillende havens die bediend worden door de Scheur- Wielingen pas werden samengevoegd tot “macrohaven Vlissingen”).
- Alle schepen werden verdeeld over 5 gewichtsklasse zijnde: < 1500 tdw (ton dead weight), 1500-5000, 5000-15.000, 15.000-100.000, >100.000.
- Zeilboten, vaartuigen met hengelaars en andere kleine schepen werden niet genoteerd en dus ook niet in de kwantitatieve risico's meegerekend. Er wordt aangenomen dat een botsing van deze types schepen met een windturbine geen schade zal veroorzaken aan de turbines. Omdat een klein schip wel de oorzaak kan zijn van een scheepsongeval van een groter schip werden de kleine schepen wel meegerekend in de kwalitatieve risicoberekening.
- Vissersschepen werden niet in de kwantitatieve berekening meegeteld gezien de onbetrouwbaarheid van deze data.

Gebaseerd op hun studies rapporteerden Aratec algemeen meer scheepsbewegingen voor de routes naar/van Zeebrugge en Vlissingen dan de VTS te Zeebrugge

Deze data werden gebruikt voor de kwantitatieve risico analyse, wat logischerwijze tot een meer pessimistische benadering leidde.

Voor de berekening van de risico's en de vergelijkende evaluatie ervan werd tevens gebruik gemaakt van

data uit andere risicostudies voor windmolenparken, statistische data over scheepsongevallen en statistische data van accidenten met olielozing. De data werden in een elektronische database geplaatst, geschikt voor gebruik met de software van Germanischer Lloyd. Aan de basis van de toegepaste methode staat dat het park geen rechtstreekse obstructie uitmaakt voor de scheepvaart, maar dat schepen van de ideale route zullen afwijken met een zekere afstand volgens een normale (Gauss) curve.

De risico analyse kan ingedeeld worden in identificatie van gevaren/risico's die aanwezig zijn in het systeem en hun kwalitatieve en kwantitatieve evaluatie.

De studie besluit dat de frequentie van ongevallen voor alle scheepstypes samen 0,004964/jaar is zijnde 1 ongeval op 201 jaar. Per ongeval kan een statistisch gemiddelde van 48,2 ton olie verwacht worden, of 240 liter op een jaarlijkse basis. Indien rekening wordt gehouden met een jaarlijkse aangroei van 1,5% in het scheepsverkeer ( 16% over 10 jaar) dan verhoogt het risico tot 1 ongeval op 173 jaar.

#### *8.3.4.2. De MARIN studie voor het huidige project op de Bligh Bank (2007)*

Voor het project op de Bligh Bank werd een nieuwe studie uitgevoerd (in bijlage bij het MER) die de risico's op aanvaringen / aandrijvingen probeert in te schatten en de mogelijk daaruitvolgende olielozingen (Koldenhof en van der Tak, 2007).

Voor de twee inrichtingsvarianten van de Bligh Bank (110 x 3 MW en 66 x 5 MW) werden o.a. volgende effecten voor en door de scheepvaart gekwantificeerd:

- De kans op een aanvaring/aandrijving van een windturbine per jaar;
- De milieueffecten in termen van uitstroom van bunkerolie en ladingsolie als gevolg van een aanvaring met een windmolen;
- Cumulatieve risicoberekeningen voor de drie toekomstige parken in de Belgische EEZ.

Voor het voorspellen van effecten werd gebruikt gemaakt van een model dat verschillende submodellen bevat zodat afhankelijk van de gebruikte submodellen verschillende effecten kunnen bepaald worden (vb schip-schip of schip-object). De verkeersdata gebruikt in het model zijn afkomstig van een nieuwe verkeersdatabank gebaseerd op AIS (Automatic Identification System) data van de Nederlandse Kustwacht uit 2005 en 2006. Deze data omvatten een groot deel van het Belgisch deel van de Noordzee en dus ook de 3 toekomstige windmolenparken. Het betreft hier data van route gebonden verkeer aangezien niet route-gebonden verkeer zoals bvb. vissers nog niet verplicht zijn een AIS aan boord te hebben. Voor het niet-routegebonden verkeer werd gebruik gemaakt van de meest recente gegevens uit een Nederlands onderzoek. Voor het bepalen van de gevolgschade (schade aan schip en/of windturbine) als gevolg van een aanvaring/aandrijving) werd gebruik gemaakt van een schadematrix die algemeen geldend is voor monopaalconstructies waarbij een "worst case" benadering is toegepast.

In de MARIN studie wordt tijdens de constructiefase een toename van het aantal scheepsbewegingen in de zone verwacht (vnl. naar en van het park). Dit zal naar schatting leiden tot een verhoging van 2,9 % van het aantal aanvaringen tussen schepen in de EEZ bij de 3 MW variant en een verhoging van 2% bij de 5 MW variant. Voor de ontmantelingsfase worden deze cijfers respectievelijk 1,6% en 1,2%. Het verhoogde risico geldt voor een periode van 2 jaar tijdens de bouw en 2 jaar tijdens de ontmanteling. Uit de uitgevoerde onderzoeken blijkt eveneens dat het aantal aanwezige schepen in de Belgische EEZ door de aanwezigheid van een windmolenpark op de Bligh Bank zal afnemen. Daarentegen zal het aantal aanwezige schepen in de Nederlandse EEZ toenemen met zo'n 0,2%. In het Safety at Sea eindrapport wordt besloten dat het leiden van het scheepvaartverkeer rond een windmolenpark het risico in de aanpalende scheepvaartverkeersstroom niet verhoogt (Safety at Sea D1- D5, 2007).

Tijdens de exploitatiefase verwacht de uitgevoerde risicostudie dat voor de 3 MW variant eens om de 14 jaar een aanvaring/aandrijving zal gebeuren en voor de 5 MW variant eens om de 24 jaar. Deze cijfers worden respectievelijk eens om de 7,2 jaar en eens om de 8,8 voor het cumulatieve risico bij aanwezigheid van de 3 windmolenprojecten. Per megawatt (MW) productievermogen is het risico voor de 5MW configuratie slechts 53% van het risico voor de 3 MW configuratie, aangezien er meer 3 MW turbines geplaatst dienen te worden om zelfde totaal vermogen voor het park te krijgen. Dat deze resultaten realistisch zijn, wordt door in andere contexten uitgevoerde risicostudies bevestigd.

Gelijkaardige cijfers worden gegeven in het eindrapport van het Safety at Sea project (Safety at Sea D1-D5, 2007). In deze studie werd aan de hand van het DYMITRI model voorspeld (voor een afgebakende demozone in de EEZ van de UK, met een niet nader beschreven windmolenpark) dat een aandrijving eens om de 24 jaar zou gebeuren in de situatie zonder windmolenpark, en stijgend naar 1 om de 9 jaar in de situatie met een windmolenpark. Let wel: in het model is scheepvaart door het windmolenpark toegelaten.

Het MER geeft een extrapolatie van data die in het kader van eerdere aanvragen voor windmolenparken en projecten werden bekomen bij het uitvoeren van verschillende simulaties waarbij verscheidene mogelijke ongevallen scenario's op verschillende afstanden van de kust werden gesimuleerd met als gevolg een olielozing. Hieruit blijkt dat de eerste oliedeeltjes na ongeveer 23 uur op de Belgische kust aanspoelen. Dit tijdstip van aanspoelen is voornamelijk windgedreven. Bij eenzelfde lozing onder springtijcondities zal een grotere lengte van het strand besmeurd worden met olie. Bij een hogere windfrictie zullen de eerste oliedeeltjes aanspoelen na ongeveer 14 uur. Naast de interventietijd kunnen er zich verder ook problemen voordoen door het feit dat de windturbines een obstakel kunnen vormen voor het bestrijden van de olievlek. De impact van een olielozing van 1000 ton HFO op avifauna en organismen in de waterkolom wordt kwantitatief weergegeven in het MER. De keuze van 1000 ton werd gemaakt op basis van het maximale volume dat nog binnen de capaciteit van de bestrijdingsmogelijkheden ligt voor België.

De opgegeven cijfers die het risico op een aanvaring/aandrijving geven zijn niet zomaar te verwaarlozen en geven een ander zicht op het vroeger naar voren gebrachte cijfer van 1 op 201 jaar. De huidige cijfers werden berekend gebruik makend van AIS data met betrekking tot het Belgisch deel van de Noordzee en kunnen dus als meer accuraat beschouwd worden dan de vroeger berekende risico's. Dit wil tevens zeggen dat met de huidige cijfers van 1 ongeval op 24 jaar (5 MW) en 1 ongeval op 14 jaar (3 MW) hoogstwaarschijnlijk 1 à 2 aanvaringen/aandrijvingen mogelijk zullen zijn gedurende de 20-jarige exploitatie duur van het windmolenpark. Voor de cumulatieve situatie worden dit 2 à 3 aanvaringen/aandrijvingen.

#### *8.3.4.3. Schepen die elkaar kruisen en tijdelijk onmanoeuvrerbare schepen*

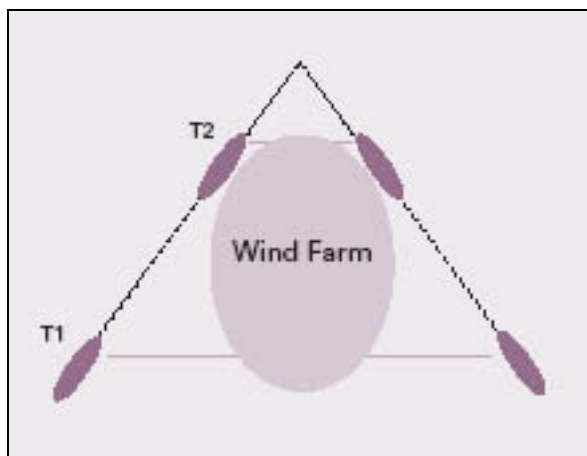
Het extra risico door de beperking van de zichtbaarheid bij elkaar kruisende schepen en het tijdelijk onmanoeuvrerbaar zijn van schepen tijdens de aanloop naar beloodsing werd voor het opstellen van het MER van het windmolenproject Breeveertien in Nederlandse EEZ onderzocht door MARIN (Beimers *et al.*, 2007). Beide situaties komen eveneens voor in de Belgische zeegebieden waar veel scheepsbewegingen niet-routegebonden zijn en waar beloodsingactiviteiten m.b.t. het scheldeverkeer intens zijn.

#### ***Kruisende schepen***

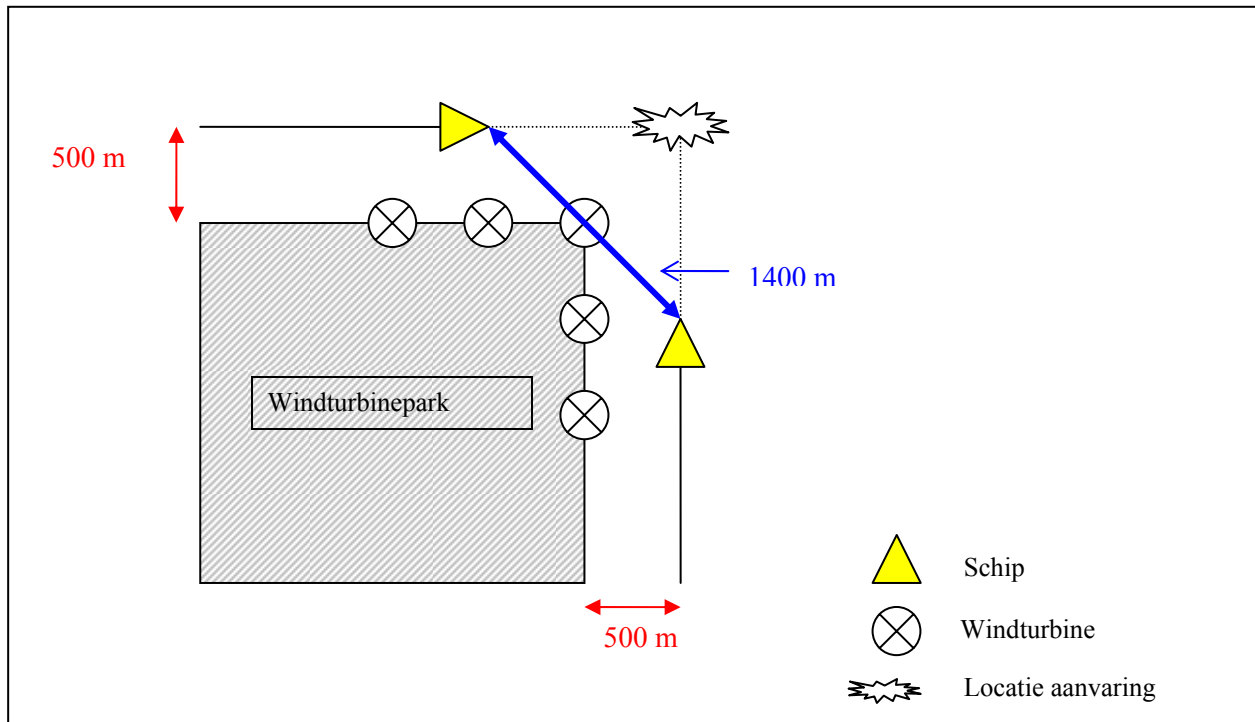
Beimers *et al.* (2007) stellen dat schepen die elkaar naderen met kruisende koersen, tijdig dienen vast te kunnen stellen of gevaar voor aanvaring bestaat en voldoende mogelijkheden c.q. ruimte dienen te hebben om eventueel te kunnen uitwijken. Daartoe dient men goed zicht op elkaar te hebben, zowel visueel als

via de radar. Windturbineparken belemmeren dit zicht, zowel visueel (windturbines blokkeren zicht op de navigatielichten van het schip) als op de radar (afscherming, valse echo's, windturbines geven onder andere dikke echo's op het scherm). Dit geldt zeer zeker waar zich vele windturbines tussen de beide schepen bevinden, en in mindere mate waar zich enkele windturbines tussen beide schepen bevinden. Echter, op het punt dat zich nog maar enkele windturbines tussen beide schepen bevinden, zijn de schepen elkaar al dicht genaderd. De "Bepalingen ter voorkoming van aanvaring op zee" eisen dat men tijdig en duidelijk actie neemt op basis van betrouwbare informatie. Tijdig actie nemen op basis van betrouwbare informatie is niet mogelijk als zich nog vele windturbines tussen beide schepen bevinden.

In het rapport van DTI wordt dit verduidelijkt door Figuur 24 die een voorbeeld geeft van hoe een windmolenpark twee elkaar kruisende schepen kan hinderen. In Figuur 24 wordt aangenomen dat in T1 de schepen elkaar normaal in zicht zouden krijgen. Door de aanwezigheid van het windmolenpark is dat niet zo en zullen de schepen op kruisende koers elkaar maar in positie T2 in zicht krijgen. Figuur 25 geeft een detail van de situatie. In werkelijkheid zal met een veiligheidszone van 500 m, de afstand tussen de schepen 1400 m als ze op een afstand van 500m van de windmolens varen en zich in positie T2 bevinden.



Figuur 24. Voorbeeld van beperkte zichtbaarheid door aanwezigheid van een windmolenpark (DTI, 2007)



Figuur 25. Detail van de situatie bij elkaar kruisende schepen in positie T2.

### ***Tijdelijk onmanoeuvrerbaarheid***

Bij nadering van een loodsstation (gelegen in een zgn. voorzogsgebied), dient het schip van “zeesnelheid” over te gaan naar “manoeuvresnelheid”. Dit betekent dat de hoofdmotor (die het schip voortstuwt) via een speciaal computerprogramma stapsgewijs in toerental verlaagd wordt, totdat het toerental is bereikt waarbij men zonder vertraging het toerental van de hoofdmotor kan regelen. Dit is nodig als men de loods aan boord wil laten komen, waarbij een bepaalde snelheid gewenst is. Hetzelfde geldt voor vertrekkende schepen, maar dan vice versa. Deze handelingen gaan niet altijd foutloos, en kunnen resulteren in een tijdelijk onmanoeuvrerbaar schip. De kans hierop is in de hiervoor beschreven trajectfase uiteraard groter dan bij een schip dat van A naar B vaart zonder dat er iets verandert in de machinekamerstatus. Als het schip tijdelijk onmanoeuvrerbaar is, zal het gaan drijven in de richting van de wind.

Het rapport van Beimers *et al.* (2007) besluit dat de extra aanvaringskans gerelateerd aan de beperkte zichtbaarheid bij kruisende schepen klein is (1 op de 616 jaren) en nog kleiner is voor de tijdelijke onmanoeuvrerbare schepen (1 op de 1445 jaren).

#### ***8.3.4.4. Risico in functie van het type fundering***

Er dient opgemerkt te worden dat de risicostudie van Germanischer Lloyd uit het verleden verricht werd op basis van een tripod fundering en de recent uitgevoerde studie voor de Bligh Bank van MARIN op een monopaal. De kans bestaat echter dat een gravitaire fundering wordt geplaatst. Of de impact met een gravitaire fundering tot grotere of kleinere schade zal leiden dan de impact met een monopaal blijft controversieel.

Verschillende publicaties wijzen erop dat de monopaal, jacket en gravitaire fundering typische funderingen zijn voor geringe waterdieptes tot een 10 tal meter. Det Norske Veritas vermeldt in het document “rules for design of offshore wind turbines structures” volgende tabel (DNV, 2003):

Tabel 6. Overzicht waterdieptes en overeenkomende funderingstypes volgens DNV.

Waterdiepte (m)	Concept windturbine structuur
0-10	Gravitaire fundering type
0-30	Monopaal type
>20	Tripode/jacket type
>50	Drijvend type

Musial *et al.* (2006) vermelden eveneens deze dieptes en wijzen erop dat nieuwe technologische ontwikkelingen nodig zijn om offshore windmolenparken in diepere wateren mogelijk te maken. Men verwijst naar de mogelijkheden om op grotere dieptes te werken met funderingen die de overgang van ondiepe naar diepere wateren mogelijk maken. Deze technologieën worden nu reeds gebruikt in de offshore industrie waar de ondiepe waterstructuren vervangen worden door vaste structuren met een bredere basis en meerdere ankerpunten. Deze overgangstructuren kunnen gebruikt worden tot 60 m diepte en zelfs dieper. Voor grotere dieptes dient volgens de auteurs gedacht te worden aan drijvende structuren hoewel hiervoor minstens 15 jaar ervaring in ondiepe wateren nodig is met parallelle ontwikkeling van onderzoek om dit mogelijk te maken.

#### 8.3.4.5. Het risico van verontreiniging en de gevolgen van een scheepsramp

De uitstroomkans is de kans dat tengevolge van een ongeval olie in het mariene milieu terecht komt. Dit kan bunker- en/of ladingsolie zijn. De totale uitstroomkans refereert naar de som van de uitstroomkans van bunkerolie en de kans op uitstroom van ladingsolie.

Indien geen windmolenparken in de EEZ aanwezig zijn wordt, in de MARIN studie in bijlage bij het MER, de totale uitstroomkans *tengevolge van aanvaringen tussen schepen* in de Belgische EEZ bepaald op eens om de 31 jaar. Hierbij zou voor een gemiddelde aan 6,1 m<sup>3</sup> bunkerolie en 164,2 m<sup>3</sup> ladingsolie uitstromen.

De totale uitstroomkans van olie als gevolg van *een aanvaring/aandrijving van een windturbinepark* (5 MW variant) wordt geschat op 1 op 531 jaar (1 op 322 jaar voor 3 MW). Dit cijfer verhoogt voor de 5 MW naar 1 op 227 voor de cumulatie van de 3 toekomstige parken (1 op 177 jaar voor de 3 MW variant). In deze cijfers zijn de aanvaringen tussen schepen niet in rekening gebracht.

Het plaatsen van een windmolenpark op de Bligh Bank (5 MW) geeft dus een bijkomende kans op accidentele lozing van 1 op 531 jaar, het plaatsen van 3 windmolenparken een bijkomende kans van 1 op 227 jaar. Dit wil zeggen dat de totale uitstroomkans in de Belgische EEZ vertrekkende van een toestand zonder windmolenparken met 5% (9%) verhoogt van 1 op 31 jaar tot 1 op 29,7 jaar (28,6) jaar bij het plaatsen van 1 windmolenpark met 5 MW turbines (3 MW turbines). Hierbij zou voor een gemiddelde van 6,9 (7,4) m<sup>3</sup> bunkerolie per jaar uitstromen bij de 5 (3) MW variant en een gemiddelde van 167,6 (169,8) m<sup>3</sup> ladingsolie uitstromen per jaar voor de 5 (3) MW variant.

Tabel 7. Overzichtstabel met uitstroomkansen voor 5 MW en 3 MW.

	Geen windturbines	5 MW	3 MW
Totale uitstroomkans % verhoging	X	X + 5%	X + 9%
Totale uitstroomkans X op Y jaar	1 op 31 jaren	1 op 29,7 jaren	1 op 28,6 jaren
Gemiddelde uitstroom bunkerolie		6,9 m <sup>3</sup>	7,4 m <sup>3</sup>
Gemiddelde uitstroom ladingolie		167,6 m <sup>3</sup>	169,8 m <sup>3</sup>

Indien de windmolenparken op de Bank zonder Naam en de Thorntonbank eveneens in rekening worden gebracht (5 MW turbines) dan verhoogt de totale uitstroomkans in de Belgische EEZ met 14% van 1 op 31 jaar tot eens op de 27 jaar voor de 5 MW variant (1 op 26,5 jaar voor de 3 MW). De gemiddelde uitstroom van olie in deze situatie wordt niet in het rapport weergegeven. Deze resultaten zijn echter moeilijk vergelijkbaar met die van vroegere studies: voor de MEB van het Electrabel project waren geen gedetailleerde probabiliteiten van accidentele lozings beschikbaar en voor de studie van C-Power (Germanischer Lloyd) werden gemiddelde lozingsvolumes per ongeval gebruikt, zonder echt aandacht te geven aan de frequentie van ongevallen die in de betrokken zone een zeeverontreiniging als gevolg hebben.

De cijfers betreffende de uitstroomkans en de uitstroom van olie per jaar zijn dus indicatief en de gevolgen ervan zijn niet gekend: er kan immers niet voorspeld worden welke ongevallen zullen gebeuren en wat de ernst ervan is. Het is dus mogelijk dat er geen schade aan het milieu zal zijn, maar in een worst case scenario kan die schade aanzienlijk oplopen. Hoe dan ook, de risico-analyse van het Belwind project geeft resultaten weer die een aanzienlijk hogere probabilliteit van scheepsongevallen weergeven dan de vroegere studies. Hoewel de analyseprocedure van de ene studie tot de andere wat verschilt, is het evident dat die resultaten voor een versterkte waakzaamheid roepen en bijkomende compenserende maatregelen rechtvaardigen. Zoals in vroegere studies door de BMM werd opgemerkt (BMM, 2004) brengt het windmolenpark specifieke beperkingen mee voor de bestrijding van verontreiniging, waardoor een incident zwaardere gevolgen kan hebben.

Tijdens de overlegvergadering met Nederland op 18/10/2007 uitte de Nederlandse overheid haar bezorgdheid omtrent het risico van olieverontreiniging voor de vogelpopulaties in de Voordelta. Het is bekend dat Zwarte Zee-eend, Roodkeelduiker en Eidereend gevoelig zijn voor olieverontreiniging. Bij een accidentele lozing zouden de populaties in de Voordelta kunnen aangetast worden.

Voor de milieueffectenbeoordeling van het windmolenproject van C-Power op de Thorntonbank werd een modelstudie uitgevoerd door Delft Hydraulics om de effecten van een accidentele olielozing van 1000 ton HFO onder verschillende omstandigheden te kunnen schatten. De impact van een lozing op het vogelbestand is enerzijds een functie van de aanwezige soorten, hun densiteit en kwetsbaarheid en anderzijds van de vervuilde oppervlakte. Voor het scenario met een wind van 17 m/s verwacht het model tussen de 300 en 400 dode vogels. Het aantal slachtoffers stijgt tot 669 bij een wind van 10 m/s en tot 1117 bij een wind van 7 m/s. De gemodelleerde verliezen aan strandvogels blijven verwaarloosbaar.

Uit simulaties van een incident, voor het project op de Thorntonbank, die werden uitgevoerd door Delft Hydraulics, bleek dat bij een windsnelheid van 17 m/s en een windrichting die recht naar de kust blaast (worst case scenario) een deel van de olie de Belgische kust bereikt. Bij lagere windsnelheden bereikt de



olievlek de Belgische kust niet maar spreidt zich uit in noordoostelijke richting. Mogelijk zal de olievlék dan de Nederlandse kust bereiken. Bijgevolg kunnen zich dan ook effecten voordoen op de avifauna in de Voordelta, al is de kans gering.

Het risico op verontreiniging van de Voordelta is in alle waarschijnlijkheid kleiner voor Belwind dan voor C-Power omwille van de grotere afstand van het Belwind-project tot de kust. Bijkomend zal de vergunninghouder worden verplicht Tier 1 middelen paraat te houden voor oliebestrijding binnen de parkconcessie. Hij zal er eveneens voor moeten zorgen dat er een oliebestrijdingsvaartuig beschikbaar is voor interventie, in het geval van een vervuiling.

### 8.3.5. Risico's met betrekking tot de kabels

#### *8.3.5.1. Ankers (grote schepen)*

In haar advies aan de CREG in het kader van de concessieprocedure stelt het Directoraat-generaal Maritiem vervoer van de FOD Mobiliteit en Vervoer dat bij het leggen van de kabels rekening moet worden gehouden met de aanwezigheid van de op deze site reeds bestaande kabels en pijpleidingen die niet mogen worden beschadigd of verstoord. In het kader van de UNCLOS wetgeving moet er worden gewaakt dat door het aanleggen van de nieuwe kabels, het onderhouden en het eventueel herstellen van de reeds bestaande kabels en pijpleidingen geenszins wordt bemoeilijkt. Zij wijst er tevens op dat bij mogelijks verder uitdiepen van de Schelde en van de aanlooproute daar naartoe schepen met een tonnenmaat van 150.000 GT en groter toegang krijgen tot vaargeul 1 (= aanloop tot Scheur). Een anker van een dergelijke VLCC (very large crude carrier) kan zich bij het uitvoeren van een noodstop met ankers, tot 4 meter en meer in een zandbodem ingraven. De in de aanvraag vooropgestelde minimaal 4 meter afdekking onder de zeebodem, ter hoogte van de kruising met vaargeul 1 zal daarom ontoereikend zijn om de geplande energiekabel te beveiligen. Ook kustvaarders, ro-ro en short-sea-shipping schepen kennen een schaalvergroting, momenteel weliswaar zonder en toename aan diepgang. Die schepen kunnen evenwel andere vaarroutes gebruiken dan vaargeul 1 en noodstopmanoeuvres uitvoeren met het anker dat zich daarbij meer dan 2 meter kan ingraven in de zeebodem. De voorziene minimaal 1 meter afdekking over het hele traject voor en na de kruising met de vaargeul 1, zal daarom niet voldoende zijn, zeker niet ter hoogte van de aanloop Scheur. Omwille van de beschreven evolutie in scheepsafmetingen is het volgens de FOD Mobiliteit en Vervoer aangewezen een gedetailleerde technische studie te laten uitvoeren om te bepalen hoe diep de kabels moeten worden ingegraven om ervoor te zorgen dat ze niet worden beschadigd bij het uitvoeren van een ankermanoeuvre zoals hierboven beschreven.

Ook de afdeling kust van het Agentschap voor Maritieme Dienstverlening en Kust van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap stelt in haar advies in het kader van de concessieprocedure dat de kabeldiepte van 1 m onder de zeebodem onvoldoende is voor het strand tussen laag en hoogwater. De Afdeling Kust legt hier minstens 1,50 m op, dit opdat de kabel niet bij de minste verlegging van het strand (verloop van de muien en/of strandpeilverlaging) bloot zou komen.

De BMM is van mening dat de 150 kV kabels ten minste op een diepte van 2 m ingegraven dienen te worden. Een gedetailleerde engineering van de werken voor het kabelleggen dient te worden opgesteld met bijhorende procedures, en aan de overheid (BMM) ter goedkeuring worden voorgelegd.

### 8.3.5.2. *Risico op kapseizen*

Indien de kabels op 1 m of minder worden ingegraven is het niet onmogelijk dat zij door erosieprocessen bij de zeebodem bloot komen te liggen. Bij vissersschepen bestaat het risico dat het vistuig achter de kabel blijft hangen met eventueel kapseizen tot gevolg.

## 8.4. *Besluit*

### 8.4.1. Aanvaardbaarheid van het project

Volgens de voor het MER uitgevoerde risico-analyses is de kans op een scheepvaartongeval tot 28 maal hoger dan de uitkomst van vroegere studies van het Belgische offshore windenergiepark. Niettegenstaande deze resultaten, zorgen de windturbines op de Bligh Bank slechts voor een beperkte verhoging van de totale uitstroom van pollutanten in de Belgische EEZ: van 5% tot 9 % volgende de gekozen variante (5 MW of 3 MW). Vanuit louter statistisch oogpunt is dit risico niet groot genoeg om de activiteit onaanvaardbaar te verklaren, voor zover alle vereiste preventie- en voorzorgsmaatregelen zijn genomen.

Momenteel ontbreken echter nog gegevens om een definitief advies uit te brengen over sommige van de beoogde maatregelen. Bijvoorbeeld wordt gedacht aan de aard van de gebruikte vloeibare stoffen (olie, verven, ...), aan de geplande voorzieningen en procedures om te voorkomen dat deze stoffen in het milieu worden geloosd tijdens de installatie, het onderhoud of na een aanvaring. Bepaalde technische keuzes zijn evenmin gemaakt. Bijgevolg kan de BMM zich onmogelijk uitspreken over bepaalde aanvullende risicofactoren. Toekomstige keuzes die een invloed op de veiligheid en de mogelijke vervuiling van het milieu (bij misbruik, lozing, enz.) zullen kunnen hebben, zullen aan de bevoegde overheid ter goedkeuring voorgelegd moeten worden.

De aanvrager dient alle nodige voorzieningen te treffen om risico's waaraan het personeel onder zijn verantwoordelijkheid wordt blootgesteld, minimaal te houden, zowel op de werf als tijdens het transport, en zowel gedurende de bouwfase als daarna voor het onderhoud of de herstelling van de installaties. Deze verplichtingen vloeien voort uit andere voorzieningen dan deze die in het kader van het MER worden onderzocht. Bijgevolg wordt hier niet dieper ingegaan op deze aspecten.

Het windmolenpark vormt voor de scheepvaart een nieuw gevaar in de zone, niet noodzakelijk gekend bij de scheepvaart in het gebied. Voor wat scheepvaart betreft zal een bijkomend (nieuw) risico op de Bligh Bank bestaan van zodra de zware voorbereidende werkzaamheden zullen beginnen en zeker wanneer de eerste vaste 'voorwerpen' (funderingen, werkplatform, palen, masten, enz.) in de zone aanwezig zullen zijn. Dit aspect moet zorgvuldig en pro-actief met de bevoegde instanties onderzocht worden om de gepaste informatiemiddelen te activeren en de nodige signalisatie te voorzien. Tijdens de werkzaamheden in de zone (constructie en ontmanteling) is het van belang dat de zone duidelijk wordt aangeduid als werkzone en dat de reguliere scheepvaart in de zone op de hoogte wordt gehouden van de werkzaamheden en de planning. Dit kan door bv. een regelmatige vermelding op kanaal 16 door het MRCC. Bovendien is het aangeraden richtlijnen op te stellen voor de scheepvaart in de omgeving van de werken en het windmolenpark. Deze richtlijnen kunnen verspreid worden via website, havens, vismijn en zullen bijdragen tot het verhogen van de veiligheid in het gebied. Voorbeelden van dergelijke richtlijnen werden reeds opgesteld door MCA in de UK (MCA, 2006) en zouden in België kunnen uitgewerkt worden. Het is bovendien van belang dat de vergunninghouder de aanbevelingen en voorwaarden van de bevoegde overheden opvolgt betreffende de markering en verlichting van de werkzone en de (half) afgewerkte structuren met speciale aandacht voor de bebakening van de geïsoleerde elementen (bijvoorbeeld een meetmast). Bij de planning van de werkzaamheden moet er voor gezorgd worden dat de

bezetting van de ruimte steeds zo compact mogelijk is. Indien dit niet mogelijk of wenselijk zou zijn, moet men speciale aandacht schenken aan de bebakening van de geïsoleerde elementen. Tijdens de werkzaamheden is de aanwezigheid ter plekke van een speciaal uitgerust veiligheidsschip een noodzaak.

Het bestaan van het windmolenpark brengt specifieke beperkingen mee voor de personen die het risico en de gevolgen van een incident moeten beheersen. Met name wordt gedacht aan:

- noodhulp per helikopter,
- 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. Er is echter geen ruimte om de beperkingen te wijten aan de fysieke aanwezigheid van de windturbines te wijzigen. De BMM is van mening dat de aanwezigheid van de windturbines grote moeilijkheden, zelfs onmogelijkheid, zou kunnen veroorzaken om noodhulp per helikopter op te takelen van aan de mastvoet. Uit SAR (search and rescue) testen in het Verenigd Koninkrijk met SAR helikopters bleek dat het van groot belang is dat de windturbines de mogelijkheid bieden om de bladen 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 bladen 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).

Voor de veiligheid van de luchtvaart zijn een goede effectieve kartering en gepaste verlichting van het grootste belang. De landingsmogelijkheid voor een helikopter op het transformatorplatform vergt bijzondere procedures en specifieke voorzieningen, die verder gedocumenteerd dienen te worden. Met gepaste maatregelen en procedures is het overblijvende risico voor het milieu aanvaardbaar.

De BMM is eveneens van mening dat de aanwezigheid van de windturbines zorgt voor grote moeilijkheden of het onmogelijk kunnen maken om in het windenergiepark klassieke middelen ter bestrijding van verontreiniging door olie in te zetten. Bovendien is het niet gebruikelijk de windturbines als ankerpunten te gebruiken voor het vastmaken van de olieschermen zoals gesuggereerd wordt in het MER<sup>8</sup>. In dit opzicht stelt de BMM het opstellen van een noodplan bij ongevallen met milieuschade als voorwaarde bij deze vergunning. Richtlijnen voor het opstellen van dit noodplan worden in de appendix van dit hoofdstuk gegeven. Het is evident dat het opgestelde noodplan dient aan te sluiten bij de algemene (niet milieugerichte) rampenplanning in de zone. Een nummering van iedere windturbine zal bijdragen tot een efficiëntere interventie en coördinatie bij een mogelijk ongeval.

Het is op dit moment niet mogelijk voorspellingen te maken over de stand van de techniek op het tijdstip van ontmanteling, en evenmin over de ontwikkeling van het mariene milieu (met inbegrip van de menselijke activiteiten). De vereiste elementen om een juiste beoordeling te geven van het risico tijdens de ontmantelingfase moeten ten gepaste tijde aan de bevoegde autoriteiten worden voorgelegd.

#### 8.4.2. 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. 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.

---

<sup>8</sup> Blz.232

Een windmolenpark op zee brengt een nieuw risico met zich mee voor de scheepvaart met als gevolg een aanvullend risico op vervuiling van het milieu. 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 hulpdiensten, die erop gericht is milieuschade door verontreiniging van de Noordzee beter te voorkomen en de daartoe vereiste middelen te versterken.

Rekening houdend met de aanzienlijke stijging van de algemene risico's die de gecombineerde effecten van de voorgenomen activiteiten in de drie concessiegebieden meebrengen, oordeelt de BMM het nuttig de voorwaarden die reeds opgelegd zijn op de bestaande vergunningshouder aan te vullen met bijkomende maatregelen. Deze maatregelen zijn in staat om de gevolgen van scheepvaarincidenten in de betrokken zone te milderen.

#### *8.4.2.1. Oliebestrijding*

Om de paraatheid van de overheid in geval van scheepsramp en pollutie te verhogen wordt, net als bij vorige aanvragen voor offshore windmolenparken, als voorwaarde bij deze vergunning de verplichting tot bijdrage aan de pollutiebestrijdingscapaciteit in de Belgische zeegebieden met een interventievaartuig - zo nodig uitgerust als multipurposeschip - gesteld. De concrete uitvoering van deze maatregel kan in samenwerking tussen de aanvrager, andere vergunninghouders voor windmolenparken, de BMM, de FOD Leefmilieu en de Minister gebeuren en moet worden vastgelegd vóór de aanvang van de eigen werken. Samenwerking tussen de verschillende vergunninghouders voor het paraat houden van 1 gezamenlijk oliebestrijdingsvaartuig tijdens alle werken en de exploitatiefasen kan de kosten van een dergelijke onderneming doen afnemen.

#### *8.4.2.2. Stationssleepboot*

Volgens de MARIN studie in bijlage aan het MER kan de aanwezigheid van een stationssleepboot in de zone de kans op een aanvaring/aandrijving met 45% verkleinen. Een schip in de scheepvaartroute dat zou afdrijven naar het windmolenpark op de Bligh Bank kan tijdig door de stationssleepboot op sleeptouw genomen worden waarbij een aanvaring vermeden kan worden. Het verdient aanbeveling om na te gaan in hoeverre een stationssleepboot nuttig kan zijn ter voorkoming van ongevallen in de Belgische wateren en aldus ter voorkoming van mariene verontreiniging. Contacten met de verschillende sleepdienstmaatschappijen dienen uit te wijzen in hoeverre er bereidheid bestaat om een joint venture op te richten voor een Emergency Towing Vessel (ETV). De mogelijkheid om als Belgische overheid samen te werken met de Nederlandse overheid voor een gezamenlijke ETV dienen eveneens onderzocht te worden. Deze aanbeveling kan via de Kustwacht aan alle bevoegde instanties ter inzage worden voorgelegd. Een gezamenlijke financiële bijdrage van alle vergunningshouders kan als compensatie in milieuvoordeel in de vergunning worden opgenomen.

### 8.4.3. Aanbevelingen en voorwaarden

#### *8.4.3.1. Aanbevelingen*

##### **Voor Belwind**

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.

Een gedetailleerde engineering van de werken met bijhorende procedures voor het kabelleggen dient door

de vergunninghouder te worden opgesteld. De uitvoeringsplannen zullen aan het in te stellen begeleidingscomité ter goedkeuring worden voorgelegd. Indien de planning van de werken vraagt dat de goedkeuring gebeurt voordat het begeleidingscomité werd ingesteld, worden de documenten ter goedkeuring van de BMM voorgelegd.

Overeenkomstig het MER raadt de BMM aan een stationssleepboot (emergency towing vessel) paraat te houden in de Belgische zeegebieden om bij slecht weer een gepaste positie te kunnen betrekken in de risicozone. De chartering kan een joint venture zijn tussen de Belgische en Nederlandse belanghebbenden. Alle exploitanten van windmolenparken in de Belgische zeegebieden zouden aan de financiële last van deze chartering, als een compensatie in milieuvoordeel, kunnen bijdragen. Deze aanbeveling kan via de Kustwacht aan alle bevoegde instanties ter inzage worden voorgelegd.

#### ***Voor de bevoegde overheden***

Tijdens de constructie- en ontmantelingswerkzaamheden dient de zone duidelijk als werkzone te worden aangeduid. Een regelmatig bericht aan de scheepvaart zou via de radio door het MRCC kunnen worden uitgezonden. Dit kan gepaard gaan met bijzondere richtlijnen en verspreid worden via website, havens, vismijn. Dit is een aanbeveling voor de bevoegde overheid.

Overeenkomstig het MER raadt de BMM aan een stationssleepboot (emergency towing vessel) paraat te houden in de Belgische zeegebieden om bij slecht weer een gepaste positie te kunnen betrekken in de risicozone. De chartering kan een joint venture zijn tussen de Belgische en Nederlandse belanghebbenden.

De BMM staat achter het Schelde Radarketen (SRK) initiatief om de bouw van een nieuwe offshore radar op het westelijke uiteinde van de Bligh Bank in overweging te nemen. Indien geen bijkomende SRK radar wordt geplaatst, wordt aanbevolen een radar te voorzien op een geschikte locatie in het park.

Er wordt aanbevolen de vaarroutes tussen de windmolenconcessies adequaat te bebakenen.

Er wordt aanbevolen een regelmatige, plaatselijke politiecontrole te voorzien in het concessiegebied om illegale activiteiten te voorkomen en zonodig vast te stellen.

#### ***8.4.3.2. Voorwaarden***

Overeenkomstig artikel 29 van het KB VEMA van 7 september 2003, moet de houder, vóór de aanvang van de bouwfase, een noodplan ter goedkeuring van de BMM voorleggen. Het noodplan heeft betrekking tot de noodgevallen voortvloeiend uit de bouwwerkzaamheden of uit de vergunde activiteiten en tot de ongevallen veroorzaakt door derden in het concessiegebied. De houder dient voor de uitvoering van dit plan de vereiste werkploegen en uitrustingen (Tier 1- niveau) paraat te houden. Het noodplan dient specifieke maatregelen voor reddingsoperaties en de bestrijding van verontreiniging te omvatten. Richtlijnen voor het opstellen van het noodplan werden in de appendix van het Hoofdstuk risico's in de MEB voorgelegd.

In het noodplan moeten procedures voorzien worden voor volgende situaties:

- a. Stopzetten / opstarten tijdens zware storm;
- b. Stopzetten / opstarten t.g.v. technische defecten;
- c. Stopzetten / opstarten tijdens grote vogeltrek met verhoogde kans op vogelsterfte;
- d. Stopzetten / opstarten t.g.v. een vordering van de directeur Kustwachtcentrale;
- e. Stopzetten / opstarten t.g.v. een vordering van de BMM.

In het noodplan moet een speciale sectie worden opgesteld met betrekking tot de risico's gebonden aan de aanwezigheid van oliën en gevaarlijke stoffen op alle structuren van het park inclusief de meetmasten en het transformatorplatform. 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.

Inzake scheepvaartveiligheid dient de houder de voorschriften van de bevoegde instanties volledig na te leven. In het bijzonder zal een 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 ten gepaste tijde te worden geraadpleegd.

Gedurende de bouwwerkzaamheden van het windturbinepark 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.

De houder stelt een lijst op 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 BMM worden gemeld voor dat het betrokken middel wordt ingezet.

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

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 windturbinepark 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.

De houder dient 1 à 2 maal per jaar gesimuleerde nautische noodgevallen, noodsleepoefeningen en oliebestrijdingsoefeningen uit te voeren. De BMM moet worden uitgenodigd op deze oefeningen. De oefeningen mogen gecombineerd worden met eventuele overheidsoefeningen.

De hoogspanningskabels (150, 220 of 240 kV) dienen ten minste op een diepte van twee meter (2 m) ingegraven te worden.

De bedekking van de kabels moet ten allen tijde verzekerd worden. Indien de jaarlijkse monitoring uitwijst dat de kabel bloot ligt, dienen binnen de drie maanden de nodige werken te worden uitgevoerd opdat de kabel terug op haar oorspronkelijke diepte wordt geplaatst.

#### 8.4.4. Meteorologische gegevens

Gezien de 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 de Bligh Bank 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 de optie stationsleepboot, kan deze in stand-by ter hoogte van de zone geplaatst worden en preventief de veiligheid bewaken van de scheepvaart.

Sensoren dienen in het besturings- en controlesysteem van de turbines (bvb. SCADA) te worden voorzien om de defecten met mogelijke gevolgen voor het milieu (brand, lek, ...) onmiddellijk te signaleren. De meteorologische gegevens die vanop de meetmast en andere installaties worden gemeten moeten in digitale vorm in (near-) real time aan de BMM overgemaakt worden. Volgende parameters dienen minimaal te worden overgemaakt: luchttemperatuur, windkracht, windrichting, vochtigheid, luchtdruk en MOR ("Meteorological Optical Range") zichtbaarheid, minimaal om de vijf minuten gemeten. Indien de BMM het nodig acht kunnen bijkomende parameters van belang worden opgelegd (bvb. deining en golven). De BMM behoudt het recht om haar eigen apparatuur op de meetmasten en andere installaties te (laten) plaatsen.

## *8.5. Monitoring en controle*

### **8.5.1. Monitoring scheepvaart**

Het is nodig om de scheepvaart in en rond de windmolenparkzone onder bijzondere monitoring te houden en de bekomen gegevens te houden voor latere evaluatie. Het is raadzaam om bij het analyseren van de verkregen data vooral aandacht te besteden aan de meest gebruikte vaarroutes in de nabije omgeving van de Bligh Bank en de volledige windmolenzone. De data na 1 jaar monitoring kunnen desgewenst gebruikt worden door de bevoegde overheid om bijkomende maatregelen te nemen om een veilige scheepvaart in de zone in de toekomst te garanderen.

### **8.5.2. Monitoring van de meteo**

Voor de monitoring meteo werd een cumulatieve monitoring voorzien waarbij 1 meteomast voor de 3 parken wordt geplaatst.

Indien meerdere meteomasten worden geplaatst dan worden dezelfde gegevens voor iedere meteomast geleverd.

Voor de bouw van de eerste 6 WT wordt de overeenkomst over datatransfer opgesteld.

Meteo Per mast	Baseline	Constructie/ ontmanteling fase	Exploitatiefase
Onderwerp (targets)	Overeenkomst over datatransfer opstellen	Doorsturen van de meteo data	
Doel (scope)	Vlotte datatransfer vanaf de constructie	Opslag en publiceren van de data door het "Belgian Marina Data Center" van de BMM.	
Timing	Voor de bouw van de eerste 6 WT	Jaarlijks na de bouw van de eerste 6 WT	
Methode	Bilateraal overleg tussen de betrokken partijen	Doorsturen, volgens overeenkomst, van de volgende realtime of nearreal time data: luchttemperatuur, windkracht, windrichting, vochtigheid, luchtdruk en MOR ("Meteorological Optical Range") zichtbaarheid, minimaal om de vijf minuten gemeten	
Presentatie van de resultaten	Overeenkomst met details van het technisch protocol	Zoals vermeld in de overeenkomst	

## 8.6. Appendix Richtlijnen voor het opstellen van het noodplan

Belwind Bligh Bank - Richtlijnen voor het opstellen van een noodplan - cf. Art. 29 KB VEMA (07.09.03, B.S. 17.09.03)

### 8.6.1. Inleiding

Dit document bevat richtlijnen van de BMM (BMM) voor de opstelling van een noodplan voor bijzondere risico's voor accidentele verontreiniging met betrekking tot het windturbinepark van Belwind op de Bligh Bank (bouwfase/afbraakfase – exploitatiefase), hierna vermeld als 'Noodplan Belwind'.

Hierbij wordt verwezen naar:

Art. 29 van het Koninklijk Besluit van 7 september 2003 houdende de procedure tot vergunning en machtiging van bepaalde activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België, hierna vermeld als 'KB VEMA';

Hoofdstuk 8 van de Milieueffectenbeoordeling (MEB) Belwind Bligh Bank (Hoofdstuk 8: Risico's en gevolgen van mogelijke rampen/veiligheid), hierna vermeld als 'MEB BW'.

De richtlijnen zijn gebaseerd op algemene elementen van noodplanning voor activiteiten op zee toegepast op nationaal vlak, zoals voor vorige industriële activiteiten met gelijkaardige risico's in de Belgische zeegebieden, alsook op internationaal vlak, met name bij maritieme noodplanning (cf. IMO). Het opstellen van een noodplan dient te worden beschouwd als een noodzakelijke stap ter voorbereiding op en organisatie van een snelle en efficiënte tussenkomst in coördinatie met de bevoegde overheidsinstanties.

Opmerking: De BMM-richtlijnen in dit document hebben enkel betrekking tot noodgevallen van (risico's voor) accidentele zeeverontreiniging, zoals in het KB VEMA beschreven. Voor een volledige noodplanning die alle incidenten dekt dient het Noodplan Belwind nog uitgebreid te worden met andere mogelijke noodgevallen, in het bijzonder reddingsoperaties en 'security' (Staatsveiligheid-)incidenten.

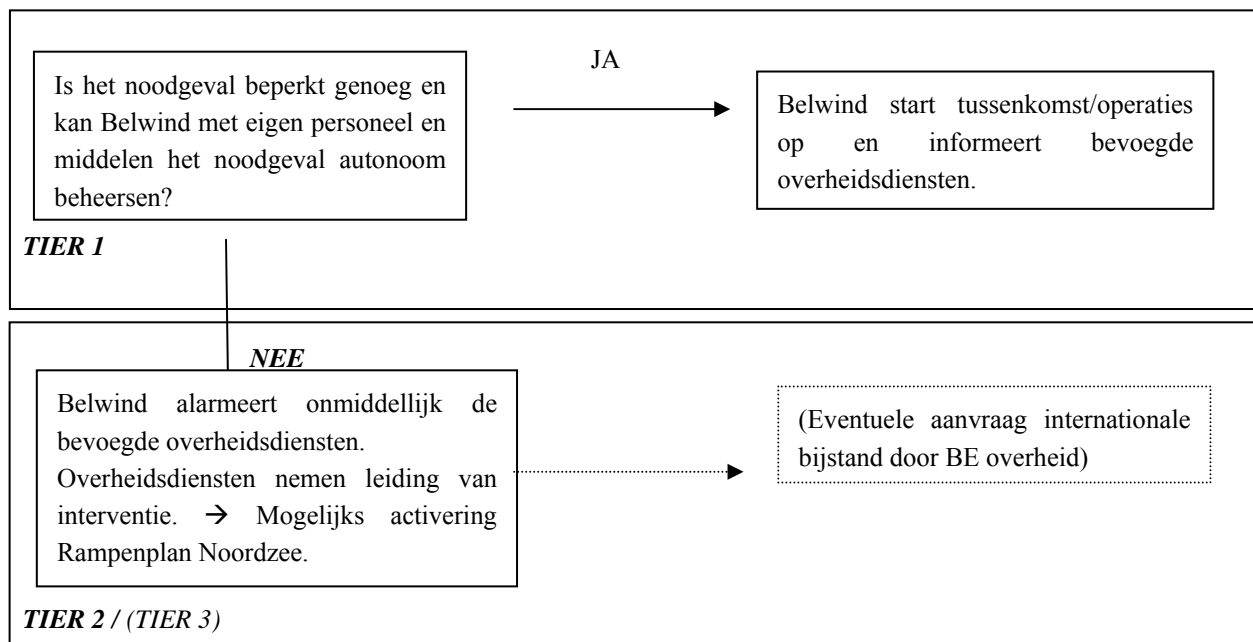


Voor dergelijke incidenten (man overboord, acute ziekte, bommelding, gijzeling, sabotage, ongewettigde aanwezigheid van derden in het park, enz.) dient Belwind de richtlijnen van resp. de Gouverneur van West-Vlaanderen en de Federale Politie te volgen, om het Noodplan Belwind uit te breiden tot een ruimer noodplan dat ook deze andere noodgevallen dekt.

Twee aspecten zijn van centraal belang bij het opstellen van het Noodplan Belwind:

Het onderscheid tussen kleine noodsituaties die kunnen worden beheerst door Belwind interventiepersoneel en die enkel een verwittiging van de Belgische overheidsdiensten vereist (Tier 1; zie Fig. 1), en noodsituaties van een grotere schaal die een onmiddellijke activering of tussenkomst van de Belgische overheidsdiensten, zoals het bestrijden van olieverontreiniging, vereisen (Tier 2; zie Figuur.26);

Een sluitende koppeling van en compatibiliteit tussen het Noodplan Belwind en bestaande communicatieprocedures binnen de Belgische Kustwachtstructuur enerzijds (Tier 1; Kustwachtcentrale (MIK)) en anderzijds binnen het bestaande Rampenplan Noordzee (Tier 2);



Figuur 26: Schematische weergave van verantwoordelijkheden Belwind voor eerste acties afhankelijk van noodgeval.

## 8.6.2. Richtlijnen voor de opstelling van het Noodplan Belwind

### *Noodplan gebaseerd op scenario's*

Uit de van MEB Belwind werden een reeks scenario's geïdentificeerd die kunnen leiden tot een eerder beperkt of significant (risico tot) noodgeval. Meerdere situaties kunnen zich voordoen die door Belwind zelf worden opgelost en/of waarbij de overheid enkel dient te worden geïnformeerd, andere situaties zijn van een dusdanige orde dat de bevoegde overheidsdiensten onmiddellijk moeten worden gealarmeerd voor evaluatie en eventuele tussenkomst. De indeling van mogelijke scenario's<sup>9</sup> [te bediscussiëren met en aan te vullen door Belwind] zijn:

<sup>9</sup> Belwind dient hierbij een onderscheid te maken tussen de opbouw- en ontmantelingsfase enerzijds en de exploitatiefase anderzijds.

1. Beperkte risico's en noodsituaties, meestal onmiddellijk gelinkt aan de installatie (tijdens bouw/afbraak- en exploitatiefase) die door tussenkomst van Belwind wordt opgelost (Tier 1, zie ook Fig. 1; enkel verwittigen overheid via communicatiekanalen van Kustwachtcentrale):

- Beperkt lekken van vloeistoffen en gassen;
- Brand met activering van automatisch brandbestrijdingsinstallatie;
- Blikseminslag, ijsworp of wiekbreuk met beperkte impact voor het windturbinepark en het milieu;
- Verlies in het milieu van kunstmatige fragmenten van turbines;
- Problemen met verlichting (vb. laag percentage verlichting uitgevallen), AIS transponders en radarreflectoren die dienen ter voorkoming van incidenten met scheepvaart;
- Problemen met verlichting en andere vormen van bebakening die dienen tot voorkoming van incidenten met luchtvaart;
- Onbeschikbaar zijn van veiligheidsschip (multi-purpose schip);
- Beperkte olieverontreiniging die in park binnendrijft;
- [andere beperkte voorvallen / beperkte schade – aan te vullen door Belwind.]

2. Aanzienlijke risico's en noodsituaties in het windturbinepark die een onmiddellijke alarmering en mogelijks tussenkomst van de bevoegde overheidsdiensten noodzaken (Tier 2, zie ook Fig. 1; koppeling alarmeringsprocedure Kustwachtcentrale en Rampenplan Noordzee):

- Aanzienlijk verlies van verontreinigende vloeistoffen (vnl. olie; > 1000 liter);
- Aanzienlijke olieverontreiniging die park binnendrijft (vb. > 1000 liter);
- Brand - vb. waarbij de automatische brandbestrijding faalt of onvoldoende is;
- Scheepvaartincident ter hoogte van het park met (risico voor) verontreiniging door olie of andere schadelijke stoffen;
- Scheepvaartincident ter hoogte van het park met (risico voor) ontploffing of brand;
- Scheepvaartincident in een straal van x kilometer met kans op afdrijven tot aan het park;
- Schade aan kabels en pijpleidingen tijdens opbouwfase;
- Ernstige verlichtingsproblemen (significant percentage van verlichting uitgevallen);
- [andere aanzienlijke voorvallen / schade – aan te vullen door Belwind.]

[man overboord, incident met (risico voor) personeel of derden (SAR) → richtlijnen Gouverneur West-Vlaanderen]

[‘Security’ incidenten die behoren tot de Staatsveiligheid- of criminaliteitsfeer → richtlijnen Federale Politie].

### ***Structuur Noodplan Belwind***

Het Noodplan Belwind dient voornamelijk te bestaan uit twee gerelateerde delen: een strategisch deel en een operationeel deel.

Het strategisch deel is belangrijk in de voorbereidingsfase van het noodplan: het is een noodzakelijke eerste stap in noodplanning, waarbij vertrekkend van het windturbinepark project, een analyse wordt gemaakt van mogelijke incidenten (scenario's) en hun impact, en op basis waarvan vervolgens een interventiestrategie per scenario wordt bepaald. Het vormt de basis voor de uitwerking van het operationele deel. Het operationele deel bevat een toelichting van de verantwoordelijkheden, de organisatie van de interventies en de alarmeringsprocedures. Logischerwijze wordt het operationele deel uiteindelijk het centrale deel van het Noodplan Belwind (want eerst te raadplegen bij incident); het

strategische deel wordt de eerste bijlage in het noodplan.

Verder dient ook nog een algemeen luik en een reeks bijlagen te worden voorzien.

### ***Richtlijnen tot Structuur Noodplan Belwind:***

#### **A. OPERATIONEEL DEEL**

Het operationeel deel bevat:

##### Definitie van taken en verantwoordelijkheden:

Korte beschrijving van de organisatie van Belwind, hun rol en verantwoordelijkheden bij een noodgeval:

Personeel van wacht (permanentieofficier);

Incident coördinator en crisis manager;

Interventiepersoneel;

Hoogste verantwoordelijke (voor decision-making en hoogste contact met overheid);

Organisatie volgens lijnen van actie;

Organisatie volgens diensturen (binnen/buiten diensturen).

Korte beschrijving van de bevoegde overheidsdiensten en communicatiecentra, hun rol en bevoegdheid bij een noodgeval (cf. koppeling met Kustwachtstructuur en Rampenplan Noordzee).

Emergency service contact list.

##### Definitie van alarmfases en organisatie en procedures van noodinterventies volgens fases (incl. flow-charts): met onderverdeling volgens:

Tier 1 scenario's (autonoom beheerst door Belwind – Kustwacht-communicatiestructuur);

Tier 2 scenario's (met onmiddellijke alarmering van overheidsdiensten voor evaluatie en bijstand – mogelijks activering Rampenplan Noordzee).

Worst case scenario's (zie lager bij strategisch deel – activering Rampenplan Noordzee).

##### Verwittigings- en alarmeringsschema's per fase - met verwijzing naar scenario's: zowel intern binnen Belwind als tussen Belwind en overheidsinstanties.

→ **Noot:** Een koppeling is nodig aan bestaande afspraken/procedures (communicatieschema's en operationele plannen) bestaande binnen Kustwachtstructuur en aan het Rampenplan Noordzee. De verdere coördinatie door de bevoegde overheid maakt geen deel uit van het Noodplan Belwind.

#### **B. ALGEMEEN**

##### *(Vooraan Noodplan:)*

Verantwoordelijke voor opstelling Noodplan Belwind + opsteller;

Lijst van bestemmingen van het Noodplan Belwind;

Lijst van wijzigingen;

Lijst van afkortingen.

##### *(Achteraan Noodplan:)*

Maatregelen tot implementatie van het Noodplan Belwind;

Planning herzieningen (updaten) van Noodplan Belwind;

Planning van training en oefeningen.

## C. BIJLAGEN

### Eerste Bijlage: het STRATEGISCH DEEL:

Het strategisch deel bevat:

Algemene informatie over het Belwind windturbinepark project (opbouwfase, exploitatiefase en afbraakfase) die nodig is om de verschillende incidentscenario's, de oorzaken, risico's en gevolgen te begrijpen en om snel een correcte evaluatie en efficiënte interventie van Belwind en de bevoegde overheidsdiensten mogelijk te maken.

Beknopte analyse van de verschillende noodgevallen, hun oorzaken, risico's en gevolgen/impact.

Beschrijving van de interventiestrategie door Belwind voor elk scenario, van het personeel en middelen nodig voor een degelijke interventie binnen hun verantwoordelijkheid.

Gedetailleerde bespreking van Worst case scenario('s), zijnde aanzienlijke olieverontreiniging (verlies van 100 ton, verlies van 1000 ton), met beschrijving van het gedrag en mogelijke impact van de olie. [eventueel ook aanzienlijke brand of explosie]

Als bijlage tot het strategisch deel, overzichtelijke plannen, kaarten en figuren van het windturbinepark (vb. een detailplan van windturbines met vermelding van plaatsnummering en -verlichting, aanlandingsplaats, bereikbaarheid ladder enz.).

### Andere bijlagen zijn:

- Gedetailleerde verwittigings- en alarmeringsmatrices;
- Standaard incident rapport(en) (met vermelding scenario, datum en tijdstip, eerste evaluatie en acties, vraag bijstand, tot vb. nummering windturbines enz.);
- Personeels- en dienstenlijst met contactgegevens;
- Lijst van beschikbare middelen.

## 9. Mogelijke schadelijke stoffen

### 9.1. Inleiding

In het kader van de wet ter bescherming van het mariene milieu (Art. 17)<sup>10</sup>, de OSPAR-conventie<sup>11</sup> en het akkoord van Bonn<sup>12</sup> moet men ervoor zorgen dat er geen schadelijke stoffen in de zeegebieden worden gebracht. Mogelijke schadelijke stoffen die geassocieerd worden met offshore windmolenparken zijn anti-fouling producten, smeeroliën en -vetten, aluminium en SF<sub>6</sub> (de schakelapparatuur is gevuld met dit gas).

De OSPAR-commissie maakte in juni 2006 bekend dat er twee incidenten zijn geweest bij de bouw van offshore windmolenparken. Het is nuttig om het Belwind-project te evalueren inzake mogelijke gevaarlijke stoffen en daarbij deze incidenten te beschouwen.

### 9.2. Startsituatie

#### 9.2.1. Olie

Per windturbine is er 1083 l olie en 174 kg vet aanwezig. In de transformator is tevens 10 m<sup>3</sup> olie aanwezig. De risico's, maatregelen en voorwaarden daaraan verbonden worden in het hoofdstuk veiligheid en risico's behandeld.

#### 9.2.2. TBT

Het gebruik van TBT wordt niet voorzien bij de uitvoering van dit project en bijgevolg wordt geen vervuiling door TBT verwacht.

#### 9.2.3. Corrosiebescherming en aangroeiwerende verf

De monopaalfundering, de transformatorstations en de windmeetmast worden tegen corrosie beschermd door toepassing van anodes met een AlZnIn samenstelling. Deze anodes wegen respectievelijk 4220, 5400 en 1980 kg voor een 3 MW windturbine, een 5 MW turbine en de meteomast. De transitiestukken op de monopaalfundering zijn bij alle toepassingen voorzien van een epoxycoating voor offshore toepassingen. Ook de windturbines zelf en de meteomast zijn voorzien van een epoxycoating. In het MER van het reeds vergunde C-Power windmolenpark werd berekend dat de vrijstelling van Al en Zn uit deze anodes verwaarloosbare lage concentraties aan Al of Zn in het zeewater veroorzaakt.

Bij de gravitaire funderingen wordt geen aangroeiwerende verf gebruikt.

#### 9.2.4. SF<sub>6</sub>

De eventuele hoeveelheden SF<sub>6</sub> die zouden vrijkomen worden niet in het MER vermeld. Uit de voorgaande projecten is echter geweten dat het om zeer kleine hoeveelheden gaat.

<sup>10</sup> Wet ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België van 20 januari 1999.

<sup>11</sup> OSPAR-conventie ter bescherming van het mariene milieu van het noordoostelijk deel van de Atlantische oceaan (Parijs, 1992).

<sup>12</sup> Akkoord van Bonn betreffende de samenwerking in de strijd tegen vervuiling van de Noordzee door koolwaterstoffen en andere gevaarlijke stoffen (1983).

### 9.2.5. Asfaltmatten en breuksteen

Voor het kruisen van kabels wordt geen gebruik gemaakt van asfaltmatten, maar van natuurlijke breuksteen. Dit werd via e-mail aan de BMM meegedeeld. Over de te kruisen kabel of pijpleiding wordt een beschermlaag van natuurlijk breuksteen aangebracht. De laag heeft een dikte van ca. 0,30 m, een lengte van 30 m (parallel aan de bestaande kabel of pijpleiding) en een breedte van 10 m. De natuurlijke breuksteen heeft een grootte van ca. 5 tot 13 cm. Het volume van de beschermlaag bedraagt ongeveer 126 m<sup>3</sup>, dit komt overeen met een totaalgewicht van circa 334 ton. Centraal over deze laag wordt de elektriciteitskabel, in een beschermhuis (cable sleeve, wanddikte ca. 0,25 m) van Belwind gelegd. Na het leggen wordt de kabel op diepte gebracht (minimaal 0,65 m door trenchen) tot op een afstand van 30 m aan weerszijden van de beoogde kruisinglocatie. Deze kabel wordt vervolgens beschermd met een erosiebescherming van natuurlijk breuksteen over een oppervlak van ongeveer 3 m bij 60 m. De dikte van de laag bedraagt ca. 0,5 m. De stenen hebben een gewicht van 10 tot 60 kg. Het volume van de beschermlaag bedraagt ongeveer 277 m<sup>3</sup>, dit komt overeen met een totaalgewicht van circa 733 ton.

## 9.3. *Te verwachten effecten*

### 9.3.1. Algemeen

OSPAR meldt twee incidenten die gepaard gingen met vervuiling gedurende de constructiefase van minimaal twee windmolenparken in het OSPAR gebied (OSPAR Commission, Stockholm, juni 2006). Het eerste incident was het accidentele verlies van mortel (cement). Het verlies was te wijten aan een fout in de afdichting tussen het turbine transitiestuk en de paal. Hierbij kwam ongeveer 30 ton mortel (onder druk) in het zeewater terecht. Een regelmatige monitoring van het materiaal en de instrumentatie bracht het probleem niet aan het licht; dit gebeurde maar bij de finalisatie van de werken toen werd opgemerkt dat slechts een deel van de mortel in het transitiestuk aanwezig was. De gebruikte mortel staat op de Harmonised Mandatory Control System (HMCS) lijst van offshore gebruikte chemische substanties van OSPAR zodat de ecotoxische eigenschappen onmiddellijk gekend waren. De impact van dit accident werd als minimaal beschouwd aangezien het materiaal vrij snel dispergeerde en het slecht één windturbine betrof. Mocht dit accident bij meerdere windturbines gebeurd zijn kon de impact wel aanzienlijk worden.

Het tweede incident vermeldt door OSPAR betrof het falen van de beschermende verf op monopalen. Dit was zichtbaar door osmotische/elektrolytische glinstering in de spatzone veroorzaakt door ingekapseld solvent wegens het gebruik van slechts één verflaag in tegenstelling tot het gebruikelijke en aangeraden systeem met meerdere lagen verf, waarbij het solvent tussen twee verflagen in de kans krijgt om te verdampen.

Deze twee incidenten benadrukken de nood aan het gebruik van chemicaliën van de HMCS goedgekeurde lijst en het opvolgen van de gebruiksaanwijzingen van de fabrikant. Waar dergelijke incidenten kunnen voorkomen, dient te worden nagegaan dat iedere offshore ontwikkeling een verplicht noodplan heeft.

### 9.3.2. Aangroeiwerende verf

Voor het verven van de palen zullen geen chemicaliën zoals TBT worden ingezet tegen aangroei van organismen. Het MER vermeldt echter niet duidelijk welke type verf gebruikt zal worden. Evenmin wordt het gebruik van verf bij monopalen behandeld. Ervaring bij reeds vergunde dossier 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.

### 9.3.3. Gebruik monolieten

De BMM wijst 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 wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België, dat het storten in zee verbiedt.

## 9.4. *Besluit*

Aangezien er geen TBT zal gebruikt worden is er geen gevaar voor vervuiling door deze stof. De vervuiling door het oplossen van Al en Zn van de anodes ter bescherming tegen corrosie is verwaarloosbaar. Het gebruik van asfaltmatten is niet voorzien; er zal met breuksteen gewerkt worden.

### 9.4.1. Aanvaardbaarheid

Gezien de aanvrager geen TBT en chemicaliën zal gebruiken om aangroei van organismen te vermijden, de hoeveelheden Al en SF6 die vrijkomen beperkt zullen zijn en er breuksteen i.p.v. asfaltmatten worden gebruikt is het project aanvaardbaar voor wat betreft eventueel schadelijke stoffen.

### 9.4.2. Aanbevelingen en voorwaarden

#### 9.4.2.1. *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.

#### 9.4.2.2. *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 olieën, verven en gevaarlijke stoffen (HNS: hazardous or noxious substances), dienen aan de BMM voor goedkeuring te worden voorgelegd. Deze keuzes kunnen besproken worden op het begeleidingscomité.

De productfiches met toxiciteitgegevens van de producten gebruikt bij het uitvoeren van de werken dienen, voor de aanvang van de betrokken werken, ter beschikking van de BMM te worden gesteld.

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

Het gebruik van TBT houdende verf op de structuren is niet toegestaan. Indien de houder het nodig acht eventuele aangroei te verwijderen dan mogen hierdoor geen chemische producten gebruikt worden. De BMM geeft, na de optie niets doen, de voorkeur aan mechanische verwijdering.

Voor de aanleg van de beschermingsmatrassen of andere kunstmatige erosiebescherming 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 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 houder moet alle mogelijke maatregelen nemen om te vermijden dat natte cement of mortel in het mariene milieu terecht komen.

### 9.4.3. 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 houder.



## 10. Benthos, vissen en biodiversiteit

### 10.1. Inleiding

De oprichting van windmolenparken zal effecten hebben op het onderwaterleven, zowel in het projectgebied als daarbuiten. Door de bouw van windmolens zal immers in de Belgische zeegebieden (BZG), waar overwegend zachte substraten voorkomen, een nieuw soort habitat gevormd worden, namelijk kunstmatig hard substraat. Tijdens de constructie- en ontmantelingfase zal de zeebodem worden verstoord. Daarnaast zal het gebied met de windmolens principieel gesloten worden voor de visserij. Bijgevolg kunnen er wijzigingen verwacht worden in de benthische biodiversiteit.

Mariene bodemdieren (of benthos) spelen een belangrijke rol in het voedselweb. Ze vormen de prooi voor talrijke andere organismen zoals demersale – dicht bij de bodem levende – vissen. Daarnaast vormen ze een belangrijke bijdrage tot de productiviteit en de biodiversiteit van de zee en zijn het indicatoren voor wijzigingen in een bepaald marien systeem. Daarom wordt in buitenlandse studies, onder andere in Denemarken (Leonhard & Pedersen, 2006) en Duitsland (FINO project e.g. Schröder *et al.*, 2006; Orejas *et al.*, 2005), veel aandacht aan dit onderdeel gewijd.

In dit hoofdstuk wordt vooral aandacht besteed aan de gevolgen van de inplanting van windmolenparken, inbegrepen de mogelijk cumulatieve effecten en gevolgen buiten de zone (zoals stapsteen effecten). In het MER worden de effecten van de verschillende varianten, bijvoorbeeld qua keuze van funderingen en qua spreiding van het uit te graven zand, uitgebreid besproken en worden de verschillende scenario's vergeleken, met inbegrip van de cumulatieve effecten van de 3 geplande windmolenparken. Een aantal parameters zoals de precieze keuze van de funderingen, zijn nog niet gekend voor alle parken, net zoals een aantal andere variabelen. Daarom wordt in deze bespreking steeds uitgegaan van de variante met de meeste (negatieve) effecten (Worst Case Scenario – WCS) of, indien relevant, het meest kansrijke scenario (MKS).

### 10.2. Startsituatie

Het hele projectgebied is sterk onderhevig aan fysische en antropogene stress. De losse substraten die de deklaag vormen van de zandbank staan onder invloed van sterke getijdenstromingen. Ook tijdens stormen worden ze grondig verstoord en herwerkt. De organismen die er leven zijn dan ook aangepast aan deze fysische stress. In het gebied is er een continue visserijdruk, de visserij – boomkorvisserij – vindt hoofdzakelijk plaats op de flanken van de banken en in de geulen tussen de banken.

Bij gebrek aan data van de Bligh Bank zelf moest noodgedwongen beroep gedaan worden op gegevens van andere zandbanksystemen. Daarvoor werden in het MER dikwijls data van onderzoek op en rond de Thorntonbank gebruikt. De Bligh Bank behoort echter tot het Hinderbanken systeem, gelegen in de open zee zone, terwijl de Thorntonbank deel uitmaakt van de zuidelijke Zeelandbanken, die dicht bij de kust gelegen zijn (Degraer *et al.* 2006). Dit zou kunnen zorgen voor verschillen in, onder meer, de benthische fauna.

#### 10.2.1. Benthische invertebraten

De benthische invertebraten die in dit onderdeel behandeld worden, behoren tot het compartiment macrobenthos (macrobenthische infauna, grotere ongewervelden die in de bodem leven) en het epibenthos (grotere ongewervelden die op de bodem leven).

### 10.2.1.1. Macrobenthische infauna

De verspreiding van macrobenthische infaunagemeenschappen zijn goed gecorreleerd met het type van sediment (o.a. mediane korrelgrootte en slibinhoud van het sediment) terwijl diepte, hellingsgraad en afstand tot de kust van minder belang zijn (o.a. Degraer *et al.*, 2007). Dergelijke data hebben het voordeel dat ze meestal gemakkelijker en ruimer beschikbaar zijn dan biologische data.

In het geval van de Bligh Bank zijn inderdaad weinig gegevens gekend van de benthische infauna op en in de omgeving van de bank; de granulometrie van de bank is daarentegen beter gekend (MER). Op de Bligh Bank komt gemiddeld tot grof zand voor. Het silt- of kleigehalte is telkens te verwaarlozen en de grindfractie is kleiner dan 5 %. In de geul tussen de Bank Zonder Naam en de Bligh Bank loopt een brede strook sterk grindhoudend zand (fractie > 2 mm), en dat is ook het geval tussen de Bligh Bank en de Oosthinder. Algemeen komt grind voornamelijk in de geulen voor.

Op grond van de sedimentsamenstelling en op grond van de vergelijkende literatuurstudie (MER) aangevuld met bijkomende gegevens (Degraer *et al.* in press.) en eigen waarnemingen van de BMM (beperkte staalname in september 2007) blijkt dat op de Bligh Bank twee macrobenthische gemeenschappen te verwachten zijn, althans voor wat betreft de zones met zachte substraten: de *Nephtys cirrosa* gemeenschap en de *Ophelia limacina*- *Glycera lapidum* gemeenschap. Ze zijn kenmerkend voor medium en grof zand. Ondanks de beperkte in situ waarnemingen is er geen reden om te twijfelen aan het dominante voorkomen van deze beide gemeenschappen in het projectgebied. Beide gemeenschappen komen algemeen voor in de BZG en in de aangrenzende gebieden.

De *Nephtys cirrosa* gemeenschap wordt gekenmerkt door een lage diversiteit met vooral borstelwormen (Polychaeten) en weinig of geen tweekleppigen (Bivalven) en ook de densiteit en de diversiteit van de *Ophelia limacina* – *Glycera lapidum* zijn zeer laag. De lage diversiteit in vooral de *Ophelia limacina* – *Glycera lapidum* moet toch enigszins genuanceerd worden. De werkelijke biodiversiteit ligt in de praktijk hoger omdat nogal wat soorten die in deze gemeenschap voorkomen, in het bijzonder grotere en meer verspreid voorkomende bivalven, ofwel schaars of juist in beperkte zones voorkomen waardoor ze minder adequaat bemonsterd worden en de aanwezigheid ervan minder gekend is. Bovendien leven in de *Ophelia limacina* – *Glycera lapidum* gemeenschap soorten die alleen daarin voorkomen, onder andere bepaalde bivalven en kreeftachtigen (o.a. Eisma, 1966). Dat dergelijke soorten voorkomen in de BZG blijkt ook uit ongepubliceerde gegevens van de BMM.

Het voorkomen van deze bodemgemeenschappen beperkt zich uitsluitend tot die gebieden voor zover die bestaan uit overwegend mobiele zandige substraten. Over het algemeen valt in de BZG een globale zeewaartse vergroving van de sedimenten waar te nemen en er komen ook zones voor met grover zand (Degraer *et al.*, 2006) en zelfs natuurlijke harde substraten zoals keien en grind (Haelters *et al.*, 2007). Daarbij kan het bij deze zeer grove substraten gaan om eerder beperkte zones of om uitgestrektere gebieden, verder in zee, maar ook in de geulen tussen de banken. Dergelijke sedimenttypes worden traditioneel onderbemonsterd met de gangbare technieken. Daardoor wordt de aanwezigheid van zones met keien en grind bij het bepalen van de benthische gemeenschappen in het BZG op basis van sedimentkarakteristieken niet altijd onderkend, waardoor het lijkt alsof de zeebodem in de BZG uitsluitend uit zachte substraten met de bijhorende gemeenschappen zou bestaan (Degraer *et al.*, 2006). Nochtans kunnen gemeenschappen, karakteristiek voor natuurlijk hard substraat wel verwacht worden in het projectgebied, meer bepaald in de diepere delen zoals in de geulen tussen de Bligh Bank en de Bank zonder Naam. De aanwezigheid van een grindzone tussen de Bligh Bank en de Bank zonder Naam wordt in geologische deel van het MER expliciet vermeld en tijdens de bijkomende staalname, uitgevoerd door BMM in september 2007, werden inderdaad op een dieper gelegen staalnamepunt keien aangetroffen. Het voorkomen van dergelijke zones is van belang,

omdat ze een epifauna herbergen die een rol kan spelen bij het koloniseren van de erosiebescherming en omdat de ze waardevolle gemeenschappen kunnen herbergen of daar de potentie toe bezitten. De samenstelling van deze keien is hoofdzakelijk silex, al kunnen ook andere steensoorten aangetroffen worden.

#### 10.2.1.2. *Macrobenthische epifauna*

Het epibenthos van de hele Belgische kustzone wordt gekarakteriseerd door Decapoda (garnalen en krabben) en Echinodermata (stekelhuidigen). Vijf soorten, de grijze garnaal *Crangon crangon*, de gewone zwemkrab *Liocarcinus holsatus*, de gewone zeester *Asterias rubens* en de slangsterren *Ophiura albida* en *O. texturata* nemen samen 90% van de biomassa voor hun rekening. Deze vijf soorten kunnen ook verwacht worden in het gebied van de Bligh Bank. De epifauna zou een gelijkaardig patroon vertonen als bijvoorbeeld in andere zones zoals de Thorntonbank, waarbij gemiddeld iets meer soorten aangetroffen worden in de dieper gelegen geulstations dan in de ondiepere stations. In de geulen kunnen ook andere fauna-elementen, typisch voor harde substraten, aangetroffen worden zoals de zeeappel *Psammechinus miliaris*. Gezien de ligging van de Bligh Bank verder uit de kust verwacht men in het MER dat de densiteiten en biomassawaarden iets lager liggen dan op de Thorntonbank, maar dat dient nog aangetoond te worden.

#### 10.2.1.3. *Demersale visfauna*

De visfauna is mobiel en vertoont daarom minder variatie over grotere gebieden (o.a. Redant, 1976). In vergelijking met de kustzone zijn gebieden die verder uit de kust liggen gewoonlijk armer aan demersale vissen hoewel bijvoorbeeld in het gebied van de Hinderbanken de soortenrijkdom hoog is (De Maerschalck et al., 2006). De visfauna vertoont een gelijklopend patroon voor de verschillende zandbanksystemen, met een onderscheid tussen de toppen en de randen van de bank, waar de densiteiten ongeveer tot 75 -70 % lager liggen (o.a. De Maerschalck et al., 2006). De diversiteit is hoger in het najaar. De visfauna in het projectgebied bestaat voornamelijk uit Perciformes (baarsachtigen) en in mindere mate Pleuronectiformes (platvissen).

### 10.2.2. Biotooprelaties

Het is duidelijk dat de hierboven genoemde benthische componenten niet los van elkaar voorkomen. Daarom is het interessant om na te gaan of er een verband bestaat tussen de drie groepen, want een correlatie biedt ontegensprekelijk een meerwaarde. Toch blijkt dat een correlatie in de praktijk niet zondermeer aan te tonen valt, mogelijk omdat de beschouwde gebieden te uniform zijn (De Maerschalck et al., 2006) dan wel omdat andere ecosysteem componenten, die niet beschouwd werden, ook een rol spelen. Een bijkomende belemmering is het reeds hierboven aangehaalde feit dat bij de karakterisering van de benthische infaunagemeenschappen alleen rekening werd gehouden met zacht substraat gemeenschappen terwijl in het projectgebied wel degelijk gemeenschappen typisch voor natuurlijk hard substraat kunnen verwacht worden.

Een meer geïntegreerde benadering biedt de Marine Habitat Classification for Britain and Ireland version 04.05, een habitatclassificatiesysteem ontwikkeld door het Joint Nature Conservation Committee (JNCC) (Connor et al., 2004). Daarin worden aan de hand van biotische elementen – niet uitsluitend macrobenthische fauna – en belangrijke abiotische factoren – niet uitsluitend zacht substraat – een hele reeks biotopen gedefinieerd. Dit classificatiesysteem is ook bruikbaar in de zuidelijke Noordzee; er werden trouwens ook Belgische data in verwerkt.

Aan de hand van de sedimentgegevens en gebruikmakend van de JNCC classificatie kunnen in het projectgebied een aantal biotopen met quasi zekerheid verwacht worden: de “*Moerella spp.* with venerid bivalves in infralittoral gravelly sand” biotoop, de “*Glycera lapidum* in impoverished

infralittoral mobile gravel and sand” biotoop en de “*Branchiostoma lanceolatum* in circalittoral coarse sand with shell gravel” biotoop. Dit zijn kenmerkende biotopen voor grove, zandige sedimenten. In de diepere zones en de geulen, met onstabiele grinden en keien zijn onder meer volgende biotopen te verwachten: de “*Pomatoceros triquetus* with barnacles and bryozoan crusts on unstable circalittoral cobbles and pebbles” biotoop, de “*Sertularia cupressina* and *Hydrallmania falcata* on tide-swept sublittoral sand with cobbles or pebbles” biotoop, de “*Flustra foliacea* and *Hydrallmania falcata* on tideswept circalittoral mixed sediment” biotoop of nog de “*Crepidula fornicata* with ascidians and anemones on infralittoral coarse mixed sediment” biotoop. Deze laatste biotopen kunnen verwacht worden in het diepere zuidoostelijke deel van de projectzone. Daar bestaat ook de kans dat meer speciale biotopen aangetroffen kunnen worden met riffen van de schelpkokerworm *Lanice conchilega* en riffen van de zandkokerworm *Sabellaria spinulosa*. Beide soorten kunnen samen voorkomen waarbij ze riffen vormen samen met nog andere kokervormende wormen. Zowel *Lanice* als *Sabellaria* zijn daarom belangrijke en waardevolle “ecosystem engineers”, organismen die een belangrijke invloed uitoefenen op de habitat waarin zij leven en die zelfs een eigen biotoop creëren. Vooral de evolutie van *Sabellaria* verdient aandacht vanwege zijn ecologisch belang (OSPAR, 2006; Leonhard & Pedersen, 2005). Hoewel ze nog steeds verspreid voorkomt in de Belgische zeegebieden (BMM, ongepubliceerde waarnemingen) vertoont deze soort globaal toch een sterke achteruitgang in de Noordzee en vooral de vorming van biogene riffen wordt sterk verhinderd door continue bodemverstoring. Het al dan niet voorkomen van deze biotopen in het concessiegebied moet worden vastgesteld aan de hand van een baselinestudie en de evolutie opgevolgd in een monitoring.

### 10.2.3. Ecologische waarde en natuurlijke ontwikkeling van het projectgebied

Op noordwest Europese schaal hebben we hier momenteel niet te maken met zeer zeldzame of unieke biotopen, zoals oesterbanken of biogene riffen, die zich na een impact bovendien moeilijk herstellen. De aangetroffen bodemgemeenschappen zijn wel sterk aangetast door antropogene invloeden waardoor de biodiversiteit in het gebied zeker niet in een natuurlijke toestand verkeert. Algemeen neemt men aan dat de biodiversiteit in de zuidelijke Bocht van de Noordzee tegenwoordig een lagere biodiversiteit heeft dan op grond van gradiënten en waarnemingen elders in soortgelijke ecosystemen verwacht mag worden (o.a. Lavaleye *et al.*, 2000). Vooral grotere en langlevende schelpdieren en polychaeten worden minder aangetroffen en biogene rifvormende organismen (*Sabellaria*, *Ostrea*, *Modiolus*) zijn grotendeels verdwenen.

Zonder verdere ingrepen en bij gelijke verstoringsdruk zou het gebied niet wezenlijk veranderen en zullen de benthische gemeenschappen en de demersale visfauna ongewijzigd blijven. Bij afwezigheid van andere bodemverstorende activiteiten zoals boomkorvisserij zullen de benthische gemeenschappen geen fundamentele wijzigingen ondergaan maar evolueren naar een rijkere versie (climax), zowel op het gebied van biomassa als van diversiteit, met meer en grotere individuen en zeldzamere soorten. Vooral in die gebieden waar grind voorkomt – de geulen tussen de banken, waar traditioneel meer gevist wordt – zou een stopzetting van de bodemverstorende visserij ertoe kunnen leiden dat de typische en rijke gemeenschappen, karakteristiek voor harde substraten, zich mogelijk kunnen herstellen en in stand houden. Aangezien een groot deel van de windmolens gepland is in de diepere zone tussen de Bligh Bank en de Bank Zonder Naam, behoort een kwalitatieve verbetering van de benthische gemeenschappen, met mogelijke kansen op heropleving, zoals de vorming van biogene riffen, tot de mogelijkheden. Deze evolutie verdient daarom de nodige aandacht en opvolging.

De conclusie uit het MER dat het projectgebied een matige tot lage ecologische waarde heeft en lager dan op de Thorntonbank – die op het gebied van benthische fauna als waardevol werd beschouwd

(ECOLAS, 2003) – is dan ook enigszins voorbarig en geldt in elk geval niet voor het hele gebied. Bovendien is de biologische waarderingskaart (Derous *et al.*, 2007), waarop men zich voor dit oordeel baseert volgens de BMM geen geschikt instrument om dergelijke uitspraken te doen omdat het een relatieve ecologische waardering aangeeft op basis van een beperkt aantal taxonomische groepen. Daarbij komt nog dat de informatie voor deze relatieve waardering zich baseert op staalnames met een ongelijke ruimtelijke spreiding en intensiteit. Zo werden vrijwel geen data genomen op de Bligh Bank zelf verwerkt, en, meer bepaald met betrekking tot het benthos, werd met de mogelijke aanwezigheid van natuurlijke harde substraten geen rekening gehouden. Het is bijgevolg een instrument dat verre van af is en daarom met de nodige omzichtigheid toegepast moet worden. Het kan bovendien niet gebruikt worden om een definitief waardeoordeel uit te spreken omdat men al vertrekt van een reeds aangetaste situatie, waarbij geen rekening werd gehouden met de potenties van bepaalde biotopen om zich te herstellen.

### 10.3. *Te verwachten effecten*

#### 10.3.1. Constructiefase en ontmantelingfase

Tijdens de constructiefase kunnen vier effecten op het benthos en de visfauna verwacht worden: biotoopverlies, verlies aan organismen, verstoringen door sedimentatie en hinder door geluid en trillingen. Sedimentatie en hinder door geluid worden in aparte hoofdstukken behandeld.

De relatieve impact van de verschillende effecten tijdens de constructiefase en ontmantelingfase fase op benthos en vissen werden in het MER met elkaar vergeleken. Het belangrijkste effect is het directe verlies van een deel van de oorspronkelijke biotoop van mobiele zandige sedimenten. In de plaats komt een biotoop van artificiële harde substraten bestaande uit enerzijds de palen zelf en anderzijds de erosiebescherming bestaande uit de stortstenen rond de palen. Indien gekozen wordt voor een gravitaire fundering zal als gevolg van het optreden van een al dan niet tijdelijk indirect biotoopverlies (stockage van het uitgebaggerde zand) de impact veel groter zijn. Bij de keuze voor een gravitaire fundering kan het totale biotoopverlies in vergelijking met de monopaal turbines tot 75 maal groter zijn, afhankelijk van de spreiding van het uitgebaggerde zand. Bij een spreiding in een dunne laag van 1 m dik is de impact het grootst, met mogelijk tot 4,85 km<sup>2</sup> oppervlakteverlies. Dit is 0,13 % van het BZG en verwaarloosbaar. Bij een meer gestapelde spreiding van het zand, vermindert de impact (bijvoorbeeld tot 0,042 % van de BZG bij een opslag van het zand met een laagdikte van 5 m) en ze is nog veel kleiner indien gekozen wordt voor monopalen. Bij het gebruik van gravitaire funderingen zal het zandoverschot in hopen van 2 tot maximaal 7 m hoog worden gestort.

Bij alle constructieactiviteiten worden bodembewonende organismen vernietigd. Het verlies aan organismen door de werkzaamheden wordt in het MER geschat op maximaal 185 ton (bij de keuze van gravitaire fundering en spreiding op 1 m van het uitgebaggerde zand). Het is van tijdelijke aard en zou geen grote negatieve impact hebben, noch op de biomassa, noch op het functioneren van het plaatselijke ecosysteem, althans indien geen kwetsbare habitats aangetast worden (o.a. Petersen & Malm, 2006). Het betreft hier een eenmalige verstoring en herkolonisatie van de opgewerkte sedimenten kan vrij snel verwacht worden (binnen het jaar).

Bij de berekening van het verlies aan organismen werd voor het Belwind project op grond van de resultaten verkregen op de Thorntonbank, een lagere biomassa gebruikt (33 g/m<sup>2</sup>) dan voor het C-Power project (120 g/m<sup>2</sup>). Het is niet evident om bruikbare biomassawaarden te vinden voor de gemeenschappen in de zuidelijke Noordzee en in de literatuur kan men uiteenlopende waarden aantreffen. Govaere *et al.* (1976) geven een overzicht van biomassaresultaten verkregen bij macrobenthische infauna onderzoeken in de zuidelijke Noordzee. Afhankelijk van de gemeenschap

en het onderzoek variëren die voor een *Abra alba* gemeenschap in de kustzone van 18,5 tot 75 g/m<sup>2</sup> versgewicht, voor een meer offshore *Venus gallina* gemeenschap van 7,02 tot 26 g/m<sup>2</sup>. Bij deze waarden worden meestal gewichten van grotere organismen (zoals de zeeklit *Echinocardium cordatum*, en de zeemuis *Aphrodite aculeata*) niet meegerekend. Deze waarden houden ook geen rekening met het epibenthos en diepgravende organismen die niet bemonsterd worden zodat de geschatte biomassawaarden eerder een minimumwaarde voorstellen. De gehanteerde waarde van 33 g/m<sup>2</sup> in het Belwind project lijkt in de lijn te liggen van analoge onderzoeken terwijl de waarde van 120 g/m<sup>2</sup>, zoals gebruikt in het C-Power project, eerder aan de hoge kant lijkt.

Gezien de onzekerheid over de toegepaste werkwijze bij de bouw- en ontmanteling van de installaties, zal monitoring nodig zijn om de aard en de omvang van de verstoring vast te kunnen stellen.

Er is een onzekerheid betreffende de mogelijke functie van de Bligh Bank als paai- en kweekgebied voor bepaalde vissoorten. Sommige gebieden waar grove sedimenten voorkomen, worden gebruikt als paaiplaats voor onder andere haringachtigen (Postuma *et al.*, 1977). Of de Bligh Bank tegenwoordig functioneert als paaigebied is niet gekend, net zoals de mogelijkheid tot terugkeer na verstoring. Daarbij valt op te merken dat heel wat zones die in het verleden gebruikt werden als paaigronden tegenwoordig niet meer in gebruik zijn door de aanhoudende bodemverstoring.

Het aanleggen van de kabels in zee en de aanlanding onder de basislijn, zullen eveneens zorgen voor een biotoopverlies en een verstoring die over een korte tijd en in een relatief klein gebied zal plaatsvinden. De effecten van de aanleg van kabels worden als beperkt en tijdelijk ingeschat. Door de natuurlijke waterbeweging wordt de sleuf opnieuw opgevuld en dit zou doorgaans vrij snel gebeuren (o.a. Lavaleye *et al.*, 2000).

De effecten tijdens de ontmantelingfase zullen grotendeels identiek zijn aan die in de bouwfase. Het verwijderen van de erosiebescherming en de palen zal een verlies aan organismen betekenen, anderzijds wordt op die manier de gelegenheid geboden opdat het gebied, indien gewenst, terugkeert tot zijn oorspronkelijke staat.

### 10.3.2. Exploitatiefase

De relatieve impact van de verschillende effecten tijdens de exploitatie fase op benthos en vissen werden in het MER voor de verschillende varianten met elkaar vergeleken. Het belangrijkste effect tijdens de exploitatiefase is de introductie van harde substraten (de turbines en de erosiebescherming), het zogenaamde rifeffect. Daarnaast zijn effecten mogelijk op de waterkwaliteit en kunnen andere vormen van verstoring optreden zoals geluid en trillingen. Het rifeffect wordt algemeen beschouwd als de belangrijkste impact van de bouw van windmolenparken (o.a. Petersen & Malm, 2006) en er wordt dan ook in het MER veel aandacht aan besteed.

De beschikbare oppervlakte voor kolonisatie varieert naargelang de gekozen variant (monopaal of gravitaire fundering) tussen 86.707 en 228.907 m<sup>2</sup> of 0,65 % van de concessie zone *sensu stricto* en is het grootst indien gekozen zou worden voor de gravitaire variant. De introductie van harde substraten in een waarschijnlijk overwegend zandige biotoop zorgt voor een habitatdiversiteit en een plaatselijke verhoging van de productiviteit en de diversiteit. Er zullen zich nieuwe soorten op deze harde substraten vestigen. De introductie kan al dan niet gunstig geëvalueerd worden en deze aspecten komen uitgebreid aan bod in het MER. Gezien de locatie volledig gelegen is binnen de invloed van het Kanaalwater, dat in een zuidwest- noordoost richting langs onze kust stroomt, kan de vestiging van soorten specifiek voor de rotsige kusten van het noordoostelijke Kanaal verwacht worden.

Gezien de huidige opwarming, met de daarmee gepaard gaande verschuivingen van de noordelijke grens van een aantal soorten, kan zelfs de vestiging van meer zuidelijke soorten verwacht worden. Een ander aspect is dat van de vestiging van “echte” niet inheemse soorten, soorten vreemd aan de West-Europese fauna. Er zijn inderdaad een aantal niet-inheemse soorten die vrijwel uitsluitend voorkomen op artificiële harde substraten (Kerckhof *et al.*, 2007).

Om de hierboven aangehaalde reden is het nodig om een gepaste en voldoende lange monitoring van de kolonisatie en de ontwikkeling van de epifaunagemeenschappen op de harde substraten te voorzien. Die kan bovendien interessante gegevens opleveren die nuttig kunnen zijn met het oog op de toekomstige oprichting van maricultuurprojecten.

Het sluiten van het gebied voor bodemversturende visserij kan een gunstig effect hebben. Tijdens de exploitatiefase zou het gebied als paaiplaats voor onder meer haringachtigen kunnen gebruikt worden.

Locaal kan een bijkomende verandering van de habitat rond de palen verwacht worden door bijvoorbeeld het afvallen van de aangroei (mosselkluiten) waardoor in de onmiddellijke nabijheid van de fundering een anoxische zone kan ontstaan, of, een beperkte zone met grof schelpmateriaal (Schröder *et al.*, 2006). Het effect zal lokaal en beperkt zijn. De omvang van de uitval zal afhankelijk zijn van de gekozen structuur en het optreden en de omvang van een anoxische zone zal onder meer afhankelijk zijn van de stromingsterkte. Het optreden en de omvang van deze verschijnselen dienen onderzocht en opgevolgd te worden.

### 10.3.3. Cumulatieve effecten

Naast de effecten van het park waarvoor het MER opgesteld werd, werden in het MER ook de cumulatieve effecten van de twee andere windmolenprojecten die in de daartoe voorzien zone gepland zijn (Eldepasco op de Bank zonder Naam en C-Power op de Thorntonbank) ingeschat. De verwachte cumulatieve effecten bij de constructie van de drie windmolenparken zijn niet verwaarloosbaar voor wat betreft biotoopverlies en verlies aan organismen.

Het biotoopverlies is afhankelijk van het funderingstype en het aantal turbines en is het grootst indien gekozen wordt voor een gravitaire fundering, zoals bvb. bij het project op de Thorntonbank. Vermoedelijk zal voor de andere projecten gekozen worden voor de monopaal fundering die minder ingrijpend zal zijn. Het cumulatieve effect m.b.t. het biotoopverlies is relatief klein in vergelijking met de oppervlakte van de BZG. Het werd berekend voor een Worst Case Scenario (alle projecten met gravitaire fundering en een opslag van het zand in een laag van 5 m – de optie spreiden in een laag van 1 m, met een veel grotere impact, wordt niet weerhouden) op een totaal biotoopverlies van 0,083 %. Dit wordt daarom in het MER als gering negatief beschouwd. Het biotoopverlies is tijdelijk en het valt te verwachten dat nadien de biotopen zich vrij snel zullen kunnen herstellen.

Het verlies aan organismen is recht evenredig met het biotoopverlies en varieert tussen de 19 ton en 100 ton. Deze verliezen lijken groot maar zijn tijdelijk en ze vinden niet plaats op hetzelfde tijdstip.

Anderzijds valt in de zuidelijke Noordzee een globale toename te constateren van allerlei artificiële harde substraten. Het valt te verwachten dat de windmolenparken, samen met andere artificiële harde substraten zoals boeien, meetpalen, installaties voor maricultuur, wrakken... die elk op zich slechts een kleine oppervlakte vormen, kunnen werken als stapstenen voor de verbreiding van allerlei sessiele organismen, waaronder zuidelijke soorten dan wel exoten die warmer water prefereren. De impact van deze evolutie is nog onbekend en moet verder onderzocht worden.

Het maakt een gepaste monitoring noodzakelijk.

Het werkelijke effect van de erosiebescherming valt nog af te wachten. Bij toepassing van de gravitaire fundering bestaat de mogelijkheid dat de erosiebescherming grotendeels onder het zand zal verdwijnen en bij het gebruik van monopalen kunnen de holtes tussen de stenen van de erosiebescherming zich opvullen met zand.

## 10.4. *Besluit*

### 10.4.1. Aanvaardbaarheid

#### *Constructiefase en ontmantelingfase*

Bij deze activiteiten zullen grote hoeveelheden sediment verplaatst worden – zeker als men kiest voor de gravitaire fundering – maar wordt de sedimentsamenstelling van het concessiegebied niet ingrijpend gewijzigd zodat de inherente kwaliteit van de habitat niet wezenlijk verandert. Daarom kan verwacht worden dat tijdens de exploitatiefase dezelfde fauna-elementen zullen terugkeren en dat dit ook het geval zal zijn na het beëindigen van de activiteiten.

Hoewel er verstoringen zullen optreden tijdens de constructie- en ontmantelingfase valt het niet te verwachten dat er belangrijke onomkeerbare negatieve effecten zullen optreden in het concessiegebied.

#### *Exploitatiefase*

De introductie van kunstmatige harde substraten (riffen) kan de habitatdiversiteit in een bepaald gebied verhogen: de biomassa en de biodiversiteit zijn groter op een rif dan in zand - slib substraten. Deze impact zal afhankelijk zijn van de architectuur en het al dan niet onder het sediment verdwijnen van de erosiebescherming. De BMM blijft van oordeel dat het beter is om de bestaande biodiversiteit te behouden en de natuurlijke ontwikkeling ervan te bevorderen, eerder dan de biodiversiteit te verhogen door de introductie van een “antropogene” diversiteitcomponent.

De belangrijkste negatieve effecten zijn inherent aan de introductie van artificiële harde substraten. De relatieve impact in de gehele BZG kan niet als significant beschouwd worden, en is aanvaardbaar voor alle funderingstypes en inrichtingsvarianten. Tegelijk kan het sluiten van het gebied een positieve invloed hebben op functies van het gebied als paai-, kraam- en opgroei gebied en kunnen bepaalde epibenthische gemeenschappen zich herstellen, omdat andere versturende activiteiten zoals bodemvisserij geweerd zullen worden. Anderzijds valt af te wachten wat eventuele bijkomende activiteiten – men denkt aan maricultuur – voor verstoring teweeg zullen brengen.

#### *Cumulatieve effecten*

De cumulatieve negatieve effecten te verwachten bij de aanleg en exploitatie van windmolenparken op de Bligh Bank, de Bank zonder naam en de Thorntonbank zijn aanvaardbaar, ondanks het feit dat het biotoopverlies en het verlies aan organismen vrij groot kan zijn, vooral indien bij de 3 projecten zou gekozen worden voor de gravitaire fundering (wat waarschijnlijk niet het geval zal zijn). De impact wordt enigszins gemilderd doordat de activiteiten niet tegelijkertijd zullen plaatsvinden en ze ook niet plaatsvinden in zeldzame biotopen. Herstel is bijgevolg mogelijk en, door het refugium effect, is het denkbaar dat de kwaliteit van de bepaalde biotopen zou verbeteren. Daarnaast is er het effect van de toegenomen aanwezigheid van artificiële harde substraten met habitatsdiversificering, het stapsteen effect en de introductie van nieuwe soorten tot gevolg. De impact daarvan kan men positief dan wel negatief beoordelen, maar ze maken de projecten niet onaanvaardbaar.



### *Algemeen besluit*

De bouw van een windmolenpark op de Bligh Bank is aanvaardbaar voor alle voorgestelde varianten. Zoals gesteld in het MER moet de monitoring het mogelijk maken om eventuele veranderingen als gevolg van de inplanting van het windturbinepark te detecteren en leemtes in de kennis aan te vullen. De veranderingen in het ecosysteem, zowel positieve als negatieve, zullen pas op lange termijn duidelijk worden. Daarom is een langetermijn monitoring noodzakelijk en een voorwaarde voor de aanvaarding van het project. Mits het naleven van de voorwaarden zijn de effecten aanvaardbaar.

## 10.4.2. Aanbevelingen en voorwaarden

### *10.4.2.1. Aanbevelingen*

Het lijkt aangewezen om, voor wat betreft de mogelijke effecten op de biodiversiteit, bij het baggeren en storten van sedimenten (zandoverschot), de globale bodemmorfologie en -dynamiek niet zeer ingrijpend te wijzigen en al te grote reliëfverschillen – kuilen en heuvels – te vermijden. In het bijzonder moet het graven van diepe, blijvende kuilen vermeden worden omdat die traag opgevuld worden met eventueel een meer slibhoudend sediment.

Hoewel de introductie van harde substraten gunstig geëvalueerd kan worden omdat zich nieuwe soorten zullen vestigen en een verhoogde biomassa kan optreden, blijft de BMM van mening dat, omdat het hier een onnatuurlijke wijziging van het habitat betreft, de introductie van harde substraten tot het minimum zou moeten beperkt worden.

Voor de erosiebescherming dienen zoveel mogelijk natuurlijke materialen gebruikt te worden. In het bijzonder kan gedacht worden aan het gebruik van silexkeien, omdat die van dezelfde natuur zijn als de keien die al in het gebied aanwezig zijn. Daarbij kan in het bijzonder gedacht worden aan keien afkomstig van winningsgebieden voor de Thamesmonding of in het westelijke Kanaal. Dergelijke substraten worden nu al geëxploiteerd en aangeland onder meer te Oostende. De meest geschikte architectuur van de erosiebescherming kan best in overleg met de BMM worden besloten.

### *10.4.2.2. Voorwaarden*

De voorwaarden onder het hoofdstuk Hydrodynamica en Sedimentologie zijn ook relevant voor de mildering van de milieueffecten op het benthos. Er dringen zich geen andere voorwaarden op.

## 10.5. Monitoring

### 10.5.1. Inleiding

Deze 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.

### 10.5.2. Algemene opmerkingen

Voor de monitoring van het benthos en de visfauna geldt dat die uitgevoerd dient te worden door wetenschappers met een grondige kennis en ervaring.

Voor de monitoring dienen de meest geschikte middelen en technieken te worden gebruikt, en op zo'n 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.

Tijdens en na de afbraakfase dient nagegaan te worden of er zich al dan niet een terugkeer zal voordoen naar de initiële situatie.

De hier opgeven staalnamefrequenties, aantal stalen en technieken zijn indicatief en dienen aangepast te worden in functie van de architectuur van de windmolens en het windmolenpark 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 (scheepstijd) gezamenlijk te gebruiken.

In functie van de verkregen resultaten moet de mogelijkheid bestaan om de monitoring aan te passen.

### 10.5.3. Fauna op en rond de windmolens (Hard)

De palen en de erosiebescherming eromheen zullen in een gebied waar oorspronkelijk alleen zachte substraten voorkwamen, een nieuw soort habitat vormen, namelijk een kunstmatig hard substraat. In deze nieuwe habitat zullen zich organismen vestigen die voorheen niet in het gebied voorkwamen. De impact daarvan op het mariene milieu is onzeker en moet dus opgevolgd worden. 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 de nieuwe structuren en naar specifieke soorten die een indicatie kunnen geven van de gezondheidstoestand van de habitat of soorten die een indicatie kunnen geven voor klimaatwijzigingen. 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).

Artificiële harde substraten zijn aantrekkelijk voor vissen (VIS). Het gaat daarbij om andere soorten - mogelijk commercieel minder belangrijke - dan diegene die oorspronkelijk in het gebied leefden. De constructie van artificiële substraten kan dus een verandering in de visfauna met zich meebrengen.

Omdat de Bligh Bank verder uit de kust gelegen is, en meer onder invloed staat van het Kanaalwater, kunnen verschillen verwacht worden met andere windmolenprojecten, meer bepaald met het C-Power project.

Omdat er in de BZG meer en meer artificiële substraten geïntroduceerd worden dient ook het eventuele stapsteeneffect onderzocht 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.

Het onderzoek van de fauna op en rond de harde substraten vormt een geheel. Verschuivingen van inspanningen geleverd voor de verschillende elementen is mogelijk.

### 10.5.3.1. Pelagische en demersale vis rond de windmolens (VIS)

Voor dit onderzoek kunnen visuele waarnemingen gedaan worden tijdens duiksessies in combinatie met vangtechnieken zoals het plaatsen van fuiken of warrelnetten te bepalen in functie van het onderzoeksprogramma.

Voor het onderzoek van de visfauna rond de palen wordt een onderzoeksfrequentie van 2 maal per jaar, eenmaal in het voorjaar en eenmaal in het najaar, rond minimaal 1 geselecteerde windmolen voorgesteld.

De observaties kunnen gedeeltelijk samen plaatsvinden met de staalnames voor de epilitische fauna en flora.

Een bepaling van de T<sub>0</sub> situatie, (de demersale visfauna zonder artificiële substraten) en van de natuurlijk optredende fluctuaties in de vispopulaties in het omringende gebied, kan gebeuren in het kader van het epibenthische referentieonderzoek, en in het ruimer kader van lopend onderzoek van de demersale visfauna in de BZG.

Tabel 8. Staalname intensiteit visfauna (VIS).

Duur (jaar)	Frequentie Staalnames	Aantal Windmolens	Aantal staalnames	Aantal stalen per jaar	Totaal aantal stalen
5	2/jaar	1	1	2	10

Samenvatting:

VIS	Baseline	Constructie en exploitatiefase
<b>Onderwerp</b>	Pelagische en demersale visfauna rond de windmolens	
<b>Doel</b>	Bepalen van de visfauna in het gebied zonder windmolens  Bepalen overeenkomsten of verschillen met andere gebieden	Bepalen en opvolgen van de gemeenschap  Bepalen van eventuele overeenkomsten of verschillen met andere gebieden
<b>Frequentie</b>	Voor de aanvang van de werken	2 maal per jaar minimaal 1 staalname
<b>Timing</b>	Voorjaar 2008	Jaarlijks na de bouw van de eerste 6 WT
<b>Methode</b>	Een bepaling van de T <sub>0</sub> situatie, (de demersale visfauna zonder artificiële substraten) en van de natuurlijk optredende fluctuaties in de vispopulaties in het omringende gebied, kan gebeuren in het kader van het epibenthische referentieonderzoek, en in	Visuele waarnemingen door duikers  Indien uitvoerbaar: plaatsen van netten, fuiken

	het ruimer kader van lopend onderzoek van de demersale visfauna in de BZG.	
<b>Presentatie van de resultaten</b>	Rapport jaar 0 (epifauna)	Tussentijds rapport na jaar 2
		Rapport na 5 jaar
	De rapporten bespreken volgende onderwerpen:	
	Soortenlijst Densiteit Diversiteit Biomassa (indien mogelijk) Gemeenschapsstructuur Temporele variatie Ruimtelijke variatie in het bijzonder: Vergelijking met andere hard substraatbiotopen (natuurlijke en artificiële) Vergelijking met andere windmolenparken	

#### 10.5.3.2. Aangroei op de erosiebescherming (Hard ER)

Het betreft hier een nieuw habitat en dus is het niet mogelijk om een  $T_0$  stadium te bepalen. Resultaten verkregen uit het onderzoek van C-Power en van de scheepswrakken in de BZG kunnen dienen als referentie en vergelijking.

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.

Opdat men de verschillende staalnamepunten zou kunnen terugvinden kan, naast het gebruik van een GPS systeem gedacht worden aan specifieke herkenningsystemen zoals het bevestigen van een metalen plaat, die dan met een metaaldetector kan weergevonden worden,. Er wordt gedacht om tijdens de bouwfase staalnamestenen uit hetzelfde materiaal als het steenstort of artificiële substraten met een vaste vorm, in de erosiebescherming te incorporeren. Die kunnen dan tijdens de staalname opgehaald, bemonsterd en eventueel teruggeplaatst worden. Voor een praktische uitwerking is reeds in een vroeg stadium overleg nodig tussen de exploitant en de BMM.

Er wordt voorgesteld om 4 maal per jaar een staalname uit te voeren op minimaal 1 windmolen. De staalname zou kunnen bestaan uit een gerepliceerde transectmethode, waarbij op de erosiebescherming van 1 windmolen 4 maal per jaar 6 stalen genomen (2 transecten van 3) worden aangevuld met 2 losse staalnamestenen. Eventueel kan de staalnamefrequentie en het aantal stalen later aangepast worden, bijvoorbeeld na het bereiken van de climaxgemeenschap. Een hogere frequentie in het begin is nuttig om de kolonisatie op te volgen.

De staalname kan gebeuren door middel van een ijzeren frame met een staalname oppervlak van 25cm x 25cm, en een opvangnet. Daarnaast dienen ook onderwaterfoto's genomen te worden. Per kwadrant bepaalt men de bedekkinggraad van de sessiele organismen. Indien mogelijk worden semi-kwantitatieve schattingen van het aantal individuen per  $m^2$  uitgevoerd.

Fysische parameters die van belang kunnen zijn voor de ontwikkeling van de aangroei-gemeenschap zoals lichtintensiteit, temperatuur, sedimentatie...dienen ook gemeten te worden.

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.

Tabel 9. Staalname-intensiteit erosiebescherming (HARD ER)

Duur (jaar)	Frequentie staalnames	Aantal molens	Aantal staalnames	Aantal stalen
1	4/jaar	1	6 stalen+2 steenen	32
2	4/jaar	1	6 stalen+2 steenen	32
3	4/jaar	1	6 stalen+2 steenen	32
4	4/jaar	1	6 stalen+2 steenen	32
5	4/jaar	1	6 stalen+2 steenen	32

Samenvatting:

HARD ER	Constructiefase (eerste 6 WT)	Exploitatiefase
<b>Onderwerp</b>	Kolonisatie van de erosiebescherming rond de eerste 6 WT palen	Aangroei op de erosiebescherming rond de palen
<b>Doel</b>	Opvolgen van de aangroei op de erosiebescherming.  Bepalen overeenkomsten of verschillen met andere projecten (C-Power)  Vergelijking met andere natuurlijke of artificiële hard substraat habitats	Bepalen en opvolgen van de gemeenschap  Bepalen van eventuele overeenkomsten of verschillen met andere projecten (C-Power)  Vergelijking met andere natuurlijke of artificiële hard substraat habitats
<b>Frequentie</b>	4 maal per jaar 1 staalname	4 maal per jaar 1 staalname
<b>Timing</b>	Tijdens de bouw van de eerste 6 WT	Jaarlijks na de bouw van de eerste 6 WT
<b>Methode</b>	Schraapstalen met kwadraten te nemen door duikers en/ of fotografische opnames; kwalitatieve waarnemingen  Speciale staalnamestenen (2) (of artificiële substraten met een vaste vorm)  videotransecten	Schraapstalen met kwadraten te nemen door duikers en/ of fotografische opnames; kwalitatieve waarnemingen  Speciale staalnamestenen (2) (of artificiële substraten met een vaste vorm)  videotransecten
<b>Presentatie</b>	Rapport jaar 0	Tussentijds rapport   Rapport na 5 jaar

<b>van de resultaten</b>		na jaar 2	
	De rapporten bespreken volgende onderwerpen: Soortenlijst Densiteit Diversiteit Bedekkingsgraad Biomassa Gemeenschapsstructuur Zonatiepatroon Temporele variatie Ruimtelijke variatie in het bijzonder: Vergelijking met andere hard substraat biotopen (natuurlijke en artificiële) Vergelijking met andere windmolenparken		

### 10.5.3.3. Aangroei op de palen subtidaal (*HARD SUB*) en intertidaal (*HARD INT*)

Voor het onderzoek in de intertidale en subtidaal zone kan hetzelfde aantal windmolens gevolgd worden als bij de erosiebescherming en met een zelfde frequentie. Dezelfde technieken en methodes als voor het bemonsteren van de erosiebescherming kunnen gebruikt worden.

Er wordt voorgesteld om 4 maal per jaar drie staalnamen (3 waterdieptes) uit te voeren op minimaal 1 windmolen (aangroei subtidaal) en om 4 maal per jaar een staalname uit te voeren op minimaal 1 windmolen (aangroei intertidaal).

Tabel 10. Staalname-intensiteit begroeiing palen (subtidaal) (*HARD SUB*).

Duur (jaar)	Frequentie staalnames	Aantal turbinen	Aantal staalnames	Aantal stalen
1	4/jaar	1	3	12
2	4/jaar	1	3	12
3	4/jaar	1	3	12
4	4/jaar	1	3	12
5	4/jaar	1	3	12

Tabel 11. Staalname-intensiteit begroeiing palen (intertidaal) (*HARD INT*).

Duur (jaar)	Frequentie staalnames	Aantal turbinen	Aantal staalnames	Aantal stalen
1	4/jaar	1	1	4
2	4/jaar	1	1	4
3	4/jaar	1	1	4
4	4/jaar	1	1	4
5	4/jaar	1	1	4

## Samenvatting HARD SUB en HARD INT:

HARD ER	Constructiefase (eerste 6 WT)	Exploitatiefase	
<b>Onderwerp</b>	Kolonisatie van de erosiebescherming rond de eerste 6 WT palen	Aangroei op de erosiebescherming rond de palen	
<b>Doel</b>	Opvolgen van de aangroei op de erosiebescherming.  Bepalen overeenkomsten of verschillen met andere projecten (C-Power)  Vergelijking met andere natuurlijke of artificiële hard substraat habitats	Bepalen en opvolgen van de gemeenschap  Bepalen van eventuele overeenkomsten of verschillen met andere projecten (C-Power)  Vergelijking met andere natuurlijke of artificiële hard substraat habitats  .	
<b>Frequentie</b>	4 maal per jaar 1 staalname	4 maal per jaar 1 staalname	
<b>Timing</b>	Tijdens de bouw van de eerste 6 WT	Jaarlijks na de bouw van de eerste 6 WT	
<b>Methode</b>	Schraapstalen met kwadraten te nemen door duikers en/ of fotografische opnames; kwalitatieve waarnemingen  Speciale staalnamestenen (2) (of artificiële substraten met een vaste vorm)  videotransecten	Schraapstalen met kwadraten te nemen door duikers en/ of fotografische opnames; kwalitatieve waarnemingen  Speciale staalnamestenen (2) (of artificiële substraten met een vaste vorm)  videotransecten	
<b>Presentatie van de resultaten</b>	Rapport jaar 0	Tussentijds rapport na jaar 2	Rapport na 5 jaar
	De rapporten bespreken volgende onderwerpen:  Soortenlijst Densiteit Diversiteit Bedekkingsgraad Biomassa Gemeenschapsstructuur Zonatiepatroon Temporele variatie Ruimtelijke variatie in het bijzonder: Vergelijking met andere hard substraat biotopen (natuurlijke en artificiële) Vergelijking met andere windmolenparken		

#### 10.5.4. Macrobenthische infauna, epifauna en demersale vissen (ZACHT)

Alvorens het project te starten dient men een grondige studie uit te voeren van de biota in het eigenlijke inplantingsgebied, zodat men over een  $T_0$  situatie kan kunnen beschikken. De referentietoestand dient zo goed mogelijk geïnventariseerd te worden opdat latere veranderingen wetenschappelijk zouden kunnen geplaatst worden. Vooral het voorkomen van zones met keien of grind dient gedocumenteerd te worden, omdat dit rijkere habitats zijn die potenties bieden voor herstel maar ook gevoeliger zijn voor verstoring. Ook kunnen zich mogelijk gelijkaardige gemeenschappen vestigen op de erosiebescherming, indien die vrij blijft van bedekking met zand.

Omdat de Bligh Bank verder uit de kust gelegen is, meer onder invloed staat van het Kanaalwater en omdat het sediment er grover is, kunnen verschillen verwacht worden met andere projecten, in het bijzonder met het C-Power project.

Daarnaast dient tegelijkertijd een referentiegebied gekozen en onderzocht te worden dat zoveel mogelijk gelijkenis vertoont met het inplantingsgebied. Zo kan men de veranderingen in het gebied vergelijken met eventuele natuurlijke veranderingen.

Na de installatie is onderzoek nodig in een monitoringprogramma op korte, middellange en lange termijn, zowel in het inplantingsgebied als in het referentiegebied. Daarmee kan men de temporele impact op het milieu bepalen en de variaties in het onderwaterleven voor en na de inplanting van de windmolens. Om de impact van het project te kunnen beoordelen dient zowel de evolutie in de zone van de inplantingsplaats als in het referentiegebied opgevolgd te worden.

Voor de monitoring dienen de meest geschikte middelen gebruikt te worden, afhankelijk van welke gemeenschap men wil onderzoeken. Om vergelijkingen mogelijk te maken moet ook met dezelfde staalnametechnieken gewerkt worden gedurende de monitoring.

In het algemeen dienen klassieke parameters als dichtheid van de organismen, de diversiteit, de soort, de biomassa bepaald te worden. Daarnaast dienen ook per staalname de nodige en relevante fysische parameters zoals diepte, temperatuur... bepaald te worden.

##### 10.5.4.1. Macrobenthische infauna (ZACHT END)

Voor het nemen van sedimentalen is de meest aangewezen methode een Van Veen grijper. Eventueel moet het staalnamemateriaal aangepast worden aan het substraat en moeten, indien nodig, andere toestellen zoals boxcorers gebruikt worden. De stalen worden op een gestandaardiseerde manier verwerkt. De organismen worden gedetermineerd, geteld en gewogen. Naast de informatie betreffende de aanwezige organismen dienen ook bijkomende fysische parameters bepaald te worden zoals informatie betreffende de bathymetrie, de korrelgrootte en de verdeling van het sediment, en de diepte van de anoxische laag. Daarbij kan het volgen van de ISO 16665:2005 norm *Waterkwaliteit - Richtlijnen voor kwantitatieve monsterneming en monsterbehandeling van macrofauna in marien zacht substraat* nuttig zijn.

Om de  $T_0$  te bepalen start men een jaar vóór de aanvang van de werken met een halfjaarlijkse bemonstering.

De staalnamestrategie, bijvoorbeeld een stratified random sampling of een gerepliceerde staalname, kan bepaald worden in samenspraak met de uitvoerder van het monitoringprogramma. Hoe frequenter de staalnames en hoe meer staalnamepunten, hoe betrouwbaarder de gegevens, echter hoe duurder het onderzoek. Vóór de aanvang van de werken wordt het aantal stations zo gekozen opdat het gebied min of meer adequaat zou kunnen bemonsterd worden. Het definitieve aantal en de ligging van de



staalnamepunten voor het onderzoek tijdens de exploitatiefase wordt bepaald in functie van de resultaten verkregen tijdens het T<sub>0</sub> onderzoek en gebruikmakend van de resultaten van de multibeamanalyse.

Tijdens de werkingsfase kan de halfjaarlijkse (lente en herfst) bemonstering gedurende de eerste 5 jaar worden voortgezet. Daarna zou kunnen worden volstaan met een jaarlijkse bemonstering. De periode moet voldoende lang zijn opdat eventuele permanente effecten zouden meetbaar worden.

Tijdens en na de ontmantelingfase, dit is na 20 jaar, dient te worden nagegaan of er een terugkeer is naar de initiële toestand. Opdat effecten zouden meetbaar zijn is een voldoende lange periode nodig, zeker 5 jaar.

Indien uit preliminair onderzoek blijkt dat er habitatstructureerde soorten zoals *Lanice* banken voorkomen dan dient daar speciale aandacht aan besteed te worden, net zoals aan het voorkomen van keienbanken. Hiervoor moeten ook de resultaten verkregen uit de multibeamanalyse gebruikt worden.

De staalname intensiteiten die hier aangegeven worden zijn dan ook slechts indicatief.

De eventuele waarde van het gebied als paaiplaats dient nagegaan en geëvalueerd te worden.

Tabel 12. Staalname intensiteit macrobenthische infauna (ZACHT ENDO).

Duur (jaar)	Frequentie Staalnames	Aantal punten	Aantal staalnames	Aantal stalen per jaar	Totaal aantal stalen
0	2/jaar	15	1	30	30
1-5	2/jaar	15	1	30	150

#### Samenvatting ZACHT END:

ZACHT END	Baseline	Constructiefase	Exploitatiefase
<b>Onderwerp</b>	Macrobenthische infauna		
<b>Doel</b>	Bepaling van referentiegebied  Beschrijving van het projectgebied en bepalen van de benthische infauna gemeenschappen;  Vergelijking met andere gebieden, verschillen, overkomsten;  Nagaan potenties van de gemeenschappen	Bepalen van de veranderingen;  Verschillen en/of overeenkomsten met andere gebieden en projecten	
<b>Frequentie</b>	2 maal per jaar 15 staalnamepunten		2 maal per jaar 15 staalnamepunten
<b>Timing</b>	Voor de constructie  Voorjaar + najaar 2008	Onmiddellijk na constructie van de eerste 6 WT	Jaarlijks na de bouw van de eerste 6 WT
<b>Methode</b>	Staalname met Van Veen grijpers of boxcorer of ander staalnamemateriaal indien nuttig		

<b>Presentatie van de resultaten</b>	Rapport jaar 0	Tussentijds rapport na jaar 2	Rapport na 5 jaar
	De rapporten bespreken volgende onderwerpen:  Soortenlijst Densiteit Diversiteit Bedekkingsgraad Biomassa Gemeenschapsstructuur Beschrijving van de fysische parameters Temporele variatie Ruimtelijke variatie in het bijzonder: Vergelijking met andere hard substraat biotopen (natuurlijke en artificiële) Vergelijking met andere windmolenparken		

#### 10.5.4.2. Macrobenthische epifauna en demersale vissen (ZACHT EPI)

Door het sluiten van het gebied voor de boomkorvisserij kunnen effecten verwacht worden op de epifauna. Zoals bij het endobenthos dient hier weer een T<sub>0</sub> bepaald te worden die kan dienen als referentie.

De staalnames kunnen gebeuren met een boomkor in een frequentie van 2 maal per jaar, eenmaal in het voorjaar en eenmaal in het najaar. Opdat de permanente effecten zouden meetbaar worden, dient voldoende lang in de tijd gemonitord te worden.

Tijdens en na de afbraakfase dient ook nagegaan te worden of er zich al dan niet een terugkeer zal voordoen naar de initiële situatie.

Tabel 13. Staalname intensiteit macrobenthische epifauna (ZACHT EPI).

Duur (jaar)	Frequentie Staalnames	Aantal punten	Aantal staalnames	Aantal stalen per jaar	Totaal aantal stalen
0	2/jaar	15	1	30	30
1-5	2/jaar	15	1	30	150

#### Samenvatting ZACHT EPI:

ZACHT EPI	Baseline	Constructiefase	Exploitatiefase
<b>Onderwerp</b>	Macrobenthische epifauna en demersale vissen		
<b>Doel</b>	Bepaling van referentiegebied Bepalen van de epifauna en demersale vis gemeenschappen, beschrijving van het projectgebied;  Vergelijking met andere gebieden, verschillen, overeenkomsten;  Nagaan potenties van de gemeenschappen	Bepalen van de veranderingen;  Verschillen en/of overeenkomsten met andere gebieden en projecten .	
<b>Frequentie</b>	2 maal per jaar 15 staalnamepunten	2 maal per jaar 15 staalnamepunten	

<b>Timing</b>	Voor de aanvang van de constructie Voorjaar + najaar 2008	Onmiddellijk na constructie van de eerste 6 WT	Jaarlijks na de bouw van de eerste 6 WT
<b>Methode</b>	Seizoensgebonden monitoring door middel van boomkor		
<b>Presentatie van de resultaten</b>	Rapport jaar 0	tussentijds rapport na jaar 2	Rapport na 5 jaar
	De rapporten bespreken volgende onderwerpen:  Soortenlijst Densiteit Diversiteit Bedeckingsgraad Biomassa Gemeenschapsstructuur Beschrijving van de fysische parameters Temporele variatie Vergelijking met andere gebieden en windmolenparken		

#### 10.5.4.3. Overzicht totaal aantal stalen scheepstijd

Een overzicht van het geschatte aantal stalen voorzien voor de monitoring van de benthos en de vissen wordt gegeven in onderstaande tabel.

Tabel 14. Overzicht van het geschatte aantal stalen voorzien voor de monitoring van de benthos en de vissen.

<b>STALEN</b>	<b>Jaar 0</b>	<b>jaar 1</b>	<b>jaar 2</b>	<b>jaar 3</b>	<b>jaar 4</b>	<b>jaar 5</b>	<b>TOTAAL</b>
VIS	0	2	2	2	2	2	10
HARD ER	0	32	32	32	32	32	160
HARD SUB	0	12	12	12	12	12	60
HARD INT	0	4	4	4	4	4	20
HARD+VIS TOT	0	50	50	50	50	50	250
ZACHT END	30	30	30	30	30	30	180
ZACHT EPI	30	30	30	30	30	30	180
ZACHT TOT	60	60	60	60	60	60	360
<b>TOTAAL</b>	<b>60</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>610</b>

De geschatte scheepstijd voor de monitoring van de benthos en vissen wordt in onderstaande tabel gegeven.

Tabel 15. Aantal scheepstijd nodig voor de monitoring van de benthos en de vissen

<b>SCHEEPSTIJD</b>	<b>Jaar 0</b>	<b>jaar 1</b>	<b>jaar 2</b>	<b>jaar 3</b>	<b>jaar 4</b>	<b>jaar 5</b>	<b>totaal</b>
VIS	0	2	2	2	2	2	10
HARD	0	18	4	4	4	4	34
ZACHT	4	4	4	4	4	4	24
<b>TOTAAL</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>68</b>

## 11. Zeezoogdieren

### 11.1. Inleiding

Alle zeezoogdieren zijn beschermde soorten, waarvoor België in internationaal verband verplichtingen op zich heeft genomen om ze te beschermen, en om negatieve impacten zoveel mogelijk te vermijden. In het MER<sup>13</sup> stelt men dat de populaties zeezoogdieren in Belgische wateren van ondergeschikt belang zijn. Dat neemt niet weg dat België er zorg voor moet dragen dat individuen van soorten van de Europese Habitatrichtlijn Bijlage II en IV (waaronder walvisachtigen en zeehonden) niet opzettelijk verstoord worden tijdens de overwintering, voortplanting en trek (artikel 12). Het toestaan of aanvaarden van activiteiten die mogelijk de dood van beschermde soorten tot gevolg heeft, kan beschouwd worden als een inbreuk op artikel 12 van deze richtlijn (zie punt 71 van het arrest van 18 mei 2006 in de zaak C-221/04 van de EC tegen Spanje). Daarnaast heeft België ook in het kader van ASCOBANS (Overeenkomst inzake de bescherming van de kleine walvisachtigen in de Oostzee en de Noordzee) aanvaard dat de partijen zouden streven naar het vermijden van significante verstoring, in het bijzonder van akoestische aard (Conservation and Management plan in de Bijlage bij de Overeenkomst). In Scott (2007) wordt een overzicht gegeven van andere fora waarin het reguleren van onderwatergeluid m.b.t. de mogelijk effecten op zeezoogdieren besproken wordt. Omwille van de internationale verplichtingen zijn preventieve maatregelen en een monitoring van de effecten niet aangewezen, maar vereist voor het afleveren van een vergunning.

### 11.2. Startsituatie

In de BZG worden vijf soorten zeezoogdieren als inheems beschouwd: de tuimelaar, de bruinvis, de witsnuitdolfijn, de gewone zeehond en de grijze zeehond. De tuimelaar is in de BZG vrijwel uitgestorven. Toch worden de laatste jaren regelmatig solitaire tuimelaars waargenomen die hier tot enkele maanden verblijven, en af en toe worden migrerende groepjes tuimelaars gerapporteerd (zie database zeezoogdieren op <http://www.mumm.ac.be>). Van de andere soorten zeezoogdieren worden sinds een decennium meer en meer waarnemingen gemeld. De zeehondenpopulaties in de ons omringende landen vertonen over het algemeen een groeiende trend, wat de stijging in de aantallen zeehonden in de BZG kan verklaren. Waarnemingen van groepjes witsnuitdolfijnen worden reeds een tiental jaren geregeld gemeld, maar deze soort is niet algemeen voorkomend. De aantallen bruinvissen die voorkomen in de BZG zijn vele malen hoger dan de aantallen van de andere zeezoogdieren. Vandaar dat meer aandacht dient besteed te worden aan deze soort.

Dat de Thorntonbank gebruikt wordt door de bruinvis en de witsnuitdolfijn als foerageergebied, in tegenstelling tot de Bligh Bank (MER), lijkt gezien de vrijwel afwezigheid van gericht onderzoek naar zeezoogdieren in dit gebied voorbarig. Overigens lijken volgens het MER zeezoogdieren in het oostelijk deel van de BZG, waaronder de Bligh Bank, ondervertegenwoordigd. Dit is eveneens mogelijk gerelateerd aan de waarnemersinspanning. Gezien de mobiliteit van zeezoogdieren, de migraties die zeezoogdieren ondernemen, en het gering aantal waarnemingen van zeezoogdieren verder uit de kust, oordeelt de BMM dat het op dit ogenblik zeer moeilijk is om binnen de BZG migratiecorridors te bepalen of om gebieden aan te duiden die meer of minder belangrijk zijn voor zeezoogdieren.

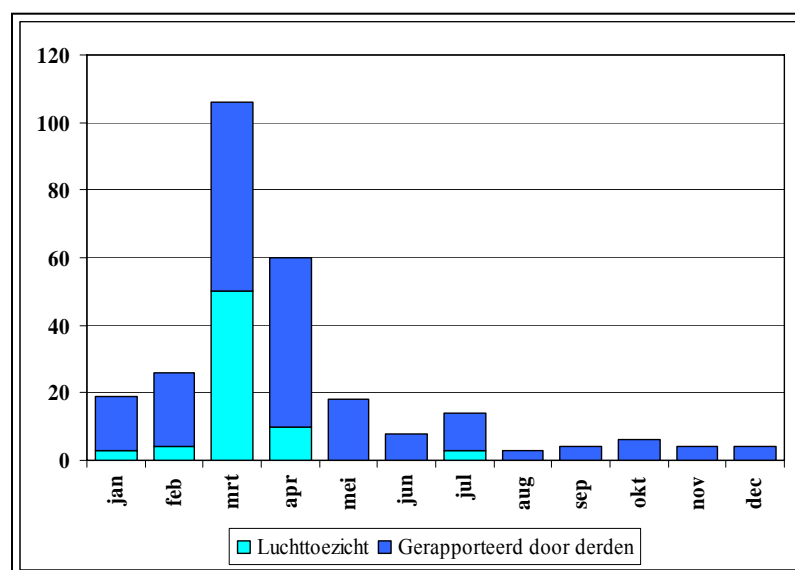
---

<sup>13</sup> MER § 5.3.5.3. (p.262 en p.264)

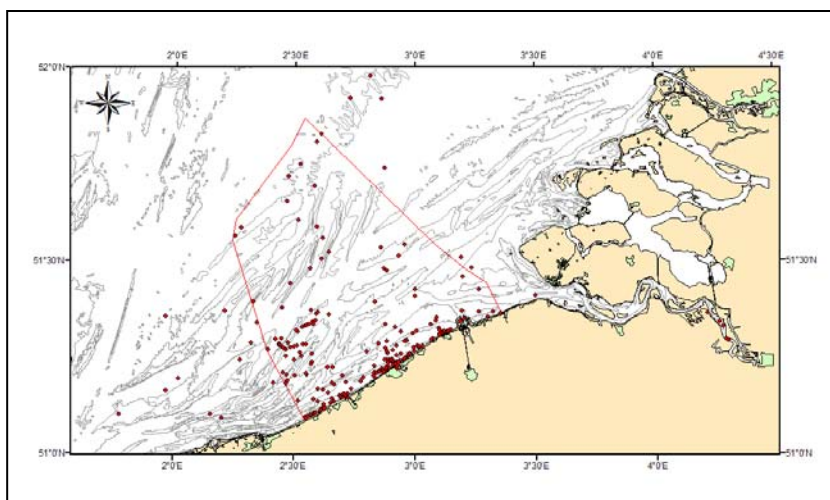
### 11.2.1. De bruinvis *Phocoena phocoena*

In het MER wordt bij de referentiesituatie m.b.t. de aanwezigheid van bruinvissen verwezen naar Reid *et al.* (2003), waarin aangetoond wordt dat bruinvissen in de BZG relatief minder algemeen zijn dan in de centrale en noordelijke Noordzee. Dit is niet meer de actuele situatie (2000-2007). Onderzoek heeft aangetoond dat de bruinvissenpopulatie zich in de Noordzee gedeeltelijk verplaatst heeft naar het zuiden (SCANS I en SCANS II projecten; <http://smub.st-and.ac.uk>; Hammond, 2006). Een analyse van beschikbare gegevens toonde aan dat de hoogste dichtheden in de BZG vooral tijdens de late winter en lente voorkomen (januari tot april; Haelters & Jacques, 2006; WAKO, 2007; Figuur 27). Hoewel de absolute aantallen bruinvissen in deze periode van het jaar klein zijn op Noordzeeschaal, kan dit van de plaatselijke dichtheden niet (meer) gezegd worden. Mogelijk komen in de winter en het vroege voorjaar in totaal enkele duizenden bruinvissen voor in de BZG. De piek in het aantal strandingen van bruinvissen volgt ongeveer de piek in het aantal op zee, hoewel een bias bestaat doordat veel gestrande dieren omkwamen bij visserij-activiteiten die pas vanaf maart aanvangen. In mei spoelden de laatste jaren tamelijk veel dode bruinvissen aan, maar de meeste daarvan waren in een staat van ontbinding die laat vermoeden dat deze dieren reeds één of een aantal weken eerder gestorven waren, in veel gevallen zelfs buiten de BZG.

Een kaart met waarnemingen van bruinvissen, zoals door de BMM verzameld (zonder de waarnemingen gemaakt tijdens zeevogeltellingen door het INBO), werd opgemaakt in het kader van het project WAKO (warrelnet en boomkorvisserij), en wordt weergegeven in Figuur 27 (Depestele *et al.*, 2007, in voorbereiding). Gezien deze kaart, net zoals de kaart weergegeven in het MER, niet gerelateerd is aan waarnemersinspanning, dient ze met de nodige omzichtigheid te worden geïnterpreteerd.



Figuur 27. Aantal waarnemingen van groepjes bruinvissen die tussen 1995 en 2007 (juni) door derden gerapporteerd werd aan BMM, en dat tijdens toezichtsvluchten uitgevoerd door BMM waargenomen werd. De waarnemingen tijdens toezichtsvluchten kunnen omwille van de aard van de opdracht in de meeste gevallen niet als effort-related beschouwd worden (samengeteld per maand); voorlopige data, WAKO (in voorbereiding).



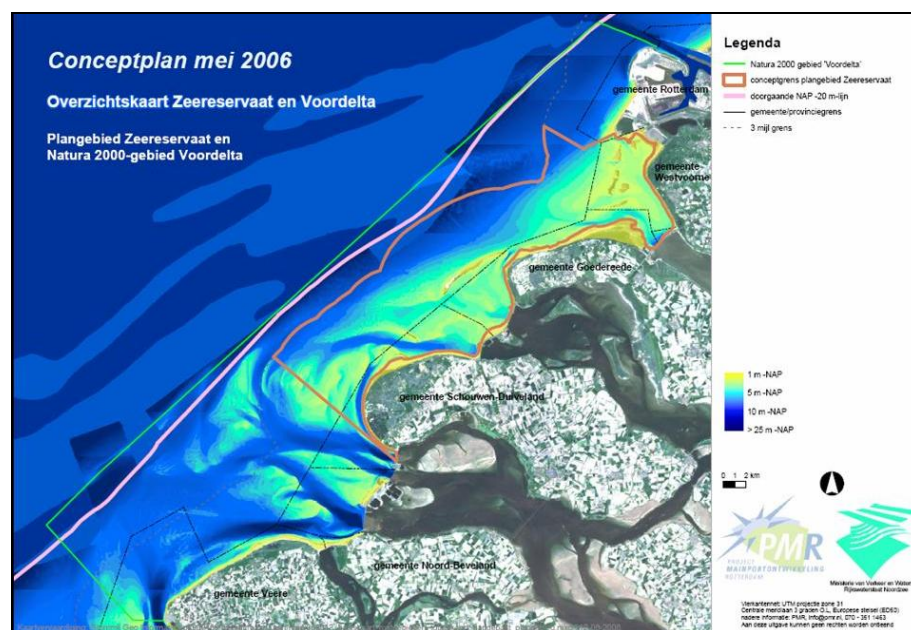
Figuur 28. Waarnemingen van groepjes bruinvissen tussen 1995 en 2007 (tot en met juni), zoals aanwezig in het databestand van de BMM (zonder de waarnemingen tijdens zeevogeltellingen uitgevoerd door het INBO). De meeste waarnemingen vonden plaats in het voorjaar, en tussen 2005 en 2007; de grootte van de groep was gemiddeld 2 dieren (kaart BMM opgesteld voor het project WAKO (in voorbereiding)).

### 11.2.2. De gewone zeehond *Phoca vitulina* en de grijze zeehond *Halichoerus grypus*

In België bevinden zich geen zeehondenkolonies (meer), maar zowel grijze als gewone zeehonden zijn aan onze kust de laatste jaren gewone verschijningen geworden. De meeste zeehonden die korte tijd aan onze kust verblijven, zijn ongetwijfeld vooral afkomstig van de Zeeuwse kolonies, de Baai van de Somme of het Estuarium van de Wash. De kolonies het dichtst bij de windmolenparcsite op de Bligh Bank bevinden zich aan de Nederlandse kust (Zeeland). In de Zeeuwse Delta bevinden zich ongeveer 300 gewone zeehonden en meer dan 100 grijze zeehonden (situatie 2007). De gewone zeehonden bevinden zich in de Westerschelde (50-100), de Oosterschelde (25-30) en de Voordelta (150-200). Het overgrote deel van de grijze zeehonden bevindt zich in de Voordelta (90%), waarvan de grootste kolonie zich op de Bol van de Ooster bevindt. De zeehondenkolonies in de Baai van de Somme (ongeveer 100 gewone zeehonden, een kleiner aantal grijze) en het Estuarium van de Wash (2.500 zeehonden) liggen te ver van het windmolenparkgebied op de Bligh Bank om nog verder in beschouwing te nemen voor het bepalen van een impact op de kolonie zelf. Onderzoek met zeehonden uitgerust met een satelliet-zender uitgevoerd door Wageningen-IMARES in opdracht van NUON-Shell heeft echter uitgewezen dat zeehonden op korte tijd grote afstanden afleggen. Zo is er uitwisseling tussen de zeehondenkolonies in de Waddenzee en die in Zeeland, en zwemmen in Zeeland gemerkte dieren op korte tijd tot voor de Noord-Franse kust om daarna naar Zeeland terug te keren.

De zeehondenkolonies (rustplaatsen en kolonies op het land) in Zeeland bevinden zich op 40 – 65 km afstand van het meest nabije punt van de geplande windmolenparcsite (Bol van de Ooster: meer dan 60 km, Hooge Platen: meer dan 40 km). De kortste afstand tussen de windmolenparcsite en het Natura 2000 gebied “Voordelta” bedraagt meer dan 25 km, en de begrenzing van het Nederlandse plangebied Zeereservaat (zie overzichtkaart zeereservaat en voordelta, concept mei 2006, op <http://www.noordzeeloket.nl/> dd. 21/11/2007) ligt nog een stuk verder (zie Figuur 28).

De zeehondenkolonies in de zuidelijke Noordzee doen het goed de laatste jaren. Over het algemeen is er een stijgende trend in het aantal dieren in de zuidelijke Noordzee, nadat de zeehond er vrijwel uitgestorven was, zeker in de kolonies het dichtst bij Belgische wateren. De stijgende trend is te danken aan een betere waterkwaliteit, een betere wettelijke bescherming, maatregelen voor bepaalde types visserij, het beschermen van rustgebieden, immigratie van zeehonden uit andere delen van de Noordzee en het opvangen en vrijlaten van zeehonden in nood, onder meer in het Blankenbergse SeaLife Center.



Figuur 29. Ligging van het NATURA 2000 gebied Voordelta (groene lijn) en voorstel zeereservaat (bruine lijn), concept mei 2006. De 20m dieptecontour is aangegeven met een roze lijn. Overgenomen uit <http://www.noordzeeloket.nl> dd. 21/11/2007.

### 11.3. Te verwachten effecten

Tijdens de constructiefase en exploitatiefase kunnen rechtstreekse en onrechtstreekse effecten verwacht worden op zeezoogdieren door het verhoogde onderwatergeluid. Gegevens over dit geluid en de mogelijke effecten op zeezoogdieren worden grotendeels in het hoofdstuk geluid besproken. De mogelijke effecten van het onderwatergeluid op zeezoogdieren werden – gezien resultaten van buitenlands onderzoek – mogelijk onderschat. Vandaar dat een aanpassing van de monitoring van het project op de Thorntonbank aangewezen is.

#### **Constructie- en ontmantelingsfase**

De mogelijke effecten op zeezoogdieren tijdens de ontmantelingsfase zullen in een worst case scenario gelijkaardig zijn aan deze tijdens de constructiefase. Hieronder worden enkel de mogelijke effecten tijdens de constructiefase besproken.

#### Seismisch onderzoek

Het seismisch onderzoek vóór de constructiefase kan een significant effect hebben op zeezoogdieren in de omgeving, en zelfs een gehoorverlies of de dood veroorzaken. In het MER wordt melding gemaakt van de preventief te nemen maatregelen bij seismisch onderzoek in het UK<sup>14</sup>. Er wordt

<sup>14</sup>MER p. 169 en p. 176

echter geen melding gemaakt van de specifieke wetgeving m.b.t. seismisch onderzoek die in Belgische wateren van kracht is, en die ontwikkeld werd voor de preventie van effecten op zeezoogdieren (Artikel 19 van het Koninklijk Besluit van 21 december 2001 betreffende de soortenbescherming in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België, Belgisch Staatsblad van 14 februari 2002). Bovendien worden in het MER afschrikmechanismen voorgesteld om te gebruiken bij seismisch onderzoek. Seismisch onderzoek is in de meeste gevallen echter dynamisch, en vaak worden grote gebieden onderzocht. De preventieve maatregelen van toepassing in het UK omvatten een 'ramp up' procedure, en het staken van seismisch onderzoek bij het waarnemen van zeezoogdieren. Het voorzien van afschrikmechanismen (pingers) bij dit onderzoek, zoals voorgesteld in het MER (zonder dat dit concreet voorgesteld wordt bij de uitvoering van de werken) is minder geschikt.

In het MER stelt men dat de geluidsfrequenties die gebruikt worden bij het seismisch onderzoek niet interfereren met de geluidsfrequenties van bruinvissen en zeehonden, en dat daardoor de effecten als verwaarloosbaar worden geschat<sup>15</sup>. Deze vergelijking is echter niet correct: men dient een onderscheid te maken tussen antropogeen geluid met een gelijkaardige frequentie als dat van het audiogram van zeezoogdieren, en antropogeen geluid (onafhankelijk van de frequentie) dat van dergelijk niveau is dat het fysisch schade kan berokkenen aan organismen. Er werd voldoende aangetoond dat grote drukverschillen, zoals deze veroorzaakt door sterke geluidsbronnen, potentieel zeer schadelijk kunnen zijn voor zeezoogdieren, onafhankelijk van een relatie tussen de frequentie van het geluid en de frequentie waarvan de zeezoogdieren gebruik maken bij de communicatie, de oriëntatie en het foerageren.

Gezien er een gepaste regelgeving bestaat voor seismisch onderzoek, en het geen deel uitmaakt van de aanvraag van de vergunning en machtiging, wordt dit onderwerp niet verder behandeld in de beoordeling van de effecten.

#### Heien van palen

Vooraf het heien van palen kan een belangrijke geluidsoverlast veroorzaken over grote oppervlaktes zeegebied. In het verleden werden de geluidsniveaus en de mogelijke effecten van het heien onderschat, onder meer in de milieueffectenbeoordeling voor het windmolenpark op de Thorntonbank. De effecten op zeezoogdieren variëren van verstoring (tot op tientallen km van de werf) tot blijvende fysische schade (binnen enkele honderden m van de werf) en mogelijk zelfs de dood. Daarnaast kan het heien van palen de prooisorten van zeezoogdieren verstoren. Gedwongen verplaatsingen naar gebieden die qua voedselvoorziening minder geschikt zijn, kunnen zeer schadelijk zijn voor bruinvissen, gezien ze niet lang zonder voedsel kunnen. Er werd aangetoond dat bruinvissen in gevangenschap dagelijks 4 tot 9.5% van hun lichaamsgewicht aan voedsel nodig hebben, en in het wild waarschijnlijk nog meer, gezien het koudere water en de grotere inspanning nodig om levende prooien te bemachtigen (Kastelein *et al.*, 1997). Indien ze niet genoeg voedsel kunnen bemachtigen wordt de vetreserve aangesproken. Dit maakt het in theorie mogelijk om 3 tot 5 dagen te kunnen overleven, afhankelijk van de initiële fysische toestand van het dier. Gezien de vetreserve ook gebruikt wordt bij thermoregulatie kan een dier echter sterven door hypothermie vóór de volledige vetreserve aangesproken werd, waardoor de levensverwachting van een bruinvis 3 dagen is bij 20°C (Kastelein *et al.*, 1997). Na 24 uren zonder voedsel is het dier al sterk verzwakt. Daarbij is het belangrijk te vermelden dat migraties van bruinvissen binnen de Noordzee waarschijnlijk vooral door de beschikbaarheid van voedsel gedreven worden. De mogelijke effecten worden samen met de voorwaarden en mitigerende maatregelen meer in detail besproken in het hoofdstuk geluid.

---

<sup>15</sup> MER p. 169 en p. 263



Het is niet mogelijk te voorspellen hoe lang zeezoogdieren afwezig zullen zijn, of in lagere aantallen zullen voorkomen na de werken. Na de constructie (heien van palen) van de windmolenparken Egmond aan Zee, Q7, en Nysted bleven bruinvissen weg uit het gebied; de reden daarvoor was niet duidelijk (cfr. overlegvergadering op 18/10/2007 met NL). Het is echter zeer moeilijk om oorzaak-effect relaties vast te leggen, gezien onder meer de maandelijkse en jaarlijkse schommelingen in het voorkomen van bruinvissen in de zuidelijke Noordzee; zo waren er veel lagere aantallen bruinvissen in Nederlandse kustwateren in het voorjaar van 2007 dan in 2006 (Camphuysen, persoonlijke mededeling). Ook de aantallen prooiorganismen van bruinvissen kunnen van jaar tot jaar variëren.

Zeehonden zijn volgens de meeste onderzoekers minder gevoelig voor geluid dan bruinvissen (in Gordon *et al.*, 2007). Bovendien verblijven zeehonden overwegend dicht bij de kust, waar zich rustplaatsen en kolonies bevinden, en zijn ze minder frequent aanwezig verder op zee, waaronder in het windmolenparkgebied. Gezien de afstand tot de Nederlandse Delta, en meer in het bijzonder van de zeehondenkolonies en het NATURA 2000 gebied Voordelta (25 – 65 km), kan niet verwacht worden dat fysieke schade of verstoring zal veroorzaakt worden bij de zeehonden die zich in dat gebied bevinden. Het is evenwel te verwachten dat het geluid veroorzaakt door het heien voor zeehonden in een zeer ruim gebied rond de bouwwerf hoorbaar zal zijn (zie hoofdstuk geluid).

#### Verstoring door scheepvaart, baggeren en het leggen van de kabel

De tijdelijke verstoring die optreedt door de aanwezigheid van vaartuigen, het baggeren van sediment, het storten van de erosiebescherming, etc. tijdens de constructiefase zullen waarschijnlijk beperkt zijn, gezien de mobiliteit van zeezoogdieren, het geringe gebied waarover deze effecten merkbaar zullen zijn, en de tijdelijke aard van de werken. De aanleg van de kabel zal een verstoring veroorzaken over een relatief beperkt gebied gedurende een relatief korte periode. Na het leggen van de kabel zal de omgeving zich herstellen.

Waarschijnlijk zullen zeezoogdieren tijdens de werkzaamheden in het gebied (heien, baggeren, storten van erosiebescherming) grotendeels ontbreken, en zal ook de dichtheid aan prooi-soorten voor zeezoogdieren in de omgeving van de bouwwerf verlaagd zijn. De effecten tijdens de ontmantelingsfase zullen waarschijnlijk vergelijkbaar zijn als deze tijdens de constructiefase.

#### ***Exploitatiefase***

De effecten van windturbines in de exploitatiefase zijn grotendeels onbekend. Mogelijk zal een verstoring optreden door een toename in onderwatergeluid afkomstig van de turbines. Meer acute effecten, zoals trauma's of sterfte, kunnen niet verwacht worden (zie hoofdstuk geluid). Mogelijk kan ook gewenning optreden. Terwijl na de constructiefase van het Horns Rev windmolenpark (Denemarken) de bruinvissen terugkeerden, was dat 2 jaar na de constructie van het Nysted windmolenpark (Denemarken) nog steeds niet het geval (DEA, 2006). Het is niet gekend of dit door de aanwezigheid van de turbines is, dan wel nog een gevolg van de constructiewerken. Op zeehonden werden te Nysted en Horns Rev tijdens de operationele fase geen effecten waargenomen (DEA, 2006). Een verstoring door het verhoogde scheepvaartverkeer van en naar het windmolenpark kan in dit gebied eventueel gecompenseerd worden door het in geringere mate aanwezig zijn van vissersvaartuigen. De indirecte effecten van de verstoring blijven echter grotendeels een hiaat in de kennis.

Naast de mogelijke verstoring, kan de aanwezigheid van de palen, met de geassocieerde fauna, een verandering teweegbrengen in het voedselaanbod voor zeezoogdieren. Gezien zich andere soorten kunnen vestigen, en gezien de hogere biomassa rond harde substraten (zie hoofdstuk benthos), is dit mogelijk een positief effect voor wat betreft de zeezoogdieren. Ook de vermindering van visserij kan

positief blijken voor zeezoogdieren. Mogelijk zullen de funderingen (afhankelijk van het type dat gebruikt wordt) een rustplaats bieden aan zeehonden. Meetboeien in de omgeving van de Westhindermeetpaal worden af en toe gebruikt door grijze zeehonden om op uit te rusten (Vlaamse Hydrografie, persoonlijke mededeling).

### ***Cumulatieve effecten***

Indien bij de aanleg van parken voor een langere periode wordt geheid dan voor Belwind alleen, zullen zeezoogdieren de zone voor een langere periode verlaten, en kunnen de onrechtstreekse effecten op hun voedselopname (foerageergebieden) in principe ernstiger worden. De gevolgen daarvan zijn moeilijk te voorspellen want de voedselbronnen en het foeragegedrag zijn voor de bruinvis in de zuidelijke Noordzee in het bijzonder niet goed gekend.

De cumulatieve effecten te verwachten bij de exploitatie van windmolenparken op de Bligh Bank, de Bank zonder naam en de Thorntonbank zullen samen niet groter zijn dan de som van de effecten van de aanleg en exploitatie van de parken afzonderlijk.

## ***11.4. Besluit***

### **11.4.1. Aanvaardbaarheid**

Tijdens de constructiefase kan vooral het heien van palen een zeer negatief effect hebben op zeezoogdieren. Deze effecten zijn afkomstig van het verhoogde onderwatergeluid, en worden in het betreffende hoofdstuk besproken en beoordeeld. Ze zijn aanvaardbaar gezien deze werken zeer tijdelijk zijn, en gezien mits het naleven van de voorwaarden directe fysische schade niet verwacht wordt. De verstoring zal beperkt zijn in de tijd, en er kan verwacht worden dat het gebied zich zal herstellen na deze werken.

Het baggeren, het leggen van de kabels, en het verhoogde scheepvaartverkeer, zullen een minder belangrijke verstoring vormen voor zeezoogdieren, en zijn beperkt in tijd en ruimte. Ze zijn bovendien van dezelfde aard en intensiteit als de bestaande gelijkaardige activiteiten en zijn dus aanvaardbaar.

Om de effecten op zeezoogdieren vast te kunnen stellen, en om de mitigerende maatregelen eventueel aan te passen, is een uitgebreide monitoring noodzakelijk. Dergelijke monitoring werd voor de constructie en exploitatie van het windmolenpark op de Thorntonbank minder noodzakelijk geacht. Gezien de recente bevindingen over mogelijke effecten dient het monitoringsplan aangepast te worden.

Tijdens de exploitatiefase kan verwacht worden dat de effecten van het onderwatergeluid op zeezoogdieren gering zullen zijn, gezien de voorlopige gegevens uit het buitenland, hoewel dit grotendeels als een hiaat in de kennis kan beschouwd worden (zie hoofdstuk geluid). De aanwezigheid van de palen en de vermindering van visserij in het gebied kan een verandering teweegbrengen in het voedselaanbod voor zeezoogdieren. De mogelijke effecten zijn aanvaardbaar, maar gezien ze chronisch kunnen zijn gedurende een lange periode, dient een monitoring van deze effecten in een monitoringsplan te worden opgenomen.

De cumulatieve effecten door het heien van palen in meerdere windmolenparken met korte onderbrekingen, kan tot gevolg hebben dat zeezoogdieren een aantal malen weggejaagd worden uit het gebied, wat men als cumulatieve effecten kan beschouwen. Vandaar dat als aanbeveling gesteld wordt dat de heiwerkzaamheden in een zo kort mogelijke periode uitgevoerd worden (zie aanbevelingen hoofdstuk geluid).

Er worden door de exploitatie van twee of drie parken samen geen effecten verwacht die groter zijn dan de som van de effecten van de parken afzonderlijk. De cumulatieve effecten te verwachten bij de exploitatie van windmolenparken op de Bligh Bank, de Bank zonder naam en de Thorntonbank zullen waarschijnlijk gering zijn, cfr. de individuele effecten van de parken onderling. Op grote afstand van het concessiegebied, zoals de Nederlandse Voordelta en de Belgische kustzone, kunnen geen significante effecten worden verwacht.

Mits het naleven van de voorwaarden oordeelt de BMM bijgevolg dat de risico's van mogelijke effecten op zeezoogdieren door de constructie en exploitatie van een windmolenpark op de Bligh Bank aanvaardbaar zijn, zowel voor de zeezoogdieren in de Belgische zeegebieden, als deze in Nederlandse wateren, inclusief de Voordelta. Ook de risico's op cumulatieve effecten door de aanleg en exploitatie van twee of drie windmolenparken zijn aanvaardbaar.

#### 11.4.2. Aanbevelingen en voorwaarden

De voorwaarden en aanbevelingen voor de bescherming van zeezoogdieren worden grotendeels in het hoofdstuk geluid opgenomen. De milderende maatregelen voorgesteld voor bruinvissen in het hoofdstuk geluid kunnen ook voor de andere zeezoogdieren als gepaste milderende maatregel beschouwd worden.

##### *11.4.2.1. Aanbevelingen*

De aanbevelingen voor dit hoofdstuk zijn gerelateerd met de aanbevelingen die gemaakt worden in het hoofdstuk geluid.

##### *11.4.2.2. Voorwaarden*

Indien in geologische voorstudies seismische technieken gebruikt worden, dienen deze te voldoen aan de voorschriften van het koninklijk besluit van 21 december 2001 betreffende de soortenbescherming in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België, in het bijzonder aan het bepaalde in artikel 19 van dit koninklijk besluit. Deze opmerking doet geen afbreuk aan de verplichting om alle van kracht zijnde reglementen in acht te nemen.

### *11.5. Monitoring*

Hoewel dit rapport een aantal onderdelen los van elkaar beoordeelt, is het duidelijk dat vele interacties bestaan. Zo hebben directe effecten op benthos en vis onvermijdelijk ook indirecte effecten op hun predatoren, waaronder vogels en zeezoogdieren, en vice versa. Indirecte effecten zijn in vele gevallen nog moeilijker te voorspellen dan directe effecten. Vandaar dat een degelijke monitoring van de effecten van de bouw en exploitatie van een windturbinepark op zee noodzakelijk is. Het is vooral belangrijk om de mogelijke effecten op de verspreiding van bruinvissen vast te stellen.

Het is van groot belang dat de monitoring geluid en de monitoring zeezoogdieren gezamenlijk geïnterpreteerd worden bij de rapportage. Er moet nagegaan worden of er correlaties zijn tussen het geluid en de effecten op de zeezoogdieren. Zo kunnen eventuele oorzaak-effect relaties worden aangetoond.

Het monitoringsplan voor het windmolenpark op de Thorntonbank dient te worden afgestemd op het monitoringsplan dat voor dit project voorgesteld wordt, gezien de recente resultaten van onderzoek naar de impact op zeezoogdieren, en de resultaten van het overleg met Nederland dd. 18/10/2007. Het totale budget dat voorzien was voor de monitoring van de effecten van het vergunde windmolenpark op de Thorntonbank wordt echter niet verhoogd.

### 11.5.1. Jaar 0

Vóór de aanvang van de werken dienen vliegtuigsurveys (2 keer 2 uren tussen januari en april) worden uitgevoerd in het gebied en daarbuiten, om het voorkomen van bruinvissen en eventueel andere zeezoogdieren vast te stellen. De methodologie daarbij gebruikt dient gelijkaardig te zijn aan deze gebruikt tijdens de SCANS II survey. Deze monitoring dient te worden verder gezet tijdens de constructie- en exploitatiefase.

Vóór de aanvang van de werken dienen in het gebied, of in de omgeving van het (toekomstige) windpark, 2 T-PoD's te worden verankerd (ter bepaling van de referentie) beide gedurende een half jaar (gespreid over het jaar). Een T-PoD (Porpoise Detector) is een autonoom monitorsysteem voor ultrasoon geluid. Met behulp van T-PoDs kan de aanwezigheid van bruinvissen en dolfijnen in een gebied bepaald worden. Het toestel dient te worden verankerd, en heeft een autonomie tot enkele maanden, afhankelijk van de batterijen en de instellingen. Een T-PoD voert een monitoring uit van geluiden onder water, en neemt de tijdsduur en lengte van relevante 'clicks' op bepaalde frequenties op met een resolutie van 10 microseconden. De bijhorende software analyseert achteraf de opgenomen clicks, en identificeert de geluiden gemaakt door dolfijnen en bruinvissen (met een indicatie van de probabilliteit).

In het monitoringverslag zeevogels dienen de gegevens over waarnemingen van zeezoogdieren te worden opgenomen. Opmerkelijke waarnemingen tijdens de monitoring van zeevogels dienen ad hoc aan de BMM te worden meegedeeld.

### 11.5.2. Constructiefase

Tijdens de constructiefase, en vooral tijdens het heien van palen, kan verwacht worden dat zich een belangrijke verstoring van zeezoogdieren zal voordoen, en dat zeezoogdieren het gebied zullen mijden. Aan de hand van de monitoring van de effecten, kunnen de werkzaamheden eventueel aangepast worden, cfr. de voorwaarden en aanbevelingen. Om eventuele effecten vast te kunnen stellen, wordt de volgende monitoring van zeezoogdieren bepaald:

1. Waarnemingen van zeezoogdieren dienen te worden gemeld aan de BMM, met gegevens (indien gekend) over soort, aantal, positie, uur en gedrag.
2. In het monitoringverslag zeevogels dienen de gegevens over waarnemingen van zeezoogdieren worden opgenomen. Daarbij dient in het bijzonder aandacht te worden besteed aan het gedrag van de dieren.
3. Voor het vaststellen van effecten dienen 2 T-PoD's te worden verankerd in het concessiegebied, en als referentie 2 T-PoD's op verschillende plaatsen buiten het gebied. De verankering dient zoveel mogelijk te worden gecoördineerd met de verankering van andere toestellen, en dient minstens jaarlijks in totaal een half jaar te bestrijken voor elke T-PoD.
4. De gegevens uit het rapport zeezoogdieren dienen te worden gerelateerd aan de metingen en de conclusies in het rapport over de geluidsmetingen om eventuele verbanden vast te kunnen stellen. Dit gebeurt best door de uitvoerder van het rapport zeezoogdieren.

### 11.5.3. Exploitatiefase

In het MER<sup>16</sup> wordt voorgesteld om voor de monitoring van zeezoogdieren schepen te gebruiken, en volgens de European Seabirds at Sea (ESAS) normen te werken. Deze normen werden echter vooral uitgewerkt voor zeevogels, en hebben beperkingen voor het monitoren van zeezoogdieren. De BMM wijst erop dat voor het onderzoek van zeezoogdieren meer specifieke methodologieën uitgewerkt werden, onder meer in het kader van SCANS I en SCANS II (Sea Mammal Research Unit (<http://smub.st-and.ac.uk>)). Er wordt geen specifieke bijkomende monitoring van zeezoogdieren *vanaf schepen* voorgesteld, hoewel bijkomende gegevens wel zullen afkomstig zijn uit de monitoring van de zeevogels. Waarnemingen van zeezoogdieren, met gegevens over de soort, de aantallen, de positie, het uur en het gedrag, dienen in het verslag over de monitoring van zeevogels gevoegd te worden en overgemaakt te worden. Er dienen tevens gegevens te worden bijgevoegd over de weersomstandigheden en de waarnemersinspanning, zodat een effort-related analyse kan gemaakt worden.

Gezien de monitoring *vanuit een vliegtuig* kostenefficiënt is, wordt voorgesteld om voor het bepalen van de dichtheid van zeezoogdieren een vliegtuig te gebruiken. Twee maal per jaar in het voorjaar (tussen januari en april) dient bij goede weersomstandigheden en met een geschikt vliegtuig (hoge vleugel, trage vlucht, PC gekoppeld met GPS, bubble window(s), ten minste 2 waarnemers, veiligheidsmaterieel om boven zee te vliegen,...) een survey van 2 uren te worden uitgevoerd boven het gebied en de omliggende zone. Daarbij dient de methodologie ontwikkeld in het SCANS project zoveel mogelijk worden gevolgd. Deze monitoring kan gespreid worden over de verschillende windparken.

In het gebied dienen 2 T-PoDs verankerd te worden. Als referentie worden 2 T-PoDs verankerd op verschillende plaatsen buiten het windpark.

Tijdens de ontmantelingsfase dient een monitoring te worden uitgevoerd met de beste technieken en methodes die op het moment van de ontmanteling beschikbaar zijn.

---

<sup>16</sup>MER p.177

<b>Belwind Zeezoogdieren</b>	Baseline	Constructie- en afbraakfase	Exploitatiefase
Onderwerp	Zeezoogdieren	Zeezoogdieren	Zeezoogdieren
Doel	Bepaling van de aanwezigheid van bruinvissen en dolfijnen in het gebied vóór de werken.	Bepalen van de effecten van de werken op de aanwezigheid van zeezoogdieren in het windmolenpark en daarbuiten.	Bepalen van de effecten van de windturbines op de aanwezigheid van zeezoogdieren in het windmolenpark en daarbuiten.
Timing	Voor de bouw van de eerste 6 WT	Tijdens het heien	Tijdens de exploitatie
Methode	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plaatsing van 2 T-PoDs ter bepaling van referentie</li> <li>• Vlieguren</li> </ul>	Plaatsing van 2 T-PoDs ter bepaling van referentie en 2 T-PoD's in het concessiegebied	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plaatsing van 2 T-PoDs ter bepaling van referentie en 2 T-PoD's in het concessiegebied</li> <li>• Vlieguren</li> </ul>
Frekwentie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beide T-PoD dienen gedurende een half jaar verankerd te worden (gespreid over het jaar)</li> <li>• 2 x 2 uren vliegtuigtellingen bij gunstig weer tussen januari en april</li> </ul>	Alle T-PoD dienen gedurende een half jaar verankerd te worden (gespreid over het jaar)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle T-PoD dienen gedurende een half jaar verankerd te worden (gespreid over het jaar)</li> <li>• 2 x 2 uren vliegtuigtellingen bij gunstig weer tussen januari en april</li> </ul>
Presentatie van de resultaten	Na jaar 0	Na jaar 2 De gegevens over waarnemingen van zeezoogdieren dienen in het monitoringverslag van de zeevogels te worden opgenomen. Daarbij dient in het bijzonder aandacht te worden besteed aan het gedrag van de dieren.	Na jaar 5 De gegevens over waarnemingen van zeezoogdieren dienen in het monitoringverslag van de zeevogels te worden opgenomen. Daarbij dient in het bijzonder aandacht te worden besteed aan het gedrag van de dieren.

		De gegevens uit het rapport zeezoogdieren dienen te worden gerelateerd aan de metingen en de conclusies in het rapport over de geluidsmetingen om eventuele verbanden vast te kunnen stellen.	De gegevens uit het rapport zeezoogdieren dienen te worden gerelateerd aan de metingen en de conclusies in het rapport over de geluidsmetingen om eventuele verbanden vast te kunnen stellen.
--	--	---	---

\* Deze onderwerpen kunnen gedeeld worden door de verschillende windmolenparken. Het totale voorziene budget voor monitoring van het geluid en monitoring van zeezoogdieren verhoogt niet.

In dit plan zijn niet opgenomen:

1. de meldingen van waarnemingen aan de BMM door de aanvrager: geen budget voorzien (aanvrager – vergunninghouder)
2. de opname van waarnemingen in het rapport onderzoek van vogels: opgenomen in het budget voor de monitoring van vogels.

## 12. Avifauna

### 12.1. Inleiding

De Belgische zeegebieden (BZG) zijn van internationaal belang voor een groot aantal zeevogels. Ze doen dienst als overwinteringsgebied, trekgebied of als foerageergebied tijdens het broedseizoen. Tijdens de migratieperiodes in de lente en de herfst wordt de grootste diversiteit waargenomen. Er is een duidelijk seizoenaal verschil in het voorkomen van soorten. In de winter zijn futen, duikers, zeekoet en zwarte zee-eend typerend, in de zomer zijn stern, jagers en mantelmeeuwen dominante soorten (Seys, 1999; Stienen & Kuijken, 2003). De zandbanken in de BZG blijken van groot belang voor rustende zeevogels. Seys (1999) stelde vast dat de hoogste densiteiten van zeevogels gevonden worden op de hellingen van deze zandbanken. Naast typische zeevogels komen ook niet-zeevogels, zoals zangvogels, voor boven de BZG. 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 drie speciale beschermingszones voor vogels (SBZ-V) in de BZG ingesteld: SBZ-V1- Nieuwpoort (grote stern en fuut), SBZ-V2- Oostende (grote stern, fuut, visdief, dwergmeeuw) en SBZ-V3- Zeebrugge (grote stern, visdief, dwergmeeuw).

Het windmolenpark op de Bligh Bank, waarvoor een aanvraag werd ingediend, zal mogelijk negatieve effecten hebben op de migrerende en de lokale avifauna. Het doel van deze studie is dan ook te evalueren of de effecten van het windmolenpark op de Bligh Bank op de vogels aanvaardbaar zijn en of er maatregelen dienen genomen te worden om de effecten te reduceren. Vervolgens dient een gepaste monitoring te worden opgezet.

### 12.2. Startsituatie

In het recente rapport “Referentiestudie van de avifauna van de Thorntonbank” (Vanermen *et al.*, 2006) wordt per soort het voorkomen in de BZG besproken. Die studie is gebaseerd op vogeltellingen uitgevoerd door het toenmalige Instituut voor Natuurbehoud tussen 1992 tot 2005. Uit die tellingen blijkt dat de soorten die het meeste voorkomen op de Bligh Bank typische niet-kustgebonden zeevogels zijn zoals alk, drieteenmeeuw, jan van gent en zeekoet. In mindere mate komen er andere soorten voor zoals duikers, fuut, visdief, grote stern, grote jager, noordse stormvogel, zilvermeeuw, stormmeeuw en zwarte zee-eend. Kleine mantelmeeuw en grote mantelmeeuw zijn algemene soorten in de BZG, maar de Bligh Bank behoort niet tot hun concentratiegebied. In het verleden kwam het gebied van de Bligh Bank niet naar voren als mogelijk vogelrichtlijngebied (Haelters *et al.*, 2004).

Afgaande op de analyses uitgevoerd door Vanermen *et al.* (2006) valt op de Bligh Bank een soortensamenstelling en vogeldichtheden te verwachten die typerend zijn voor het diepere water en zullen waarschijnlijk veel overeenkomsten vertonen met de overige hinderbanken. Deze soortensamenstelling is iets armer dan deze op de Thorntonbank. Hoewel er een goed beeld bestaat van de avifauna in de BZG zijn er op de Bligh Bank tot op heden zeer weinig tellingen verricht van de aanwezige vogels.

De mogelijke effecten van de constructie en exploitatie van windturbines op vogels zijn afhankelijk van tal van factoren, waaronder de lokale situatie. Daardoor kan de impact per locatie verschillen en dienen de effecten per windmolenpark te worden beoordeeld.



## 12.3. Te verwachten effecten en milderende maatregelen

### 12.3.1. Bouwfase

Gedurende de bouwfase is het belangrijkste effect de verstoring door de productie van geluid en trillingen, het kabelleggen en de toegenomen scheepvaart. De effecten tijdens de constructiefase bleken in Denemarken soortspecifiek te zijn: alkachtigen vermeden de zone, terwijl Zilvermeeuw aangetrokken werd door de scheepvaartactiviteit en de mogelijkheid om te zitten op de constructies in aanbouw (Christensen *et al.*, 2003; Petersen *et al.*, 2006).

Door Leopold & Camphuysen (2007) werd onderzoek uitgevoerd naar de effecten van het onderwatergeluid op vogels veroorzaakt door het heien van de turbinepalen bij de aanleg van een windmolenpark op acht zeemijl ten noordwesten van IJmuiden (Nederland). Een aantal preventieve maatregelen (inzet van pingers voor het afschrikken van duikende vogels en zeezoogdieren, een ‘ramp-up’ procedure) werden toegepast, maar het onderzoek vond plaats in een periode met zeer weinig duikende vogels, die als meest kwetsbaar beschouwd worden, in het gebied. Er wordt verwacht dat de effecten van de constructie van het windmolenpark op de avifauna gering negatief zullen zijn, gezien de beperktheid in omvang van het gebied waar wordt gewerkt en gezien de werken beperkt zijn in tijd.

Bij de beoordeling van de effecten van de bekabeling in het MER wordt gesteld dat bij de optie ‘aanlanding Oostende’ het Vogelrichtlijngebied SBZ-V2 niet zal doorkruist worden. Dit is bij deze optie echter wel het geval.

Volgens Art.6§3 van het KB van 14 oktober 2005<sup>17</sup> (KB SBZ) moet er een ‘passende beoordeling’ worden gemaakt indien er significante effecten worden verwacht in de speciale beschermingszone. Hoewel dit niet het geval is bij de aanlanding van de kabel werd er door de aanvrager toch een ‘passende beoordeling’ bij het MER opgenomen.

Bij de aanlanding in Oostende wordt een gering negatief effect verwacht voor de kustgebonden soorten fuut, zwarte zee-eend en roodkeelduiker die daar periodisch voorkomen. De werken zullen voor een verhoogde turbiditeit en verstoring zorgen en dus een plaatselijk en tijdelijk negatief effect op deze soorten hebben. In SBZ-V3 zijn deze soorten minder abundant waardoor de effecten van een aanlanding in Zeebrugge op deze soorten waarschijnlijk minder negatief zouden zijn dan bij een aanlanding in Oostende. Daarentegen zijn er rond Zeebrugge periodisch grote aantallen sternes aanwezig, die zijn echter minder verstoringgevoelig op zee. Er kan dus worden besloten dat er geen reden is om significante negatieve effecten te verwachten van de kabellegging.

De aanleg van de transportkabel naar land wordt tijdens de periode januari - april van de fase 1 van het project gepland. Het is vooral in de maanden januari tot maart dat er in het gebied rond Oostende veel verstoringgevoelige soorten aanwezig zijn.

Indien er gravitaire funderingen zullen gebruikt worden moet er een grote hoeveelheid zand gebaggerd en verplaatst worden. Voor het volledige windmolenpark moet er 4.000.000 m<sup>3</sup> (3 MW turbines) of 3.600.000 m<sup>3</sup> (5 MW turbines) zand gestockeerd worden. Bij het terugstorten van dit zand bestaat de mogelijkheid dat er een slibpluim ontstaat doordat er fijn sediment in de waterkolom blijft. Een dergelijke

---

<sup>17</sup> Volgens art. 6 van het KB van 14 Oktober 2005 betreffende de instelling van speciale beschermingszones en speciale zones voor natuurbehoud in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België dient voor elk plan of project dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van het gebied een passende beoordeling gemaakt te worden waarbij rekening wordt gehouden met de instandhoudingdoelstellingen van het betrokken gebied, hierna KB SBZ genoemd.

pluim kan het visueel prederende vogelsoorten moeilijk maken om er te foerageren. Gezien er op de Bligh Bank weinig fijn sediment aanwezig is zal een eventuele slibpluim erg beperkt zijn in tijd en ruimte. Tijdens de overlegvergadering met Nederland op 18/10/2007 kwam het mogelijke effect van een dergelijke slibpluim ook aan bod. Doordat er weinig fijn sediment aanwezig is valt te verwachten dat het effect op visueel prederende vogels waarschijnlijk verwaarloosbaar zal zijn.

### 12.3.2. Exploitatiefase

Tijdens de exploitatiefase zijn er drie mogelijke effecten te onderscheiden voor lokale en migrerende vogels:

- habitatverlies voor die soorten die het windturbineparken zullen vermijden als foerageer- of rustgebied en/of habitatwijziging;
- het aanvaringsaspect waarbij vogels in aanvaring komen met de turbines met de dood tot gevolg;
- een barrière-effect van het windturbinepark waardoor migrerende vogels een langere weg moeten afleggen om rond het park heen te vliegen, wat resulteert in een verhoogde consumptie van energiereserves.

Een mogelijk bijkomend effect is het vallen van olieslachtoffers door een mogelijke olielozing.

#### 12.3.2.1. Habitatverlies

Het finale NERI (National Environmental Research Institute) rapport over de effecten op vogels van de offshore windmolenparken in Horns Rev en Nysted (Denemarken) toont aan dat de effecten erg soortspecifiek zijn. Over het algemeen werd waargenomen dat zeevogels de windturbineparken vermijden. De erg verstoringgevoelige soorten alk, zeekoet en duikers mijden het operationele windmolenpark 100 % (Petersen *et al.*, 2006). Het belang van de Bligh Bank is in het kader van het verspreidingsgebied van de zeekoet en alk echter beperkt, zodat ook het habitatverlies beperkt zal zijn. Onderzoek van Grontmij (2006) naar het vermijdingsgedrag van vogels toonde aan dat er een reductie was van 80% in de aantallen jan van gent in een straal van twee tot vier kilometer rond het park te Horns Rev. Er is aangenomen dat dit in het park praktisch 100% zal zijn. Duikers komen, zo ver van de kust zelden voor. Meeuwen toonden weinig vermijdingsgedrag. Enkel meeuwen en sterns werden regelmatig waargenomen in het windmolenpark in Horns Rev.

Een ander mogelijk effect is een habitatwijziging doordat er een visverbod geldt in de volledige windconcessiezone en door de introductie van vreemde substraten. Het visverbod en de rifvorming op de funderingen en de erosiebescherming kunnen tot gevolg hebben dat er een groter aanbod zal zijn van prooivissen. In de Deense windmolenparken in Nysted en Horns Rev werden er geen effecten waargenomen op visabundantie en –distributie (Kjaer *et al.*, 2006).

#### 12.3.2.2. Aanvaringen met windturbines

Zowel lokale zeevogels als migrerende vogels kunnen in aanvaring komen met de windturbines.

#### **Lokale vogels**

Het gevolg van het in 12.3.2.1. besproken vermijdingsgedrag is dat die soorten die dergelijk gedrag vertonen weinig risico lopen om in aanvaring te komen met de turbines. Welke soorten zeevogels in het gebied van de Bligh Bank het meeste risico lopen in aanvaring te komen met de turbines tijdens lokale vliegbewegingen is moeilijk te voorspellen. Op basis van gegevens over de aanvaringsgevoeligheid, verstoringgevoeligheid, vlieghoogte en aanwezigheid van die soorten in het gebied in Vanermen *et al.* (2006) zijn een aantal voorspellingen mogelijk. Alk en zeekoet werden nooit hoger dan 25 m boven het zeeoppervlak waargenomen, ze zijn ook erg verstoringgevoelig (Vanermen *et al.*, 2006) en vertonen vermijdingsgedrag voor windmolenparken (Petersen *et al.*, 2006). Bijgevolg kan worden verwacht dat ze

niet in aanvaring zullen komen met de turbines. Everaert & Stienen (2006) stelden vast dat het onshore windmolenpark te Zeebrugge een significant negatieve impact heeft op de broedkolonie stern en die zich daar zeer dichtbij bevindt. De broedende stern en worden niet verstoord door de windmolens, maar in 2004 en 2005 was er wel een verhoogde mortaliteit door aanvaringen (3,0-4,4% voor visdief; 1,8-6,7% voor dwergstern en 0,6-0,7% voor grote stern). Deze soorten zijn dus niet gevoelig voor verstoring door de windmolens, maar wel voor aanvaringen. Hoewel de Bligh Bank niet van erg groot belang is voor de stern en is het mogelijk dat er een aantal aanvaringsslachtoffers zullen vallen onder deze soorten. Ook volgens Vanermen *et al.* (2006) werden kleine en grote mantelmeeuw het vaakst op rotorhoogte waargenomen (respectievelijk 12 en 14%). Ook andere grote soorten (grote jager, zilvermeeuw en jan van gent) vlogen niet zelden op rotorhoogte. In combinatie met hun groot formaat en lage wendbaarheid zorgt dit ervoor dat deze soorten waarschijnlijk het gevoeligst zullen zijn voor aanvaring (Vanermen *et al.*, 2006).

De Nederlandse overheid merkte tijdens de overlegvergadering op 18/10/2007 op dat de vlieghoogtes in Vanermen *et al.* (2006) onderschat zijn en dat deze resultaten voor een aantal soorten worden tegengesproken door de studie van Krijgsveld *et al.* (2005) in het kader van het T0 onderzoek voor het Near Shore Windmolenpark Egmond aan Zee. Maar ook de resultaten van Krijgsveld *et al.* (2005) tonen aan dat overdag ongeveer 75 % van de lokale vliegbewegingen van zeevogels plaatsvinden in de laagste luchtlagen, met een gemiddelde hoogte van 11,3 m. In grote lijnen komen de resultaten overeen met Vanermen *et al.* (2006) en vervolgens kunnen de voorspellingen die gemaakt worden in die studie toch in beschouwing genomen worden.

In het MER dat werd opgesteld voor de bouw van het offshore windmolenpark Breeveertien II in Nederland (van de Bilt *et al.*, 2006) berekende men het te verwachten aantal aanvaringsslachtoffers per soort. Het procentueel grootste aantal aanvaringsslachtoffers is berekend voor de jan van gent en de drieteenmeeuw, respectievelijk 0,37 en 1,2 procent. Voor de overige soorten is de mortaliteit als percentage van de lokale populatie minder dan 0,1 procent.

De Nederlandse overheid deelde ook mee dat er bezorgdheid is over de effecten op de Nederlandse broedkolonies van de kleine mantelmeeuw omdat er is aangetoond dat deze soort tot 80 km afstand van de broedkolonie gaat foerageren. Zoals hierboven gezegd is het een van de meest gevoelige soorten voor aanvaring met de windturbines maar de additionele mortaliteit door de aanvaringen, zoals bevonden door van de Bilt *et al.* (2006) is niet van dien aard dat er een effect te verwachten valt op populatieniveau, al verdient dit onderwerp de nodige aandacht in het monitoringsprogramma. Tenslotte is de kleine mantelmeeuw een algemene soort in de Belgische en de Nederlandse zeegebieden en is de Bligh Bank geen concentratiegebied van deze soort.

### **Migrerende vogels**

De doortrek op zee gebeurt over een breed gebied waarvan de Bligh Bank deel uitmaakt. Het is bekend dat zowel 's nachts als overdag veel trekbewegingen op zee plaatsvinden, en dat er soms sprake is van een massale trek van bijvoorbeeld zangvogels, die zich tot ver op zee uitstrekt (Buurma, 1987; Alerstam, 1990). Migratie van niet-zeevogels gebeurt vooral tijdens dagen en nachten met gunstige wind. Niet-zeevogels benutten deze wind meestal maximaal door op grotere hoogte te vliegen. Krijgsveld *et al.* (2005) stelden vast dat migratie van deze soorten overdag plaatsvindt op meer dan 150 m, 's nachts vliegen de meeste migrerende vogels hoger dan 200 m. Zeevogels trekken voornamelijk in de lagere luchtlagen en dan voornamelijk onder de rotorhoogte (Krijgsveld *et al.*, 2005).

Tijdens slechte weersomstandigheden zijn het vooral niet-zeevogels die tijdens de trek aangetrokken worden door obstakels op zee en er vooral proberen neer te strijken ('falls') (Hüppop *et al.*, 2006). In

dergelijke omstandigheden kunnen ze dan ook in aanvaring komen met windturbines. Hüppop *et al.*, (2006) beschrijven dat er tussen oktober 2003 en december 2004 442 slachtoffers vielen (vooral koperwiek en zanglijster) doordat ze in aanvaring kwamen met een offshore onderzoekcentrum (FINO 1 platform) in Duitsland. Meer dan 50 % van deze aanvaringen gebeurden tijdens slechts twee nachten met erg slechte zichtbaarheid door mist en motregen. De vogels werden waarschijnlijk aangetrokken door het verlichte platform. De infrarood beelden toonden aan dat de vogels meermaals rond het verlichte platform vlogen en dat ze zichtbaar gedesoriëteerd waren. Bij dergelijke omstandigheden tijdens de voor- of najaarstrek valt het dus te verwachten dat er mogelijks niet-zeevogels in aanvaring zullen komen met het windmolenpark doordat ze aangetrokken of gedesoriëteerd worden door de verlichting van de windmolens. Op een Nederlands olieplatform lopen proeven met een aangepaste buitenverlichting i.p.v. normale verlichting. Het nieuwe type verlichting heeft een uitgebalanceerde samenstelling waarbij de delen van het kleurenspectrum die vogels afleiden (rood) geminimaliseerd zijn. Wetenschappelijke resultaten zijn nog niet bekend, maar de eerste signalen zijn erg positief: er worden veel minder vogels waargenomen op en rond het olieplatform. Indien dat verzoenbaar is met de veiligheidsmaatregelen zou het ook kunnen toegepast worden op windmolenparken en dan vooral op het transformatorplatform waar de buitenverlichting zou kunnen aangepast worden.

De opstellers van het MER stellen voor om voor een juiste positionering van het windmolenpark metingen te verrichten van de lokale vliegbewegingen vóór de bouw van het windmolenpark. De BMM wijst erop dat de positionering van de turbines in het park reeds vastgelegd wordt bij aflevering van de concessie voor het windmolenpark.

In de milieuvergunningsaanvraag van Belwind worden twee varianten van het project voorzien: ofwel worden er 60 turbines gebouwd van 5 MW ofwel 110 turbines van 3 MW. Er wordt verwacht dat met het alternatief van 3 MW er meer aanvaringslachtoffers zullen vallen gezien er meer turbines zullen geplaatst worden.

Het voorgaande doet vermoeden dat er geen significante effecten op de avifauna zullen zijn door aanvaring met de turbines, maar omdat de gevolgen van het aanvaringsaspect op populatieniveau grotendeels onbekend zijn verdient het veel aandacht in het toekomstige monitoringsprogramma.

#### *12.3.2.3. Barrière-effect*

Het barrière-effect van het geplande windmolenpark wordt bij de cumulatieve effecten besproken.

### 12.3.3. Cumulatieve effecten

Doordat er drie windmolenparken gepland zijn is het mogelijk dat er een cumulatie ontstaat van effecten. Voorlopig worden nergens anders verschillende parken zo dicht bijeen gepland en gebouwd: het is dan ook van groot belang om voldoende aandacht te schenken aan de cumulatieve effecten. De juiste planning van de drie toekomstige windmolenparken is nog niet gekend, maar er kan verwacht worden dat de bouwperiodes elkaar zullen overlappen. Het cumulatieve effect van de bouw van de parken bestaat dan uit de som van de effecten van de bouw voor elk van de parken afzonderlijk.

#### *12.3.3.1. Habitatverlies*

Tijdens de exploitatiefase van het park in Horns Rev (Denemarken) stelde men vast dat jan van gent, alk en zeekoet tot op enkele kilometer van de rand van het park vermijdingsgedrag vertonen (Grontmij, 2006). Het is dan ook mogelijk dat de gebieden die deze soorten vermijden voor de verschillende windmolenparken zullen overlappen. Dit kan er voor zorgen dat de meest verstoringgevoelige soorten het volledige windconcessiegebied vermijden. Bijgevolg betekent dit voor deze soorten een habitatverlies van 263 km<sup>2</sup> of 7,3 % van de BZG.

Doordat de windmolenparken erg dicht bij de grens met de Nederlandse zeegebieden gepland zijn en er sprake is van een uitdovingseffect van enkele kilometer vanaf de rand van de windmolenparken, wil dit zeggen dat er ook vogels zullen verstoord worden die zich in de Nederlandse zeegebieden bevinden. Dit zal voor een aantal soorten een zeer beperkt habitatverlies in de Nederlandse zeegebieden met zich meebrengen.

#### *12.3.3.2. Aanvaring met windturbines*

Hoewel de cumulatieve effecten van aanvaringen van vogels in de verschillende windmolenparken tot op heden moeilijk in te schatten zijn, is het bekend dat een licht verhoogde mortaliteit van zeevogels effect kan hebben op populatieniveau. Dit komt omdat zeevogels typische K-geselecteerde soorten<sup>18</sup> zijn, wat wil zeggen dat ze lang leven en jaarlijks een laag aantal jongen groot brengen. Ook al vallen er waarschijnlijk weinig aanvaringsslachtoffers, dit kan op lange termijn toch een significant effect hebben op de populatie (Drewitt & Langston, 2006). Dit kan ook van belang zijn voor migrerende vogels en dient voldoende onderzocht te worden.

#### *12.3.3.3. Barrière-effect*

Een laatste cumulatief effect is het barrière-effect van de drie geplande parken samen. Dit is van groot belang voor migrerende vogels. Doordat de Zuidelijke Noordzee de vorm van een flessenhals heeft, is het een erg belangrijke corridor voor migrerende zeevogels en niet-zeevogels (Lensink *et al.*, 2002; Vanermen *et al.*, 2006). Jaarlijks migreren naar schatting 1 – 1,3 miljoen zeevogels door dit gebied (Stienen *et al.*, 2007). Er is dan ook een erg groot verschil tussen de Zuidelijke Noordzee (en dus ook de BZG) en een land als Denemarken. In de zuidelijke Noordzee worden alle migrerende vogels door dezelfde corridor gestuwd. Het is van groot belang om deze migratie te monitoren en het barrière-effect van het windmolenpark op de vliegbewegingen te bestuderen. Het is bekend dat vogeltrek zowel overdag als 's nachts plaatsvindt, al is de dagritmiek sterk soortafhankelijk. De meeste kleine insectenetters trekken vrijwel uitsluitend 's nachts, maar gorzen en zwaluwen doen dit voornamelijk overdag (Lensink *et al.*, 2002; Vanermen *et al.*, 2006). Er is dus zowel overdag als 's nachts monitoring nodig.

Resultaten van radarstudies en visuele waarnemingen in Denemarken (Horns Rev en Nysted) tonen aan dat vogels hun vliegrichting aanpassen wanneer ze in de buurt van de 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. Dit aanpassen van de vliegrichting om het windturbineparken te vermijden betekent een negatief effect op de avifauna; het barrière-effect impliceert immers dat de migrerende vogels een langere weg moeten afleggen, wat voor een verhoogde energieconsumptie zorgt (Drewitt *et al.*, 2006). Het voordeel is echter dat er hierdoor minder vogels het risico lopen om in aanvaring te komen met de turbines.

Tussen de verschillende windmolenparken zouden er vrije ruimtes zijn van 5,8 en 6,1 km. Het is moeilijk te beoordelen of migrerende vogels deze corridors zullen gebruiken of dat ze rondom de volledige windconcessiezone zullen vliegen. Hoe dan ook wordt er geen significant gevolg verwacht van het barrière-effect op de speciale beschermingszones voor zeevogels aan de kust.

---

<sup>18</sup> K-geselecteerde soorten zijn soorten waarvan de populatiegroei stopt wanneer de populatie de draagkracht van het habitat (K) heeft bereikt.

Tijdens de overlegvergadering met de Nederlandse overheid op 18/10/2007 drukten zij hun bezorgdheid uit over het effect van de geplande windmolenparken op de broedkolonies aan de Nederlandse kust waarvan de broedvogels in voor- en najaar het zeegebied van het windmolenpark kunnen passeren. Het valt niet te verwachten dat het barrière-effect een significant negatieve invloed zal hebben op de broedkolonies in Nederland. De vogels zullen enkel een iets langere weg moeten afleggen om hun broedgebieden te bereiken. Het is vooraf moeilijk in te schatten hoeveel procent van de migrerende populatie belemmerd zal worden door dit barrière-effect.

#### *12.3.3.4. Slachtoffers van een mogelijke olielozing*

De kans op aantasting van de vogelpopulaties in de voordelta door een accidentele olielozing wordt besproken in het hoofdstuk risico's en veiligheid (voorwerp tot bezorgdheid van de Nederlandse overheid tijdens de overlegvergadering op 18/10/2007).

## **12.4. Besluit**

De lokale situatie en de mogelijke effecten van de bouw en de exploitatie van een windmolenpark op de Bligh Bank worden in het MER zeer grondig beschreven. De meest recente literatuur, beschikbaar op het moment van het samenstellen van het MER, werd geraadpleegd. Ook de mogelijke cumulatieve effecten van de drie parken waarvoor een aanvraag tot machtiging en vergunning ingediend of afgeleverd werd, werden grondig onderzocht.

De BMM concludeert, evenals het MER, dat de effecten op de avifauna van de bouw en exploitatie van een windmolenpark op de Bligh Bank waarschijnlijk beperkt blijven, gezien de relatieve 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. Er zijn echter nog een groot aantal onbekende factoren, zoals het mogelijke optreden van 'falls', van aanvaringen van migrerende vogels en zeevogels met de turbines, de wijziging van het voedselaanbod in het windmolenpark, het mogelijke barrière-effect op migraties, en de cumulatieve effecten door de bouw en exploitatie van meerdere windmolenparken in hetzelfde gebied. Daarom is het noodzakelijk dat een gepast onderzoek uitgevoerd wordt van de werkelijke effecten middels een monitoringsprogramma.

Er zijn ook geen redenen om significante effecten van de aanlanding van de kabel te verwachten op de avifauna.

### **12.4.1. Aanvaardbaarheid**

De BMM is van oordeel dat de bouw en exploitatie van het windmolenpark op de Bligh Bank, voor wat betreft de mogelijke effecten op vogels, aanvaardbaar is, mits voorwaarden.

### **12.4.2. Aanbevelingen en voorwaarden**

#### *12.4.2.1. Voorwaarden*

De werkzaamheden voor de aanleg van kabels doorheen bij koninklijk besluit aangestelde Vogelrichtlijngebieden, mogen niet gebeuren in de maanden december, januari en februari.

In het noodplan moet een procedure voorzien worden om tijdens periodes van grote vogeltrek de windturbines stop te zetten om additionele vogelsterfte te vermijden en ze nadien terug op te starten.

## 12.5. Monitoring

Gezien de onzekerheden over de effecten op de avifauna dient een gepaste monitoring te gebeuren. Bij deze monitoring moet rekening gehouden worden met mogelijke effecten op zeevogels, met mogelijke effecten op migrerende niet-zeevogels, en met cumulatieve effecten door de aanleg van meerdere windparken in hetzelfde gebied. In wat volgt wordt de monitoring toegelicht voor de lokale rustende en foeragerende zeevogels (AVI SED), voor de migrerende vogels (AVI MIG) en voor de aanvaring van vogels met de turbines (AVI COL).

De resultaten van de monitoring van de visfauna dienen ook geïnterpreteerd te worden om eventuele effecten op het voedselaanbod van visetende vogels te kunnen waarnemen. Deze indirecte effecten kunnen immers een groot effect hebben op het succes van een populatie en verdienen daarom de nodige aandacht.

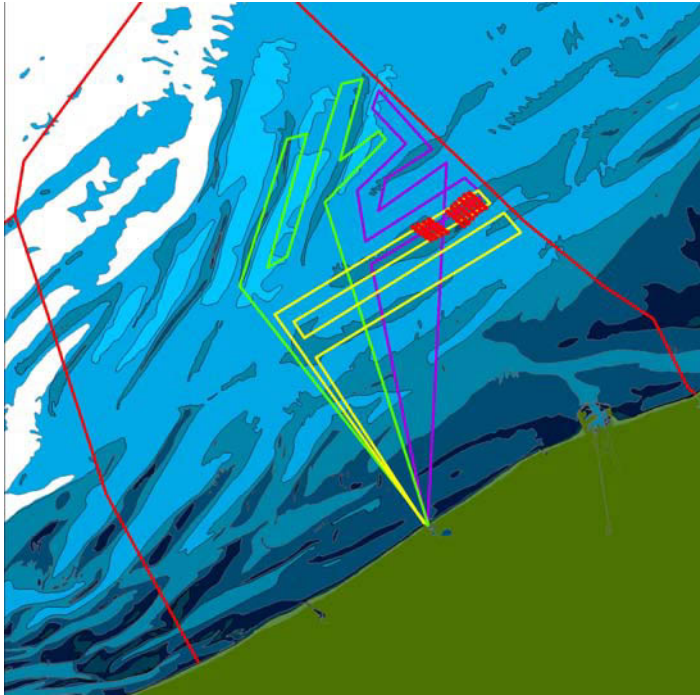
In het monitoringverslag zeevogels dienen de gegevens over waarnemingen van zeezoogdieren te worden opgenomen. Opmerkelijke waarnemingen tijdens de monitoring van zeevogels dienen ad hoc aan de BMM te worden meegedeeld.

### 12.5.1. Monitoring van de effecten op de aantallen pleisterende vogels (AVI SED)

Tot op heden zijn er erg weinig tellingen op en rond de Bligh Bank gebeurd, daarom is het gewenst een jaar-0 telling te verrichten. Vervolgens moet er worden nagegaan of er effecten zijn op de avifauna tijdens de constructie- en de exploitatiefase. De densiteit van belangrijke zeevogelpopulaties fluctueert in de zeegebieden met een factor 10 (Vanermen *et al.*, 2006). Voor de Zwarte Zee-eend kan die factor stijgen tot 1000. Om effecten van het windmolenpark op de populaties vast te stellen is er dus nood aan voldoende gebiedsdekkende tellingen en aan een langere, meerjarige termijn. Omwille van de fluctuaties in populatiedensiteit is het van belang om het windmolenpark en een referentiegebied te onderzoeken op hetzelfde moment. Er dient een gefundeerde keuze gemaakt te worden van een referentiegebied dat gebruikt kan worden voor alle parken die vergund werden of waarvoor een aanvraag voor machtiging en vergunning ingediend werd of mogelijk zal ingediend worden. In de studie van Vanermen *et al.* (2006) wordt als referentiegebied voor het voorkomen van vogels, in het kader van de bouw van een windmolenpark op de Thorntonbank, een gebied voorgesteld zich uitstrekkende ten noorden, ten zuiden en ten westen van de Thorntonbank. In het jaar 0 monitoring van Belwind zal worden onderzocht of dit referentiegebied voldoende kan dienen voor de Bligh Bank.

Om vast te stellen of er effecten zijn op het voorkomen, de densiteit en het gedrag van lokale zeevogels moeten er scheepstellingen uitgevoerd worden. Hierbij wordt het gebied langs parallelle transectlijnen doorkruist. Om zwemmende vogels te monitoren wordt gebruik gemaakt van de transect methode (Tasker *et al.*, 1984). Om vliegende vogels gestandaardiseerd te tellen wordt de snapshot methode gehanteerd (Tasker *et al.*, 1984). Indien tijdens deze tellingen er waarnemingen van zeezoogdieren worden gedaan dan moeten die gerapporteerd worden aan de BMM en moeten ze in een tabel worden opgenomen in de eindrapportage.

Om de tellingen zo efficiënt mogelijk te laten verlopen, dienen de jaar-1 tellingen van de Thorntonbank en de jaar-0 tellingen van de Bligh Bank te overlappen. Verder dienen er ook tellingen te worden verricht in het gebied tussen de sites van C-Power en Belwind. Daarom wordt voorgesteld om deze drie sites (inclusief het referentiegebied) integraal te tellen, waarbij in drie vaardagen de routes worden gevaren zoals getoond in Figuur 30. De tellingen worden uitgevoerd met een geschikt onderzoeksschip.



Figuur 30. Vaarroutes om avifauna te tellen in de drie geplande windmolenparken en het referentiegebied.

Waarnemingen van zeezoogdieren, met gegevens over de soort, de aantallen, de positie, het uur en het gedrag, dienen in het verslag over de monitoring van zeevogels gevoegd te worden en overgemaakt te worden. Er dienen tevens gegevens te worden bijgevoegd over de weersomstandigheden en de waarnemersinspanning, zodat een effort-related analyse kan gemaakt worden.

### 12.5.2. Monitoring van de effecten op migrerende vogels (AVI MIG)

Om de effecten op migrerende vogels te monitoren lijkt het gebruik van een radar veelbelovend. In de reeds bestaande windmolenparken in Denemarken, Duitsland en Nederland werden de effecten op migrerende vogels met radar bestudeerd. Dit is een relatief nieuwe techniek om avifauna te onderzoeken en men ondervond een aantal problemen. Zeker bij ongunstige weersomstandigheden is het niet eenvoudig om vogels te onderscheiden van de golfslag. Momenteel wordt door het Nederlandse TNO een radar ontwikkeld die speciaal wordt ontworpen om avifauna te monitoren op offshore locaties, Dit is het ROBIN LITE systeem. Dit systeem bestaat uit een horizontale, een verticale radar, een remote control en een viewing systeem. Met de horizontale radar kan de vliegbeweging van de vogels worden geanalyseerd, de verticale is van belang om de vlieghoogte van de vogels te kennen. Het bereik van deze radar is beperkt tot ca. 10 km. Het volledige systeem zou een prijs hebben in de grootteorde van 300 000 €.

Het voordeel van een radar is dat het continu kan werken en dus ook 's nachts en in slechte weersomstandigheden. De gegevens zijn ook gemakkelijk onderling vergelijkbaar. Het is echter nuttig om de resultaten van de radar te valideren met visuele waarnemingen om een idee te hebben van de nauwkeurigheid van de radar. Dit moet zowel overdag als 's nachts gebeuren. Een nachtelijke techniek waarmee erg positieve ervaringen werden opgedaan is 'moon-watching' (Harte *et al.*, 2006). Hierbij wordt met een telescoop tellingen gedaan van vogels die langsheen de volle maan vliegen.

De radar kan worden geïnstalleerd op een transformatorplatform of (een) andere geschikte locatie(s) zoals voorzien in de algemene bepalingen van deze monitoring.



### 12.5.3. Monitoring van aanvaringen (AVI COL)

Tijdens de meer dan 2400 uur durende monitoring met infraroodbeelden in Nysted, kon geen enkele aanvaring van een zeevogel worden waargenomen (Petersen *et al.*, 2006). Er dient wel te worden opgemerkt dat er slechts één turbine werd gemonitord. In Horns Rev werden tijdens de 142 uur durende visuele waarnemingen en de 112 uur durende radar observaties geen aanvaringen vastgesteld. Alle observaties gebeurden echter overdag en er was altijd een goede zichtbaarheid. Dit toont aan dat dit geen eenvoudig onderwerp is om te monitoren en dat er eerst een weloverwogen keuze gemaakt moet worden van de geschikte techniek.

Visuele waarnemingen zijn erg arbeidsintensief en de kans om een aanvaring te zien is erg gering. Vandaar dat ze beter vervangen worden of gecombineerd worden met andere technieken. Mogelijke middelen om dergelijk onderzoek uit te voeren zijn radar (Desholm *et al.*, 2003), detectie d.m.v. geluid (Wiggelinkhuizen *et al.*, 2006), detectie met een infraroodcamera (Desholm, 2003) en het opsporen van dode of gewonde vogels rond de turbines. Het is van groot belang om een weloverwogen keuze te maken van de geschikte techniek daarom moet er eerst en vooral een studie worden gemaakt van de verschillende onderzoekstechnieken.

Het onderzoek moet een inschatting maken van het aantal aanvaringsslachtoffers en het mogelijke effect op populatieniveau, daarom zijn ook de gebruikte statistische methodes erg belangrijk. Het voorkomen van ‘falls’ en het effect van verlichting op vogels kadert ook binnen dit onderzoek.

### 12.5.4. Monitoringstabellen

Een overzicht van het aantal scheepstijd voor de monitoring van de vogels wordt in onderstaande tabel gegeven.

Tabel 16. Overzicht van het aantal scheepstijd voor de monitoring van de vogels.

<b>SCHEEPSTIJD</b>	<b>jaar 0</b>	<b>jaar 1</b>	<b>jaar 2</b>	<b>jaar 3</b>	<b>jaar 4</b>	<b>jaar 5</b>	<b>TOTAAL</b>
AVI SED	15	15	15	15	15	15	90
AVI MIG	0	0	0	0	0	0	0
AVI COL	0	0	0	0	0	0	0
TOTAAL	15	15	15	15	15	15	90

In onderstaande tabellen worden de details van de voorgestelde monitoring toegelicht.

## Planning en Beoordeling (AVI PLAN + BEOORD)

	Baseline	Constructie- & ontmantelingfase	exploitatiefase
Onderwerp	Planning + beoordeling van het monitoringsprogramma		
Doel	Opvolging en jaarlijkse bijsturing van het monitoringsprogramma a.d.h.v. opgedane ervaring		
Timing	Jaar 0	Jaar 1 – 5	
Methode	NVT		
Presentatie van de resultaten	NVT		

## Foeragerende en rustende zeevogels (AVI SED)

	Baseline	Constructie- & ontmantelingfase	exploitatiefase
Onderwerp	Effect van windmolenpark op foeragerende en rustende vogels		
Doel	Distributie en densiteit van de verschillende vogelsoorten op de Bligh Bank onderzoeken en observatie van hun gedrag om zo het belang van het gebied voor vogels in te schatten.	Vaststellen van de effecten op het voorkomen van vogels tijdens de constructie en de ontmanteling van het windmolenpark, observatie van adaptief gedrag.	Vaststellen van de effecten op het voorkomen van vogels tijdens de exploitatiefase, observatie van adaptief gedrag.
Timing	Jaar 0	Jaar 1 – 5	
Methode	Transect methode en snapshot methode (Tasker <i>et al.</i> , 1984; Komdeur <i>et al.</i> , 1992), vaarroute: parallelle transectlijnen doorheen het studiegebied (zie Figuur 30)		
Presentatie van de resultaten	Densiteitskaarten en –tabellen per soort De resultaten van de monitoring van de visfauna dienen ook geïnterpreteerd te worden om eventuele effecten op het voedselaanbod van visetende vogels te kunnen waarnemen. Deze indirecte effecten kunnen immers een groot effect hebben op het succes van een populatie en verdienen daarom de nodige aandacht. In het monitoringverslag zeevogels dienen de gegevens over waarnemingen van zeezoogdieren te worden		

opgenomen. Opmerkelijke waarnemingen tijdens de monitoring van zeevogels dienen ad hoc aan de BMM te worden meegedeeld.
---

## Migrerende vogels (AVI MIG)

	Baseline	Constructie- & ontmantelingfase	exploitatiefase
Target	Monitoring van vliegbewegingen en de migratiepatronen van vogels op de Bligh Bank.	Monitoring van de effecten op de vliegbewegingen en de migratiepatronen van vogels op de Bligh Bank en observatie van adaptief gedrag.	
Scope	Effect van windmolenpark op migrerende vogels.		
Timing	Jaar 0	Jaar 1 – 5	
Methode	Literatuurstudie van mogelijke onderzoekstechnieken waarbij momenteel radarstudie en visuele waarnemingen het nuttigst lijken + monitoring met de meest geschikt bevonden techniek.		
Presentatie van de resultaten	Per soort (als dit mogelijk is) een kaart met de vliegbewegingen van de waargenomen vogels erop aangeduid en een overzicht van de vliegbewegingen van alle soorten. In het monitoringverslag zeevogels dienen de gegevens over waarnemingen van zeezoogdieren te worden opgenomen. Opmerkelijke waarnemingen tijdens de monitoring van zeevogels dienen ad hoc aan de BMM te worden meegedeeld.		

## Monitoring van aanvaringen (AVI COL)

	Baseline	Constructie- & ontmantelingfase	exploitatiefase
Onderwerp	Hoeveel vogels komen in aanvaring met de windturbines en heeft dit gevolgen op populatieniveau.		
Doel	Opmaak van een gedetailleerd monitoringsplan + keuze maken van de meest geschikte methoden + literatuurstudie over aanvaringslachtoffers.	Opvolgen van aantal aanvaringen + inschatting maken van de invloed op de populaties door het geschatte aantal aanvaringslachtoffers.	
Timing	Jaar 0	Jaar 1 – 5	

---

Methode	Mogelijke onderzoekstechnieken zijn momenteel ondermeer radar, detectie d.m.v. geluid, infraroodcamera, visuele waarnemingen en het opsporen van dode en gewonde vogels rond de turbines.
Presentatie van de resultaten	Registratie van aanvaringen en een inschatting van de invloed van de aanvaringen op populatieniveau.

\*AVI COL + AVI MIG in jaar 0 = 60 mandagen, hierbij zijn verschuivingen van mandagen tussen de twee onderwerpen mogelijk.

\*\* AVI COL + AVI MIG in jaar 1 tot 5 = 160 mandagen per jaar, hierbij zijn verschuivingen van mandagen tussen de twee onderwerpen mogelijk.

## 13. Elektromagnetische velden

### 13.1. Inleiding

Elektrische kabels wekken een elektrisch en een magnetisch veld op. Een elektrisch veld (E-veld) is het effect van aantrekken of afstoten uitgeoefend door een elektrische lading op een andere. Een magnetisch veld (B-veld) ontstaat dan weer door de kracht uitgeoefend door een elektrische lading in beweging of door een vaste magneet. 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). Gewoonlijk worden de magnetische velden die gemeten worden uitgedrukt in microtesla. Bij onderwater stroomkabels is er sprake van een elektrisch veld en een magnetisch veld die detecteerbaar zijn buiten de kabel.

Voor het project van C-Power op de Thorntonbank werd op basis van het MER, wetenschappelijke literatuur en bijkomende informatie verstrekt door C-Power een beoordeling gedaan van de mogelijke effecten van elektrische en magnetische velden op de biota. Er viel niet te verwachten dat de geringe elektromagnetische velden die gegenereerd worden door de afgeschermdde kabels een belangrijk negatief effect zouden hebben op de fauna. Niettemin moest rekening gehouden worden met de mogelijkheid dat de kabels door erosie vrij op de zeebodem kwamen te liggen. De kabels zijn voor sommige diersoorten in ieder geval waarneembaar.

Bij het Belwind project op de Bligh Bank worden gelijkaardige kabels gelegd als bij het C-Power project. Ondertussen zijn in de literatuur wel enkele nieuwe gegevens verschenen waarmee rekening wordt gehouden bij de beoordeling. Ook bij dit project wordt de opgewekte elektriciteit van de afzonderlijke turbines naar het offshore transformatorplatform getransporteerd met middenspanningskabels van 33 kV. Vanaf het transformatorstation gaan twee hoogspanningskabels van 150 kV naar de kust. Alternatief bestaat de mogelijkheid dat Belwind slechts 1 kabel van 220 tot 240 kV gebruikt hiervoor. Het betreft een driefasen wisselstroom systeem dat op het elektriciteitsnet wordt aangesloten. Het betreft bekabeling (zowel bij de 33 kV als bij de 150 kV) waarbij drie geleiders ondergebracht zijn in één kabel (three-core).

### 13.2. Startsituatie

Het Belwind project zal waarschijnlijk starten nadat het C-Power project operationeel is. Hierdoor zullen de voorziene kabels, twee driefasige kabels van 150 kV tussen het park en de aanlanding in Oostende, reeds ingegraven zijn. Deze kabels worden op twee meter diepte ingegraven. Ze lopen doorheen de speciale beschermingszone voor vogels SBZ-V2, ingesteld in uitvoering van de Europese Vogelrichtlijn 79/409/EEG.

### 13.3. Te verwachte effecten

Er dient te worden opgemerkt dat 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. Dit is volgens Gerdes *et al.* (2005) een erg groot voordeel van een dergelijke kabel. 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.

De elektrische en magnetische velden opgewekt door de kabels kunnen mogelijk een effect hebben op organismen die elektrische en/of magnetische velden kunnen waarnemen.

### 13.3.1. E- velden

De grootste groep organismen waarvan gekend is dat ze E-velden kunnen waarnemen zijn de Chondrichtyes 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. Gill & Taylor (2001) toonden aan dat de hondshaai E-velden, van eenzelfde intensiteit als diegene die door de AC kabels van het windmolenpark worden opgewekt, vermijdt. De hondshaai is een benthische soort die voorkomt in de Belgische zeegebieden. Naast de kraakbeenvissen zijn er ook verscheidene beenvissen die E-velden kunnen waarnemen. Dit werd aangetoond bij kabeljauw, pladijs, atlantische zalm, etc. (Gill *et al.*, 2005). Het is echter nog onbekend of deze velden effecten hebben op deze soorten.

Het geïnduceerde E-veld van de ingegraven kabel zal in de meeste gevallen nog waarneembaar zijn voor kraakbeenvissen en mogelijks zullen ze er door worden aangetrokken (CMACS, 2003). In het windmolenpark in Horns Rev kon men geen effecten waarnemen op vissen.

### 13.3.2. B-velden

Er is een grote variëteit aan soorten die het geomagnetische veld kunnen waarnemen. Dit werd aangetoond bij vogels, geleedpotigen, vissen en walvisachtigen (Kirshvink, 1997). Een aantal relevante soorten voor de BZG die B-velden waarnemen zijn bruinvis, witsnuitdolfijn, atlantische zalm, pladijs, alle kraakbeenvissen, alle kaakloze vissen en de grijze garnaal (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 gebeurt migratie in open water en niet in de nabijheid van de bodem. Volgens ABB Power Technology, een constructeur van dergelijke kabels, bedraagt het B-veld op één meter van de kabel maximum 1,8  $\mu$ T. Het aardmagnetische veld in de Noordzee bedraagt 48 tot 50  $\mu$ T.

Bochert & Zettler (2004) stelden een aantal benthische soorten van verschillende taxonomische groepen (o.a. grijze garnaal *Crangon crangon*, 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 mT. Geen van de soorten vertoonden een reactie op dit artificiële B-veld. Volgens deze studie heeft het statisch magnetische veld van een submariene kabel geen invloed op de oriëntatie, beweging en fysiologie van de geteste benthische soorten. Het voorgaande doet niet vermoeden dat de kabels een negatief effect zullen hebben op de aanwezige soorten.

## 13.4. Besluit

De hierboven samengevatte informatie spreekt de vroegere beoordelingen (BMM, 2004) niet tegen.

Door de configuratie van drie aders in één kabel zullen de elektromagnetische velden elkaar grotendeels opheffen. De resterende veldsterkte wordt verder gereduceerd door de staalband en de ingraafdiepte van minimaal één meter. Hierdoor wordt verwacht dat er slechts een verwaarloosbaar uitwendige E- en/of B-

veld optreedt. Bijgevolg oordeelt de BMM dat er geen significant negatieve effecten te verwachten vallen op de aanwezige fauna.

### 13.4.1. Aanvaardbaarheid

Het project is aanvaardbaar voor dit onderdeel. Beide aantallen van kabels ( 1 kabel van 220 kV tot 240kV of 2 kabels van 150kV) zijn, onder voorbehoud van verdere monitoring, aanvaardbaar.

### 13.4.2. Aanbevelingen en voorwaarden

#### 13.4.2.1. Voorwaarden

De bedekking van de kabels moet ten allen tijden verzekerd worden. Indien de jaarlijkse monitoring uitwijst dat de kabel bloot ligt, dienen binnen de drie maanden de nodige werken te worden uitgevoerd opdat de kabel terug op haar oorspronkelijke diepte wordt geplaatst.

Alle kabels die definitief buiten gebruik worden gesteld tijdens de exploitatiefase, zoals kabels die vervangen worden door andere kabels, moeten verwijderd worden.

De hoogspanningskabels (150, 220 of 240 kV) dienen ten minste op een diepte van twee meter (2 m) ingegraven te worden.

## 13.5. Monitoring

Er dienen in situ metingen te worden uitgevoerd door de vergunningshouder van de elektromagnetische velden die gegenereerd worden rond de kabel. Die metingen dienen te gebeuren volgens de methodologie beschreven in CMACS (2003). Er dient gemeten te worden in functie van de afstand tot de kabel en van de hoeveelheid stroom die door de kabel loopt. De resultaten van de metingen worden overgemaakt aan de BMM. In het jaar nul wordt door de BMM de actualisatie van de methodologie nagegaan.

Belwind	Baseline	Constructie- afbraakfase	en	Exploitatiefase
Onderwerp	Elektromagnetische velden en de diepte van de kabel			
Doel	Actualisatie methodologie	Bepalen van de E- en B-veldsterkte in functie van de afstand tot de kabel en de stroom die door de kabel loopt en het opvolgen van de diepte van de kabel.		
Timing	Voor de bouw van de eerste 6 WT	Jaarlijks, na de bouw van de eerste 6 WT		
Methode	Zie CMACS (2003): er dient gemeten te worden in functie van de afstand tot de kabel en van de hoeveelheid stroom die door de kabel loopt			
Presentatie van de resultaten	De resultaten van de metingen worden overgemaakt aan de BMM.			

## 14. Menselijke activiteiten

### 14.1. Visserij

#### 14.1.1. Inleiding

De visserij is een traditionele activiteit in de Belgische Zeegebieden (BZG). Hoewel ze in absolute cijfers economisch relatief onbelangrijk is, krijgt ze toch veel aandacht. Aan de kust wordt de sector socio-economisch als belangrijk ervaren, precies vanwege de nauwe verbondenheid met de kust en het mariene milieu, een binding die in het verleden ongetwijfeld veel groter was. Bijgevolg heerst toch de algemene overtuiging dat het niet wenselijk is dat deze activiteit geheel zou verdwijnen. Daarom is het van belang dat de activiteiten niet onder een bepaald minimum – het minimum vitalis – zakken.

Door de oprichting van windmolenparken zal een deel van het gebied waarin de vissers actief zijn, gesloten worden voor de visserij. Dit levert economische verliezen op en vergroot het risico dat de sector niet meer levensvatbaar blijft. Het is dan ook belangrijk dat de impact van de oprichting van windmolenparken, inbegrepen de mogelijk cumulatieve effecten en gevolgen buiten de zone, onderzocht en geëvalueerd worden. Ook zonder de bouw van windmolenparken en andere activiteiten blijkt dat de toestand voor de Belgische visserij er vrij somber uitziet. Daarom worden ook alternatieven onderzocht voor de traditionele visserij, onder meer in maricultuur (mosselkweek) (Task Force, 2006).

#### 14.1.2. Startsituatie

In het MER wordt een diepgaande analyse gegeven waarin alle aspecten gerelateerd aan de visserij en het visserijbedrijf aan bod komen. De beschikbare gegevens en literatuur werden grondig geanalyseerd. De BMM kan daar weinig aan toevoegen.

Knelpunt blijft het feit dat er weinig specifieke en gedetailleerde informatie voorhanden is over de activiteiten van de visserij waardoor een gedetailleerde economische analyse onmogelijk is. Daardoor is het ook bijzonder moeilijk een patroon in de visserijactiviteiten op te stellen, zowel naar gebruik van bepaalde gebieden als naar de exploitatie van bepaalde soorten.

De BZG zijn globaal voor de Belgische visserij eerder van gering belang maar ze zijn wel belangrijk voor het kleine vlootsegment (Maes *et al.*, 2004). Omdat het bijzonder moeilijk is om gegevens over specifieke activiteiten in een bepaald gebied te verkrijgen moet men zich noodgedwongen behelpen met informatie verkregen uit secundaire bronnen. Uit een ruwe schatting van visserijactiviteiten in de BZG, die gedaan werd tijdens vogelobservaties (Maes *et al.*, 2005), blijkt dat De Bligh Bank minder zou bevestigd worden dan wat? en dus minder interessant zou zijn voor de visserijvloot, een conclusie die, gezien de onvolledigheid van de informatie, met de nodige omzichtigheid dient gebruikt te worden. Anderzijds blijkt uit anekdotische informatie dat het gebied vooral zou bevestigd worden door de grote Nederlandse boomkorschepen (data BMM) en dat de boomkorvisserij vooral plaatsvindt in de geulen tussen de banken, precies waar Belwind zijn windmolens plant.

#### 14.1.3. Te verwachten effecten

Het belangrijkste negatieve effect is natuurlijk het sluiten van het gebied voor de visserij met een verlies aan visgronden en daaraan gerelateerd een verlies aan werkgelegenheid, zowel in de visserijsector als in nevenbedrijven. Daarnaast kan de oprichting van het Belwind windmolenpark, precies door het afsluiten



van het gebied voor vooral bodemverstoring visserij, ook enkele gunstig effecten opleveren, zoals het herstel van paaigebieden en biodiversiteit. Zoals in het MER aangehaald en in verschillende studies werd aangetond, kunnen zo ook positieve effecten verwacht worden op het visbestand buiten het afgesloten gebied. Deze positieve en negatieve effecten nemen toe bij het oprichten van meerdere windmolenparken. Deze effecten worden uitgebreid besproken in het MER en de BMM kan daar niets aan toevoegen.

### *14.2. Overige disciplines*

De disciplines militaire activiteiten en zand-en grindontginning, kabels en pijpleidingen, andere windturbineparken, maricultuur, biodiversiteit en natuurgebieden worden in het MER besproken. De beoordeling van de effecten op deze disciplines wordt waar relevant besproken in de verschillende hoofdstukken van deze milieueffectenbeoordeling.

De effecten van het windmolenpark op de scheepvaart en gerelateerde materie werden besproken in het hoofdstuk 8, gezien het nauw verband met de scheepvaartveiligheid.

### *14.3. Besluit*

Zoals reeds herhaaldelijk werd vastgesteld, en in dit MER opnieuw geconstateerd wordt, blijft het zeer moeilijk om gedetailleerde en correcte gegevens te verkrijgen over de visserijsector en de visserij gerelateerde activiteiten. Nochtans zijn dergelijke gegevens beschikbaar maar ze worden niet vrijgegeven. Dit blijft een pijnpunt en een leemte in de kennis, waarvoor zo snel mogelijk een oplossing dient gezocht te worden. Bij gebrek aan visserijgegevens kan de claim dat de visserijsector verliezen zal ondergaan, helemaal niet gestaafd worden.

In het MER komt men tot de conclusie dat de impact van het volledig afsluiten van de concessiezone voor de visserij waarschijnlijk minimaal of zelfs te verwaarlozen zal zijn, zeker indien men rekening houdt met de autonome ontwikkeling. Deze conclusie geldt ook voor het volledig afsluiten van de hele windmolenconcessiezone. Mogelijk zullen zelfs positieve effecten optreden door de vermindering van de visserijgebonden milieuverstoring. De BMM heeft geen reden om aan deze analyse te twijfelen en oordeelt daarom dat er geen problemen te verwachten zijn voor de visserij.

Eventuele alternatieven ter compensatie, zoals maricultuur, die voorgesteld worden in actieplannen voor de visserij (Task Force, 2006) dienen het voorwerp uit te maken van een afzonderlijke MER. Voor het kweken van tweekleppigen is de hele windmolenconcessiezone bij MB van 5 oktober 2005 reeds open verklaard.

### *14.4. Aanvaardbaarheid*

Bij gebrek aan visserijgegevens kan de claim dat de visserijsector verliezen zal ondergaan niet gestaafd worden en wordt de activiteit als aanvaardbaar beoordeeld.

Gezien geen betekenisvolle effecten op de disciplines militaire activiteiten en zand-en grindwinning verwacht worden is de activiteit hiervoor aanvaardbaar. Voor de disciplines die in de overige hoofdstukken van deze MEB beoordeeld worden, wordt de aanvaardbaarheid gerelateerd aan de hoofdstukken waar deze besproken worden.

## 15. Zeezicht

### 15.1. Inleiding

Tijdens de eerste offshore windmolendossiers werd het snel duidelijk dat het NIMBY (not in my backyard) syndroom sterk heerste bij de Belgische en Zeeuwse bevolking. Deze eerste projecten op de Vlakte van de Raan en de Wenduinebank lagen dan ook zeer dicht bij de Belgische kust, namelijk op respectievelijk 10 en 4 km uit de kust, waardoor het vrije zicht op zee gedeeltelijk ingenomen zou worden door windmolens. Het project op de Vlakte van de Raan was 15 km vanaf de Zeeuwse kust verwijderd. Met het instellen van een windmolenzone bijna volledig voorbij de 12 NM zone werd tegemoetgekomen aan de verzuchting van de bevolking. Voor het windmolendossier op de Thorntonbank werden geen gefundeerde klachten met betrekking tot het zeezicht ontvangen, aangezien het beoogde park op zo'n 27 km uit de kust zal komen te liggen.

### 15.2. Startsituatie

#### *Huidige situatie*

Het zicht over zee is op de meeste plaatsen vanaf de Belgische kustlijn ongestoord. Bij goede zichtbaarheid kan tot ver in zee de scheepvaart gevolgd worden en kan men zelfs de Oostdijkkradartoren in de verte waarnemen. In de nabijheid van de havens is er meestal meer activiteit door o.a. in- en uitvarende containerschepen, baggerschepen, vissersschepen en recreatievaart. Vanaf de Zeeuwse kust is het zicht op zee eveneens ongestoord. Vanaf Knokke Heist heeft met zicht op de kustlijn van Walcheren. Vanaf de Zeeuwse kust heeft men zicht op de Belgische Kust, met de haveninstallaties van Zeebrugge als kunstmatig landschap.

#### *Situatie met C-Power (reeds vergund)*

Voor de cumulatieve beoordeling van het zeezicht zal het project op de Thorntonbank in rekening worden gebracht. Het uitvoeren van een socio-landschappelijke studie (via enquête) bij verschillende doelgroepen aan de kust met als doel de beleving bij de bevolking te onderzoeken werd reeds voorzien. Voor een uitgebreide bespreking van de monitoring wordt verwezen naar het desbetreffende hoofdstuk.

### 15.3. Effecten en milderen maatregelen

#### 15.3.1. Zeezicht vanaf de kust

In de voorbije studies i.v.m. met landschappelijke aspecten van windmolenparken (Vlakte van de Raan en Wenduinebank), uitgevoerd door de BMM, werden bepaalde normen uitgewerkt. Deze normen waren voornamelijk gebaseerd op afstand en zichthoeken gezien de projecten zich relatief dicht bij de kust bevonden en ze werden specifiek voor de territoriale zee opgesteld. Voor het project op de Thorntonbank, dat veel verder in zee ligt en beperkt blijft in de ruimte, en rekening houdend dat de zichtbaarheid van een voorwerp op die afstand kleiner was dan dicht bij de kust, werd een andere werkwijze gekozen. Er werd geïnformeerd bij de buurlanden en getracht een objectieve weergave te geven van de wezenlijke impact van een windmolenpark op de Thorntonbank. Hiervoor werden in de literatuur gegevens gezocht over de zichtbaarheid (zowel de Thomas-Sinclair Matrix als theoretische zichtbaarheidsgrenzen), scherpheid van het zicht van het menselijke oog, enquêtes gehouden bij de bevolking en de visuele impact van turbines. Tevens werden verschillende buitenlandse experts geconsulteerd met jarenlange ervaring in de problematiek.

---

Op basis van al deze gegevens werd vervolgens een besluit geformuleerd i.v.m. de visuele impact van het project en werd dit vervolgens in kaart gebracht.

Voor dit project op de Bligh Bank werd de benadering van de Thomas-Sinclair Matrix gebruikt, alsook de in het verleden beoordelingsmethode d.m.v. zichthoeken. Deze laatste kunnen van nut zijn bij de bepaling van de cumulatieve impact, nu dat meerdere parken zich op een grotere afstand aan de horizon kunnen uitstrekken.

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. 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.

### ***De Thomas-Sinclair Matrix***

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 8), gaande van overheersende tot verwaarloosbare impact. Na het uitvoeren van verschillende veldstudies op land werd een licht aangepaste versie voorgesteld. Omdat de Thomas matrix was opgesteld voor eerste generatie windmolens die relatief klein waren, werd door Sinclair de matrix aangepast voor grotere (land)windmolens en tevens deed hij een extrapolatie naar windmolens van 1.5 MW: deze matrix staat gekend als de Thomas-Sinclair matrix (TSM). Sinclair extrapoleerde, naar aanleiding van een recente aanvraag voor een 108 MW windmolenpark (30 x 3,6 MW) op 8 km uit de kust van Wales, zijn data naar een 135 m hoge turbine. Alle indexen worden in onderstaande weergegeven. Deze tabel geeft slechts een indicatieve waarde gezien ze gebaseerd werd op turbines op land waar meestal een zeker reliëf aanwezig is, 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 17. The Thomas en Thomas-Sinclair matrix ter beoordeling van de potentiële impact van windturbines van verschillende hoogtes

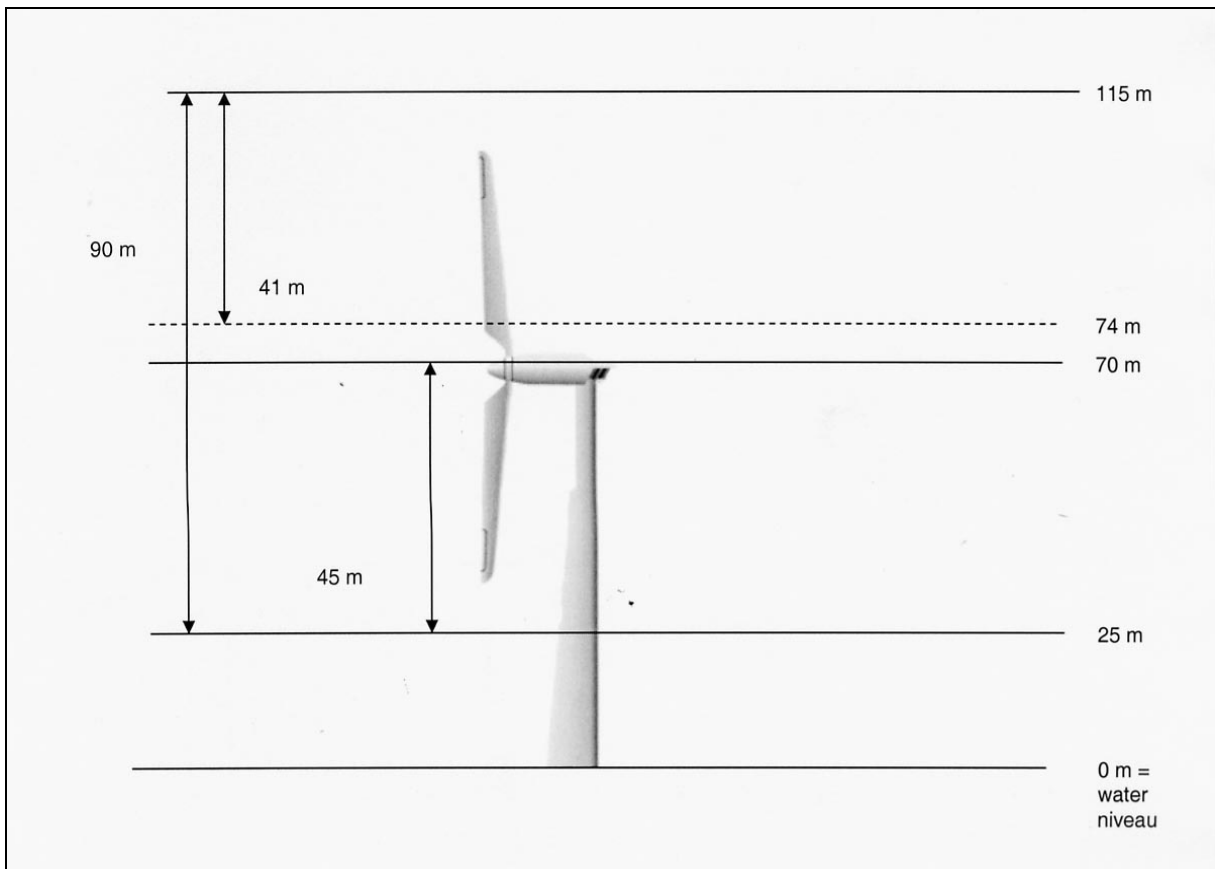
The Thomas en Thomas-Sinclair matrix ter beoordeling van de potentiële impact van windturbines van verschillende hoogtes							
Totale hoogte van de turbines (m):		41-45	41-48	53-57	72-80	95 *	135**
Beschrijving	Zone	Thomas Matrix (land)		Thomas -Sinclair Matrix (land)			Sinclair
		Origineel	Herzien				
	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 totaal-landschap	F	10-12	13-16	15-19	18-23	22-27	30-37
Niet onderscheidbaar wordend met verwaarloosbare impact op het wijdere 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 geëxtrapolerd voor een 95 m 1.5 MW windturbine (op basis van 26 turbines van 82 m)

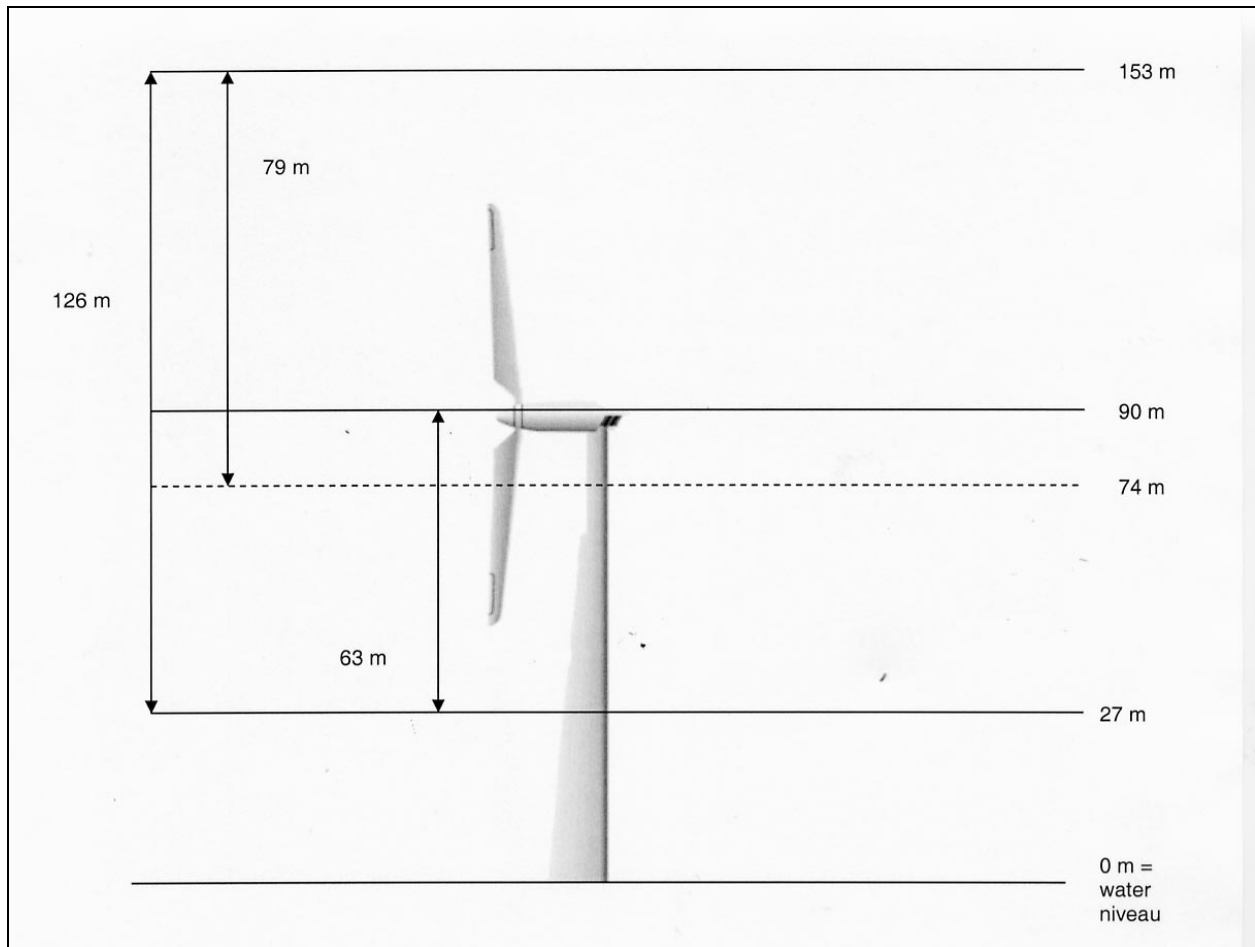
\*\* Data door Sinclair geëxtrapolerd voor een 135 m 3.6 MW turbine (op basis van 30 turbines van 135 m)

De turbines van het project op de Bligh Bank zijn +/- 115 m (3 MW) en +/- 153 m (5 MW) hoog. Uit Tabel 8 (kolom 135 m) kan worden afgeleid dat dergelijke windmolens een belangrijke impact hebben tot 10 km, een gematigde impact van 10 tot 23 km, een kleinere gematigde impact (nog steeds onderscheidbaar) van 23 tot 30 km en een lage of te verwaarlozen impact voorbij 30 km.

Hierbij werd rekening gehouden met het feit dat op een afstand van 42 km, 74 m van een voorwerp achter de horizon verdwijnt door de kromming van de Aarde en met het feit dat de rotor 90m (3 MW) of 126 m (5 MW) breed is en derhalve de visibiliteit van het voorwerp aanzienlijk vergroot. De berekeningen werden uitgevoerd voor een waarnemer die zich aan de kust op 10m hoogte bevindt (bv. appartement op de dijk). Het is evident dat voor een waarnemer op een lagere hoogte de impact van de windmolens lager is dan deze die hierna gegeven wordt. De hoogte van de volledige turbine bedraagt 115 m (153 m) waarvan 90 (126) m wieklengthe (respectievelijk 2 x 45 m en 2x 63 m) en 70 m (90 m) mast. Gezien de kromming van de Aarde, zal er 74m van de turbine achter de horizon verdwijnen, waarvan 47 m (5 MW) of 49 m (3 MW) van de lengte van de wieken (zie Figuur 31 en 32).



Figuur 31. Afmetingen van een 3 MW windmolen.

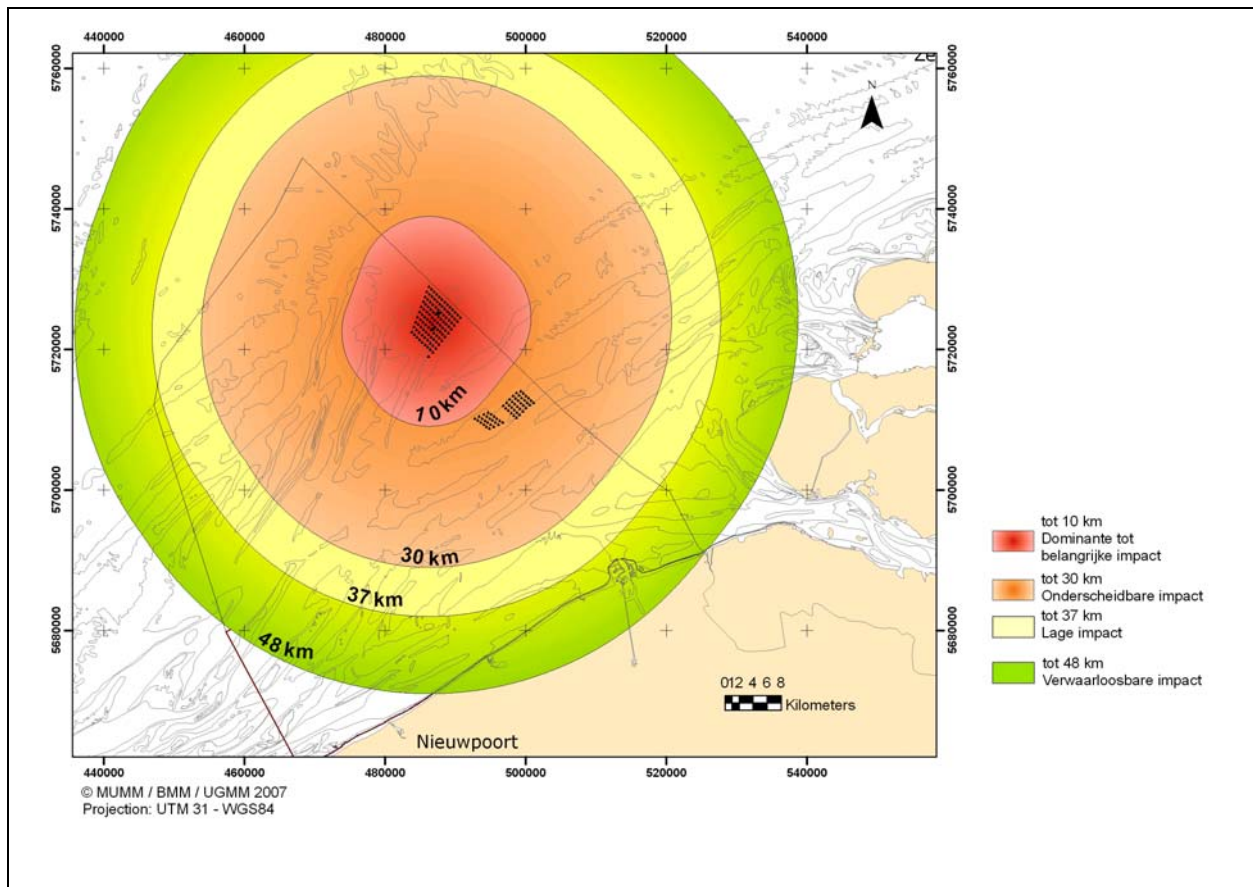


Figuur 32. Afmetingen van een 5 MW windmolen.

Uit bovenstaande Figuur voor de 3 MW windturbine valt af te leiden dat op een afstand van 42 km de volledige mast achter de horizon verdwijnt (door de kromming van de aarde) gezien deze maar 70 m hoog is. Bijkomend zal nog 4m van de wieken achter de horizon verdwijnen zodat slechts 41m wiek “zichtbaar” blijft.

Voor de 5MW windturbine blijft 16 m van de mast boven de horizon, alsook 63 m van de wieken. Als men het roterend deel van de turbine beschouwt als de grootste impact hebbende (concept “actieve impact”, pers.com. G. Sinclair) wil dit zeggen dat in dit geval de “actieve impact” zich op een hoogte van 79m bevindt. Het vlak waarin de wieken zich bewegen vormt het belangrijkste deel van de visuele impact, de mast op zich bevindt zich op de grens van het onderscheidbare voor het menselijke oog (zie verder). De data in de tabel gegeven bij 72-80m hoge turbines zijn volgens Sinclair (pers.com. Sinclair) te conservatief, anderzijds is de afstand in dit geval aanzienlijk: er werd dus besloten de waarden bij de 135m hoge turbines in rekening te brengen als worstcase situatie. Volgens bovenstaande tabel zou het windmolenpark op de Bligh Bank dus een verwaarloosbare impact hebben (zone G) aan de kust, waarbij de windmolens niet meer onderscheidbaar worden.

Rekening houdend met de TSM wordt in Figuur 33 een visuele voorstelling gegeven van de mogelijke impact zones. Op deze Figuur is te zien dat de volledige Belgische en Zeeuwse kust vallen in de zone met verwaarloosbare impact.



Figuur 33. Impactzones volgens Thomas-Sinclair matrix.

### ***Het bepalen van zones van visuele impact (ZVI's)***

The Country Council of Wales ontwikkelde op basis van de Thomas-Sinclair Matrix in 2001 de Guide to best practice in seascape assessment (= GSA) (Hill *et al.*, 2001). De gids bepaalt een methode voor de beoordeling van landschappen en wordt in UK als standaardwerk gebruikt. Op basis van de Thomas Matrix worden in de GSA de verschillende zones van visuele invloed (=ZVI)<sup>19</sup> op zee als vuistregel vastgelegd op 2, 15 en 24 km. Persoonlijke communicatie met één van de auteurs leerde dat een tweede vuistregel regelmatig gebruikt werd: de limieten werden hierbij vastgelegd op 8 km, 13 km en 24 km. Deze laatste limieten werden vastgelegd, rekening houdend met de Thomas-Sinclair Matrix, aan de hand van enquêtes bij verschillende doelgroepen. De doelgroepen werden hierbij geconfronteerd met fotosimulaties en gevraagd naar wat de aanvaardbaarheid was voor projecten op verschillende afstanden. Deze afstanden worden ook vermeld in het SEA (strategic environmental assessment) i.v.m. offshore windmolens in het UK (BMT, 2003). Bovendien werd ook in rekening gebracht dat de Thomas-Sinclair Matrix op land bepaald werd en een windturbine in de openheid van de zee veel meer opvalt. Sinclair stelt in zijn Matrix dat de ZVI minstens de breedte moet hebben van de grenswaarde tussen zone F en G, dus een ZVI van 37 km. Het project op de Bligh Bank ligt op 42 km en dus buiten de ZVI.

De GSA maakt tevens melding van de limiet van “visuele scherpte” van het menselijke oog (d.w.z

<sup>19</sup> Definitie ZVI: zones waar alle gebieden onderling zichtbaar zijn, dwz dat iedere positie of locatie in deze zone zichtbaar is vanuit een ander punt in de zone.

limiet waarop een beeld niet meer scherp wordt gezien door het oog). Zo zal op een afstand van 1 km, in goede zichtbaarheidomstandigheden, een paal met een diameter van 10 cm moeilijk zichtbaar worden; op een afstand van 2 km zal een paal van 20 cm eveneens moeilijk zichtbaar zijn, m.a.w. op een gegeven punt zal een object, niet tegenstaande theoretisch nog zichtbaar, te smal worden om nog door het menselijke oog onderscheiden te worden. De wieken van de 5 MW turbines in het geplande windmolenpark op de Bligh Bank zullen ongeveer 4m breed zijn aan de basis en 1m aan de tip. De mast varieert van 3,4 m aan de top tot 5,70 m aan de basis. De redenering van hierboven volgend zullen in de meeste weerscondities delen van de turbines op de limiet van zichtbaarheid (visueel scherp) zijn op een afstand van 10 km. Voorbij 57 km zal de gehele structuur, hoewel theoretisch nog deels zichtbaar, niet meer onderscheidbaar zijn zelfs in de beste weersomstandigheden.

### 15.3.2. Zichtbaarheid

#### *De zichtbaarheid van lichten op zee*

De windturbines zullen uitgerust worden met lichten ten behoeve van de scheep-en/of luchtvaart. Uit Tabel 9 uit de MacMillan Reeds Nautical Almanac kan worden afgeleid dat een licht geplaatst op 70m (3 MW) hoogte op de top van de gondel, door een waarnemer aan de kust op 10 m hoogte, tot 24 NM (zijnde +/-44 km) kan worden waargenomen. Gezien het park zich op 41 km uit de kust zal bevinden is het onwaarschijnlijk dat de lichten zichtbaar zullen zijn aan de kust. De lichten van de 5 MW windturbines op een hoogte van 90 m, kunnen door een waarnemer aan de kust op 10 m hoogte, tot 26,3 NM (zijnde +/- 48 km) worden waargenomen. Gezien de ligging van het park zal dit dus net binnen de grenzen van het zichtbare vallen. Voor een waarnemer die zich lager bevindt worden kleinere afstanden gevonden. De afstand tot de Zeeuwse kust bedraagt 42 km: voor de 3 MW zullen de lichten evenmin zichtbaar zijn en de 5 MW lichten minimaal zichtbaar.

Er dient eveneens onderscheid gemaakt te worden tussen dag en nacht. Bij daglicht zullen de lichten opgaan in de helderheid van de dag, bij nacht kan het zijn dat de lichten wel zichtbaar zullen worden. Verder zullen mist, heigheid, neerslag en andere atmosferische condities de zichtbaarheid van de turbines verder verminderen.



Tabel 18. Tabel ter bepaling van de zichtbaarheid van lichten. Mac Millian.

TABLE 2 (1) Distance of horizon for various heights of eye								
Height of eye		Horizon distance	Height of eye		Horizon distance	Height of eye		Horizon distance
metres	feet	M	metres	feet	M	metres	feet	M
1	3.3	2.1	21	68.9	9.5	41	134.5	13.3
2	6.6	2.9	22	72.2	9.8	42	137.8	13.5
3	9.8	3.6	23	75.5	10.0	43	141.1	13.7
4	13.1	4.1	24	78.7	10.2	44	144.4	13.8
5	16.4	4.7	25	82.0	10.4	45	147.6	14.0
6	19.7	5.1	26	85.3	10.6	46	150.9	14.1
7	23.0	5.5	27	88.6	10.8	47	154.2	14.3
8	26.2	5.9	28	91.9	11.0	48	157.5	14.4
9	29.6	6.2	29	95.1	11.2	49	160.8	14.6
10	32.8	6.6	30	98.4	11.4	50	164.0	14.7
11	36.1	6.9	31	101.7	11.6	51	167.3	14.9
12	39.4	7.2	32	105.0	11.8	52	170.6	15.0
13	42.7	7.5	33	108.3	12.0	53	173.9	15.2
14	45.9	7.8	34	111.6	12.1	54	177.2	15.3
15	49.2	8.1	35	114.8	12.3	55	180.4	15.4
16	52.5	8.3	36	118.1	12.5	56	183.7	15.6
17	55.8	8.6	37	121.4	12.7	57	187.0	15.7
18	59.1	8.8	38	124.7	12.8	58	190.3	15.9
19	62.3	9.1	39	128.0	13.0	59	193.6	16.0
20	65.6	9.3	40	131.2	13.2	60	196.9	16.1

TABLE 2 (2) Lights – distance off when rising or dipping (M)												
Height of light		Height of eye										
metres	feet	metres	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		feet	3	7	10	13	16	20	23	26	30	33
10	33		8.7	9.5	10.2	10.8	11.3	11.7	12.1	12.5	12.8	13.2
12	39		9.3	10.1	10.8	11.4	11.9	12.3	12.7	13.1	13.4	13.8
14	46		9.9	10.7	11.4	12.0	12.5	12.9	13.3	13.7	14.0	14.4
16	53		10.4	11.2	11.9	12.5	13.0	13.4	13.8	14.2	14.5	14.9
18	59		10.9	11.7	12.4	13.0	13.5	13.9	14.3	14.7	15.0	15.4
20	66		11.4	12.2	12.9	13.5	14.0	14.4	14.8	15.2	15.5	15.9
22	72		11.9	12.7	13.4	14.0	14.5	14.9	15.3	15.7	16.0	16.4
24	79		12.3	13.1	13.8	14.4	14.9	15.3	15.7	16.1	16.4	17.0
26	85		12.7	13.5	14.2	14.8	15.3	15.7	16.1	16.5	16.8	17.2
28	92		13.1	13.9	14.6	15.2	15.7	16.1	16.5	16.9	17.2	17.6
30	98		13.5	14.3	15.0	15.6	16.1	16.5	16.9	17.3	17.6	18.0
32	105		13.9	14.7	15.4	16.0	16.5	16.9	17.3	17.7	18.0	18.4
34	112		14.2	15.0	15.7	16.3	16.8	17.2	17.6	18.0	18.3	18.7
36	118		14.6	15.4	16.1	16.7	17.2	17.6	18.0	18.4	18.7	19.1
38	125		14.9	15.7	16.4	17.0	17.5	17.9	18.3	18.7	19.0	19.4
40	131		15.3	16.1	16.8	17.4	17.9	18.3	18.7	19.1	19.4	19.8
42	138		15.6	16.4	17.1	17.7	18.2	18.6	19.0	19.4	19.7	20.1
44	144		15.9	16.7	17.4	18.0	18.5	18.9	19.3	19.7	20.0	20.4
46	151		16.2	17.0	17.7	18.3	18.8	19.2	19.6	20.0	20.3	20.7
48	157		16.5	17.3	18.0	18.6	19.1	19.5	19.9	20.3	20.6	21.0
50	164		16.8	17.6	18.3	18.9	19.4	19.8	20.2	20.6	20.9	21.3
55	180		17.5	18.3	19.0	19.6	20.1	20.5	20.9	21.3	21.6	22.0
60	197		18.2	19.0	19.7	20.3	20.8	21.2	21.6	22.0	22.3	22.7
65	213		18.9	19.7	20.4	21.0	21.5	21.9	22.3	22.7	23.0	23.4
70	230		19.5	20.3	21.0	21.6	22.1	22.5	22.9	23.2	23.6	24.0
75	246		20.1	20.9	21.6	22.2	22.7	23.1	23.5	23.9	24.2	24.6
80	262		20.7	21.5	22.2	22.8	23.3	23.7	24.1	24.5	24.8	25.2
85	279		21.3	22.1	22.8	23.4	23.9	24.3	24.7	25.1	25.4	25.8
90	295		21.8	22.6	23.3	23.9	24.4	24.8	25.2	25.6	25.9	26.3
95	312		22.4	23.2	23.9	24.5	25.0	25.4	25.8	26.2	26.5	26.9

*De zichtbaarheid op zee (meteo)*

Gebruik makende van zichtbaarheidgegevens afkomstig van een meetstation op zee in het UK waarbij metingen dag en nacht werden uitgevoerd, kan voor de turbines op de Bligh Bank worden afgeleid dat in 30% van de tijd de zichtbaarheid groter is dan 15 km (zie Tabel 10). In 70 % van de tijd bedraagt de zichtbaarheid dus minder dan 15 km.

Tabel 19. Zichtbaarheidstabel UK.

<b>CROSBY</b>													
<b>NGR : 3299E 4005N</b>													
<b>Alt : 9m AMSL</b>													
<b>Data for the Period : 1st January 1992 to 31st December 2001</b>													
<b>Frequency Count</b>													
Visibility (km)	Month												ALL
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
0.00 => 1.00	136	71	60	29	46	14	48	47	50	60	57	67	685
1.01 => 2.00	94	55	49	57	82	40	30	54	63	53	67	66	710
2.01 => 3.00	163	94	95	101	127	61	58	98	138	88	114	164	1301
3.01 => 4.00	168	107	125	123	157	106	107	116	166	108	158	181	1622
4.01 => 5.00	317	287	239	290	336	223	199	252	338	313	344	480	3618
5.01 => 6.00	206	194	157	232	215	138	133	164	206	217	182	295	2339
6.01 => 7.00	223	189	160	180	188	146	160	169	190	206	188	227	2226
7.01 => 8.00	254	229	205	225	220	138	216	181	223	224	221	249	2585
8.01 => 9.00	204	207	215	204	185	166	196	180	210	219	220	241	2447
9.01 => 10.00	346	308	325	312	383	224	323	295	331	301	303	349	3800
10.01 => 11.00	222	262	201	222	228	240	324	294	282	266	228	238	3007
11.01 => 12.00	269	255	244	279	285	295	372	313	332	333	282	256	3515
12.01 => 13.00	192	134	184	213	238	286	382	240	224	243	195	237	2768
13.01 => 14.00	130	125	230	258	254	303	329	296	233	210	191	207	2766
14.01 => 15.00	236	194	247	398	360	395	340	336	311	312	323	280	3732
15.01 => 99.99	977	1019	1177	1604	1809	1545	1343	1376	1155	1327	1264	989	15585
ALL	4137	3730	3913	4727	5113	4320	4560	4411	4452	4480	4337	4526	52706
<b>Percentage Frequency</b>													
Visibility (km)	Month												ALL
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
0.00 => 1.00	0.26	0.13	0.11	0.06	0.09	0.03	0.09	0.09	0.09	0.11	0.11	0.13	1.30
1.01 => 2.00	0.18	0.10	0.09	0.11	0.16	0.08	0.06	0.10	0.12	0.10	0.13	0.13	1.35
2.01 => 3.00	0.31	0.18	0.18	0.18	0.19	0.24	0.12	0.11	0.19	0.26	0.17	0.22	2.47
3.01 => 4.00	0.32	0.20	0.24	0.23	0.30	0.20	0.20	0.22	0.31	0.20	0.30	0.34	3.08
4.01 => 5.00	0.60	0.54	0.45	0.55	0.64	0.42	0.38	0.48	0.64	0.59	0.65	0.91	6.86
5.01 => 6.00	0.39	0.37	0.30	0.44	0.41	0.26	0.25	0.31	0.39	0.41	0.35	0.56	4.44
6.01 => 7.00	0.42	0.36	0.30	0.34	0.36	0.28	0.30	0.32	0.36	0.39	0.36	0.43	4.22
7.01 => 8.00	0.48	0.43	0.39	0.43	0.42	0.26	0.41	0.34	0.42	0.42	0.42	0.47	4.90
8.01 => 9.00	0.39	0.39	0.41	0.39	0.35	0.31	0.37	0.34	0.40	0.42	0.42	0.46	4.64
9.01 => 10.00	0.66	0.58	0.62	0.59	0.73	0.42	0.61	0.56	0.63	0.57	0.57	0.66	7.21
10.01 => 11.00	0.42	0.50	0.38	0.42	0.43	0.46	0.61	0.56	0.54	0.50	0.43	0.45	5.71
11.01 => 12.00	0.51	0.48	0.46	0.53	0.54	0.56	0.71	0.59	0.63	0.63	0.54	0.49	6.67
12.01 => 13.00	0.36	0.25	0.35	0.40	0.45	0.54	0.72	0.46	0.42	0.46	0.37	0.45	5.25
13.01 => 14.00	0.25	0.24	0.44	0.49	0.48	0.57	0.62	0.56	0.44	0.40	0.36	0.39	5.25
14.01 => 15.00	0.45	0.37	0.47	0.76	0.68	0.75	0.65	0.64	0.59	0.59	0.61	0.53	7.08
15.01 => 99.99	1.85	1.93	2.23	3.04	3.43	2.93	2.55	2.61	2.19	2.52	2.40	1.88	29.57
ALL	7.85	7.08	7.42	8.97	9.70	8.20	8.65	8.37	8.45	8.50	8.23	8.59	100

### 15.3.3. Pleziervaart

De pleziervaart zoekt meestal de zee op omwille van de wijidheid en de ongerepte ruimte. Een windmolenpark zal een veranderend beeld geven, waarbij het niet uitgesloten is dat een deel van de pleziervaart aangetrokken zal worden door de aanwezigheid van het windmolenpark.

### 15.3.4. Cumulatieve effecten

Het toepassen van de TSM om de cumulatieve effecten van het park op de Bligh Bank en op de Thorntonbank te bepalen lijkt niet aangewezen aangezien geen rekening wordt gehouden in de index met aantal turbines of afstand. Bij benadering kan uit de index gesteld worden dat voor beide parken tezamen een “zwaardere” categorie van toepassing zal zijn dan deze voor het park op de Bligh Bank alleen (verwaarloosbaar, zone G). M.a.w zou de impact als laag (zone F) kunnen beschouwd worden. Een ander beeld van de cumulatieve impact kan verkregen worden door het gebruik van zichthoeken, een methode die in het verleden reeds gebruikt werd.

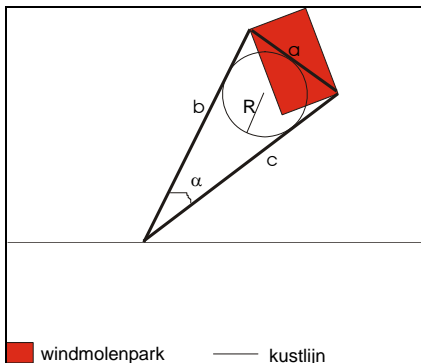
### Het bepalen van de zichthoeken

Voor het project op de Bligh Bank en cumulatief met het project op de Thorntonbank werden de zichthoeken berekend gebruik makende van de formule:

$$\text{Tg } \alpha/2 = R / (s-a)$$

$$\text{Met: } R = \text{sqr}((s-a)(s-b)(s-c) / s)$$

$$s = (a+b+c) / 2$$



Figuur 34. Parameters uit bovenstaande formule.

De afstanden nodig voor de berekening van de zichthoeken zijn gekend. Deze werden met behulp van het GIS programma Arcview bepaald. Voor de Belgische en de Zeeuwse kust werden de locaties met de hoogste zichthoeken bepaald, zijnde Bredene (B) en Westkapelle (NL). De locaties liggen op GLLWS, een plaats die zelden droog komt te liggen. De effectieve zichthoek voor personen op de dijk of het strand zal daardoor steeds iets kleiner zijn dan de berekende waarde en de effectieve afstand steeds iets groter. Na bepaling van de afstanden werden, in een Excel tabel, de zichthoeken bepaald.

De waarden voor de zichthoeken voor het project op de Bligh Bank zijn voor Bredene en Westkapelle respectievelijk 9° en 10,8°. Indien ook het project op de Thorntonbank in rekening wordt gebracht worden de zichthoeken 23,25° en 20,57° voor respectievelijk Bredene en Westkapelle. Vanuit Westkapelle zullen beide projecten van elkaar gescheiden “zichtbaar” zijn, m.a.w. er zal een deel open zee tussen beide parken zijn. Vanuit Bredene zal dit niet het geval zijn, hier zal het ene park overgaan in het andere park.

De bekomen zichthoeken werden verrekend als % van het ingenomen normale menselijke gezichtsveld aan de horizon van 180°. De BMM is van mening dat maximaal 1/9 van deze 180° (dit is 20°) mag ingenomen worden door één enkele infrastructuur om geen negatieve impact te hebben. Bij meerdere infrastructuren in het gezichtsveld van 180° is de BMM van mening dat maximaal 1/5 van 180° (dit is 36°) mag ingenomen worden. Uit bovenstaande cijfers blijkt dat aan beide voorwaarden wordt voldaan.

Om het cumulatieve effect van alle geplande windmolenprojecten te kunnen evalueren dient een socio-

landschappelijke studie (enquête) uitgevoerd te worden na finalisatie van het geheel van de projecten in de windparkzone.

### *15.4. Besluit*

Doordat de Bligh Bank zich op minstens 42 km uit de kust bevindt, zullen de windturbines slechts in uiterst heldere weersomstandigheden zichtbaar zijn. Op basis van de huidige beschikbare gegevens kan gesteld worden dat het project een verwaarloosbare visuele impact zal hebben. De ligging van het park maakt dat het project door het menselijke oog niet scherp waarneembaar zal zijn, noch als hinderlijk zal worden ervaren. Bovendien zullen de weersomstandigheden in 30% van de tijd van die aard zijn dat het park niet zichtbaar is.

Na finalisatie van de bouw van de twee geplande windmolenparken zullen de windmolens als geheel beperkt zichtbaar zijn. Het is onwaarschijnlijk dat de verlichting overdag aan de kust detecteerbaar zal zijn. Bij slechte weersomstandigheden en bij nacht zal het geheel van de windmolens door de aanwezige verlichting duidelijker detecteerbaar zijn aan de nachthorizon. Gezien de grote afstand tot de kust wordt geen visuele hinder verwacht.

Indien de variante met 5 MW turbines zal resulteren in een grotere visuele impact vanop zee dan de 3 MW variante is een inspanning noodzakelijk om via public relations en educatieve initiatieven het project toe te lichten en maatschappelijk beter aanvaardbaar te maken.

De bekabelingwerken zullen een tijdelijke hogere visuele impact veroorzaken. De activiteiten zullen door sommige personen negatief worden beoordeeld terwijl de activiteiten voor anderen juist aantrekkelijk zullen zijn.

#### *15.4.1. Aanvaardbaarheid*

Het project is aanvaardbaar voor het onderdeel zeezicht. Gezien het Belwind project gepland is om te starten vóór de jaren 2 en 3 van de oorspronkelijk voorziene monitoring van het project C-Power, kunnen de resultaten van de voor C-Power voorziene enquêtes van het jaar 2 en 3 geen invloed meer hebben op de beslissingen die voor de andere projecten dienen te worden genomen en worden ze dus overbodig.

#### *15.4.2. Aanbevelingen en voorwaarden*

##### *15.4.2.1. Aanbevelingen*

Een mix van 3 MW en 5MW turbines wordt omwille van de uniformiteit afgeraden. Indien op termijn de 3 MW turbines worden vervangen door grotere turbines kan dit best gebeuren in het verste deel van de concessiezone en per rij (niet per turbine).

De windturbines die in hetzelfde blok worden gebouwd als de windturbines van de pilootfase dienen alle dezelfde te zijn.

De funderingen en/of lengte van de palen dienen zodanig herrekend te worden dat de windturbines van eenzelfde type tot een gelijkaardige hoogte rijken.

Via PR en educatieve initiatieven (al dan niet in samenwerking met de andere toekomstige projecten) kan

het project toegelicht worden.

#### *15.4.2.2. Voorwaarden*

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

### *15.5. Monitoring*

Het eventuele cumulatieve visueel effect dat kan optreden dient gemonitord te worden.

#### *15.5.1.1. Belwind*

Er werd reeds een monitoring uitgewerkt voor het project op de Thorntonbank. Hierin werd voorzien om een eerste onderzoek uit te voeren na de bouw van de eerste 6 windturbines. Indien dit project achterstand oploopt en het project op de Bligh Bank als eerste zal gebouwd worden, dient de voorziene monitoring (zie hierna, gewijzigde monitoring C-Power) te worden uitgevoerd voor het Bligh Bank project in de pilootfase. De kosten van deze monitoring wordt gedeeld onder de vergunde projecten.

#### *15.5.1.2. Wijziging monitoring zeezicht C-Power*

De reeds voorziene monitoring voor C-Power wordt als volgt gewijzigd: enkel een eerste socio-landschappelijke studie (enquête) zal worden uitgevoerd na de bouw van de eerste 6 windturbines van C-Power. Deze enquête zal met een gesimuleerde fotomontage rekening houden met de cumulatieve impact van een tweede en derde park, en van de volledige bezetting met windmolens van de bij KB van 4 mei 2004 aangeduide zone. De andere enquêtes ten laste van de vergunninghouder vervallen. Ze worden vervangen door mogelijk maatschappelijke studies ten laste van de overheid. Indien de eerste enquête uitwijst dat de verlichting hinderlijk is aan de kust, kan in overleg met de bevoegde overheden en de vergunninghouders van de verschillende projecten een wijziging van de bebakening voor scheep-en luchtvaart worden voorgesteld. Rekening houdend met de resultaten van de enquête werkt de BMM, public relation initiatieven uit, samen met de vergunninghouders van de verschillende projecten

Het rapport dient de volgende onderwerpen te bevatten:

- Een toetsing naar de maatschappelijke relevantie betreffende duurzame ruimtelijke ontwikkeling
- De invloed van de actieve impact (draaiende wieken) van de turbines
- De invloed van de verlichting bij slechte weersomstandigheden en bij nacht

Samenvatting:

Zeezicht Belwind (Gewijzigd C-Power)	Baseline	Constructie/ontmanteling fase	Exploitatiefase
Onderwerp (targets)	Actualisatie methodologie	<p>De reeds voorziene monitoring voor C-Power wordt als volgt gewijzigd: enkel een eerste socio-landschappelijke studie (enquête) zal worden uitgevoerd na de bouw van de eerste 6 windturbines van C-Power.</p> <p>Mogelijke maatschappelijke studies ten laste van de overheid.</p> <p>Rekening houdend met de resultaten van de enquête werkt de BMM, public relation initiatieven uit, samen met de vergunninghouders van de verschillende projecten</p>	
Doel (scope)	De gemaakte beelden zullen gebruikt worden tijdens de enquête	Belevingsonderzoek bij de bevolking	
Timing	Voor de bouw van de eerste windturbines	Na de bouw van de eerste 6 windturbines	
Methode		<p>Deze enquête zal met een gesimuleerde fotomontage rekening houden met de cumulatieve impact van een tweede en derde park, en van de volledige bezetting met windmolens van de bij KB van 4 mei 2004 aangeduide zone.</p> <p>Verschillende doelgroepen met een minimum van 1000 personen boven de 18 jaar</p> <p>Vergelijking van gesimuleerde fotomontage met de realiteit, met uitbreiding tot simulatie van de volgende parken</p>	
Presentatie van de resultaten		<p>Een toetsing naar de maatschappelijke relevantie betreffende duurzame ruimtelijke ontwikkeling</p> <p>Invloed van de actieve impact (draaiende wieken) van de turbines</p> <p>Invloed van de verlichting bij slechte weersomstandigheden en bij nacht</p>	

#### 15.5.1.3. Monitoring zeezicht cumulatief

Aan de hand van de resultaten van de monitoring van de eerste constructiefase zal de BMM de Minister adviseren over de wenselijkheid van verdere socio-landschappelijke en/of maatschappelijke studies.

## 16. Cultureel erfgoed

Het is bekend dat op het kabeltracé enkele wrakken gelegen zijn. Omdat deze als maritiem beschermd erfgoed beschouwd worden dient voordat de kabels worden gelegd de juiste posities van deze wrakken bepaald te worden. Na de bepaling kan het kabeltracé indien nodig gewijzigd worden opdat de wrakken niet beschadigd raken. Cumulatief wordt het effect op het marien archeologisch erfgoed geminimaliseerd door de kabels van de verschillende projecten, zo dicht als toegelaten door de geldende wetgeving, volgens een zelfde traject te laten lopen.

### *16.1. Besluit*

Bij het graven van de sleuven dient speciale aandacht te worden besteed aan de wrakken die als cultureel erfgoed worden beschouwd.

#### 16.1.1. Aanvaardbaarheid

Het project is aanvaardbaar voor het onderdeel cultureel erfgoed.

#### 16.1.2. Aanbevelingen en voorwaarden

##### *16.1.2.1. Voorwaarden*

De houder moet voor de bouw een side scan sonar survey (of minstens gelijkwaardige techniek) door het gebied en over het kabeltracé uitvoeren. De BMM moet uitgenodigd worden om aanwezig te kunnen zijn tijdens deze survey. Alle obstakels die op de zeebodem gevonden worden, moeten geplot worden. Na de constructie dient over dezelfde tracks een survey te gebeuren (rekening houdend met veiligheid en werkingslimieten), en ieder nieuw obstakel veroorzaakt door de houder moet op zijn kosten verwijderd worden.

Indien een wrak wordt ontdekt dient eerst de BMM en de bevoegde autoriteiten onverwijld te worden ingelicht alvorens over te gaan tot de verwijdering. Bij de beoordeling van zo'n omstandigheid zal rekening worden gehouden met de mogelijk aanwezigheid van materiële goederen of cultureel erfgoed.

Na het leggen van de kabels zal de vergunninghouder het werkelijke tracé op kaart van 1/50.000 aan de BMM overmaken.

### *16.2. Monitoring*

De werkzaamheden onder voorwaarde maken verdere monitoring overbodig.

## 17. Verlichting en markering

De bebakening is het geheel van verlichting en markering voorzien bij offshore structuren om de veiligheid van scheep- en luchtvaart te garanderen.

De concessie van Belwind op de Bligh Bank ligt in België, maar voor de luchtvaart ligt dit gebied in Nederlandse "FIR" zijnde Flight Information Region. De opsteller van het MER hebben hieruit besloten dat de bebakening voor luchtvaart toegepast bij Nederlandse offshore parken van toepassing kon zijn voor het Belwind project. Navraag bij de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en vervoer, Directoraat Generaal Luchtvaart, Dienst Luchtruim en Luchthavens leerde ons dat de zone van de Bligh Bank weliswaar in Nederlandse FIR zone gelegen is en door Nederland beheerd wordt, maar dat het luchtruim boven Belgisch grondgebied gelegen is en waar de Belgische Staat dus autoriteit heeft. De Belgische richtlijnen betreffende de bebakening van hindernissen zoals beschreven in de circulaire CIR-GDF03 van 12/06/06 (FOD Mobiliteit en Vervoer) zijn dus van toepassing voor het luchtverkeer. Meer bepaald behoren de windmolens en bijhorende structuren van de Bligh Bank tot de categorie E beschreven in deze circulaire. Er wordt op gewezen dat de bebakening van de windturbines en bijhorende structuren afhankelijk is van hun hoogte. Een andere bebakening zal aldus van toepassing zijn voor de 3 MW turbines (< 150m boven TAW) dan voor de 5 MW turbines (> 150m TAW).

De bebakening van de structuren voor de scheepvaart dienen de richtlijnen van de bevoegde instanties te volgen, gebaseerd op de IALA richtlijnen van 1998 en 2004, die in verlichting, markering en geluidssignalen voorziet. Belangrijk bij de bebakening voor scheepvaart is dat niet alleen de individuele windturbines duidelijk onderscheiden kunnen worden, maar dat tevens het park in zijn geheel als park wordt onderscheiden door toepassing van de juiste groepsbebakening. Na finalisatie van de 3 voorziene parken in de Belgische windmolenzone zal de bebakening voor de scheepvaart aangepast dienen te worden zodat de 3 groepsbebakeningen van ieder park afzonderlijk worden omgevormd tot 1 grote groepsbebakening voor het geheel van alle parken samen.

Tijdens de bouw- en ontmantelingsfase dient de bebakening voor scheep-en luchtvaart aangepast te worden aan de heersende werkomstandigheden zodat ten allen tijde een duidelijk beeld wordt verkregen van de aanwezige (half)afgewerkte structuren en werkschepen in de zone.

### *17.1. Besluit*

De juiste specificaties voor de bebakening en markering kunnen bij de bevoegde instanties worden opgevraagd. Betreffende de bebakening van de scheepvaart is de BMM van mening dat een tijdelijke bebakening dient voorzien te worden tijdens de bouwfase van alle niet afgewerkte delen (zowel boven als onder water) (zie hoofdstuk veiligheid en risico's). Aanvullende acht de BMM het aangewezen enkele maatregelen als voorwaarden van de milieuvergunning op te nemen.

#### 17.1.1. Aanvaardbaarheid

De BMM besluit dat de activiteit aanvaardbaar is voor dit onderdeel mits de voldaan wordt aan de hierna volgende voorwaarden.



## 17.1.2. Aanbevelingen en voorwaarden

### *17.1.2.1. Voorwaarden*

De verlichting van de turbines 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 (scheepvaart) en ICAO (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).

Tijdens de constructie dienen alle reeds afgewerkte funderingen en structuren (op het hoogste punt) een tijdelijk waarschuwingslicht ten behoeve van de scheep- en luchtvaart te dragen.

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

## 18. Voorwaarden en aanbevelingen

Voorwaarden en aanbevelingen zijn voorgesteld per discipline in de desbetreffende hoofdstukken. 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 en 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 vergunning C-Power - de artikelen van het besluit en de niet-specifieke gebruiksvoorwaarden - opgenomen moeten worden, in voorkomend geval, in de aan de n.v. Belwind te verlenen machtiging/vergunning. Deze bepalingen zijn een voorwaarde voor het gunstig advies van de BMM over de aanvraag.

De voorwaarden voortvloeiend uit de milieueffectenbeoordeling van een bepaald onderwerp worden in de desbetreffende hoofdstukken weergegeven. De bijkomende voorwaarden die overgenomen moeten worden van de vergunning C-Power worden niet in deze MEB weergegeven.

Indien bij de monitoring van de activiteit een significant negatieve impact vastgesteld wordt op het mariene milieu, kunnen bijkomende voorwaarden gesteld worden door de minister.

## 19. Monitoring

### 19.1. Algemeen

Dit hoofdstuk dient gelezen te worden met de monitoring uitgewerkt in ieder hoofdstuk van het MEB.

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.

Rekening houdend met de werkzaamheden wordt een zesjarig monitoringsprogramma voorgesteld: in jaar 0 wordt de monitoring vóór de aanvang van de bouwwerkzaamheden uitgevoerd, van jaar 1 t.e.m. jaar 5 wordt het overige deel van het monitoringsprogramma uitgevoerd. Ten laatste halverwege jaar 5 zal de BMM een wetenschappelijke workshop organiseren in samenwerking met de houder. Op deze workshop zullen de resultaten van de monitoring en de relevante gegevens uit de jaarlijkse verslagen worden uiteengezet. 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 adviseren aan de minister.

Alle monitoringsgegevens die door de houder worden verzameld dienen volgens een op voorhand met de BMM afgesproken formaat en drager (papier, CD-R, digitaal doorzenden) aan de BMM te worden overgemaakt. Het concessiegebied bevindt zich buiten de territoriale zee in een openbaar domein, waarover België rechtsbevoegdheid heeft, samen met internationale verplichtingen. Hieruit vloeit voort dat alle monitoringsgegevens behalve deze die rechtstreeks noodzakelijk zijn voor de bouw en exploitatie van het park eigendom worden van de Staat.

De bedragen die in dit hoofdstuk worden vermeld zijn budgettaire ramingen. Ze moeten worden beschouwd als indicatief en maximaal. Op jaarbasis wordt een verrekening opgesteld van de werkelijke gemaakte kosten, die wordt doorgestuurd naar de houder. De BMM verbindt zich deze kosten binnen het budget te houden, rekening houdende met de gewone indexstijging. De BMM behoudt echter het recht om het monitoringsprogramma aan te passen aan de beschikbare middelen.

De monitoring moet niet beperkt blijven tot het concessiegebied. Indien gerechtvaardigd door de verwachte omvang van de rechtstreekse en onrechtstreekse effecten van de vergunde activiteit zullen de monitoringswerkzaamheden zich in de omgeving van het concessiegebied kunnen uitstrekken.

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 van de intenties van de overheid.

Op één van de transformatorplatformen 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 IR

camera, radar, 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 enkele dagen kunnen verblijven indien men door omstandigheden op dit platform komt vast te zitten (vb. door veranderde weersomstandigheden).

Indien de monitoring aantoont dat onverwachte effecten van de activiteit optreden, waarvoor geen specifieke monitoring voorzien werd, dient de monitoring aangepast te worden om hiermee rekening te houden.

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.

## 19.2. Voorgesteld Programma

### 19.2.1. Plan

Hieronder wordt, rekening houdend met de resultaten van de milieueffectenbeoordeling (MEB), het monitoringsplan voorgesteld door de BMM. De tabel hieronder geeft een overzicht weer van de monitoring voor alle disciplines tijdens de 6 jaren.

Tabel 20. Overzicht van alle monitoringsprogramma's tijdens de 6 jaren.

jaar 0	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5
<b>Jaar 0</b>	<b>Pilootfase 6 WT</b>	<b>66 WT/ 110 WT</b>	<b>66 WT/ 110 WT</b>	<b>66 WT/ 110 WT</b>	<b>66 WT/ 110 WT</b>
HYDRO	HYDRO	--	HYDRO <sup>20</sup>	--	--
SED	SED	SED	SED	SED	SED
--	TRIL	TRIL	TRIL	TRIL	TRIL
OWG	OWG	OWG	OWG	OWG	OWG
--	BWG	BWG	BWG	BWG	BWG
METEO	METEO	METEO	METEO	METEO	METEO
ZEEZICHT	ZEEZICHT	ZEEZICHT	ZEEZICHT	ZEEZICHT	ZEEZICHT
--	VIS	VIS	VIS	VIS	VIS
--	HARD	HARD	HARD	HARD	HARD
ZACHT	ZACHT	ZACHT	ZACHT	ZACHT	ZACHT
AVI SED	AVI SED	AVI SED	AVI SED	AVI SED	AVI SED
AVI MIG	AVI MIG	AVI MIG	AVI MIG	AVI MIG	AVI MIG
AVI COL	AVI COL	AVI COL	AVI COL	AVI COL	AVI COL
ZZD	ZZD	ZZD	ZZD	ZZD	ZZD
EMV	EMV	EMV	EMV	EMV	EMV

### 19.2.2. Beoordeling van de resultaten

Het monitoringsplan en de resultaten van de monitoring dienen door de overheid jaarlijks te worden beoordeeld. Aan de hand van deze beoordeling dient het monitoringsplan jaarlijks te worden herzien.

Het opstellen van het definitieve plan, de beoordeling en de algemene coördinatie van de monitoringsprogramma's, en de organisatie van de workshop moeten door de BMM gebeuren. Hiervoor werd voor jaar 0 één manjaar voorzien, en voor de volgende jaren (jaar 1 tot 5), jaarlijks 165 mandagen.

<sup>20</sup> na de finalisatie van het volledige park

### 19.2.3. Schatting van het budget

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

Een aantal onderzoeken kunnen uitgevoerd worden door of in opdracht van de houder en worden in de budgettering niet inbegrepen. In dat geval blijven de kosten voor de BMM beperkt tot de controle en de evaluatie van de monitoring. De rest wordt door of in opdracht van de BMM uitgevoerd. De tabel hieronder geeft een overzicht weer van de uitvoerders van de voorgestelde onderzoeken.

Tabel 21. Overzicht van de uitvoerders van het programma.

<b>BELWIND</b>	<b>veldwerk</b>	<b>onderzoek</b>	<b>rapportering</b>	<b>beoordeling</b>
HYDRO/SEDТ	BW	BW	BW	BMM
TRIL/BWG	BW	BW	BW	BMM
OWG	BMM	BMM	BMM	BMM
METEO	BW	BMM	BMM	BMM
ZEEZICHT	BMM	BMM	BMM	BMM
BENTHOS/VIS	BMM	BMM	BMM	BMM
AVI	BMM	BMM	BMM	BMM
ZZD	BMM	BMM	BMM	BMM
EMV	BW	BW	BW	BMM

De onderzoeken worden op kostprijs gefactureerd aan de houder. Tenzij specifiek geformuleerd gaat het voorziene budget uit van een basisvergoeding van 395 euro per mandag (index 112,37, basis 1996 overeenkomend met index 97,77, basis 2004) te indexeren volgens de index der consumptieprijsen.

Uitrusting en materiaal worden eveneens op kostprijs berekend, in basiswaarde (100%) van november 2007, in de schatting van het te voorzien budget en wordt eveneens geïndexeerd.

De scheepstijd valt ten laste van de exploitant en wordt in de berekening van dit budget niet meegerekend. Extra kosten gemaakt voor scheepstijd uitgevoerd door andere schepen dan de Belgica zullen aangerekend worden aan de houder. De BMM stelt, in de mate van het mogelijke, de M/V Belgica kosteloos ter beschikking. De Belgica campagnes dienen echter in het jaar voordien te worden aangevraagd en goedgekeurd. De BMM stelt eveneens haar observatievliegtuig kosteloos ter beschikking voor de monitoring uitgevoerd vanuit de lucht.

Het budget dat voorgesteld wordt, is het maximum budget. Aan de houder worden de reële kosten verrekend.

In de volgende hoofdstukken wordt een schatting gemaakt van het aantal stalen en van de werklast voor elk onderdeel van het monitoringsprogramma. Op het einde van dit document wordt een samenvatting weergegeven van het geschatte totale budget voor de 6 jaren. Dit beloopt een totaal bedrag van 1.896.000 euro in basiswaarde (100%) van juni 2003 voor de prestaties, plus 193.365 euro in basiswaarde (100%) van november 2007 voor de bijkomende kosten (overeenkomend met een totaal bedrag van 2.289.669 euro in basiswaarde (100%) van november 2007, geïndexeerd), met dien verstande dat:

- i) het monitoringsplan van het jaar nul ten belope van een bedrag van 270.575 euro in basiswaarde (100%) van juni 2003 voor de prestaties, plus 1250 euro in basiswaarde (100%) van november 2007 voor de bijkomende kosten (overeenkomend met een totaal bedrag van 300.410 euro in basiswaarde (100%) van november 2007, geïndexeerd) overeenkomend met tabel 21 en 22 van dit document, in hoofdzaak betrekking heeft op de huidige toestand van het mariene milieu vóór de aanvang van de werkzaamheden; dat

dit voorwerp uitmaakt van het monitoringsprogramma van de overheid (FOD Leefmilieu) in het kader van het Duurzaam Beheer van de Noordzee; dat dit gedeelte van de monitoring niet ten laste van de houder wordt gelegd;

- ii) de BMM, in het kader van de aanvraagprocedures voor het bekomen van een machtiging voor de bouw en een vergunning voor de exploitatie van andere windturbineparken in de Belgische zeegebieden, tevens zal adviseren over de eventuele wijzigingen van de voorwaarden van het monitoringsplan; dat deze wijzigingen tot doel hebben de inspanningen inzake monitoring op redelijke wijze te verdelen tussen de exploitanten van de verschillende windturbineparken in de Belgische zeegebieden.

De BMM behoudt het recht om de werklast van de verschillende programma's in de loop van de uitvoeringsperiode aan te passen en zondig naar beneden te herzien om die in overeenkomst te houden met de beschikbare financiële middelen.

### 19.3. Hydrodynamica en sedimentologie

Dit deel van de monitoring wordt uitgevoerd door de aanvrager. De kosten voor de BMM blijven beperkt tot de controle en de evaluatie van de monitoring. De werklast kan worden geraamd als in volgende tabel.

Tabel 22. Schatting van de werklast van de BMM voor de beoordeling van de monitoring van de hydrodynamica en van de sedimenten.

	Jaar 0	Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3	Jaar 4	Jaar 5	Totaal
Mandagen	15	15	15	15	15	15	90

### 19.4. Geluid

Bij het voorziene budget werd rekening gehouden met het feit dat de kostprijs van materieel zoals van hydrofoons en een opnametoestel gedeeld kan worden tussen de verschillende windparken waarvoor een vergunning afgeleverd wordt. Het budget hieronder weergegeven betreft enkel het budget ten laste van Belwind voor de afschrijving van de hydrofoons. De vermelde werklast is deze van de BMM voor de uitvoering van OWG en de evaluatie van de resultaten van BWG en TRIL.

Tabel 23. Schatting van de werklast van de BMM voor de monitoring van het geluid (OWG+ BWG+ TRIL).

	Jaar 0	Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3	Jaar 4	Jaar 5	Totaal	
Mandagen	30	75	75	10	10	10	210	mandagen
Afschrijving	1250	1250	1250	1250	1250	1250	7500	euro
Hydrofoons								

### 19.5. Risico's en gevolgen van mogelijke rampen/veiligheid

Dit deel van de monitoring wordt uitgevoerd door de aanvrager. De kosten voor de BMM blijven beperkt tot de controle en de evaluatie van de monitoring, in het bijzonder opslag en publiceren van de data door het "Belgian Marina Data Center" van de BMM. De werklast kan worden geraamd als in volgende tabel.

Tabel 24. Schatting van de werklast van de BMM voor de monitoring van METEO.

	Jaar 0	Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3	Jaar 4	Jaar 5	Totaal
Mandagen	5	25	20	10	10	10	80

### 19.6. Mogelijke schadelijke stoffen

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 houder.

### 19.7. Benthos, vissen en biodiversiteit

De effecten van de inplanting van een windmolenpark op het ecosysteem moeten opgevolgd worden in een gepaste monitoring die voldoende lang in de tijd moet doorgaan.

Tabel 25. Overzicht van het geschatte aantal stalen voorzien voor de monitoring van de benthos en de vissen.

STALEN	Jaar 0	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	TOTAAL
VIS	0	2	2	2	2	2	10
HARD ER	0	32	32	32	32	32	160
HARD SUB	0	12	12	12	12	12	60
HARD INT	0	4	4	4	4	4	20
<i>HARD+VIS</i>							
<i>TOT</i>	<i>0</i>	<i>50</i>	<i>50</i>	<i>50</i>	<i>50</i>	<i>50</i>	<i>250</i>
ZACHT END	30	30	30	30	30	30	180
ZACHT EPI	30	30	30	30	30	30	180
<i>ZACHT TOT</i>	<i>60</i>	<i>60</i>	<i>60</i>	<i>60</i>	<i>60</i>	<i>60</i>	<i>360</i>
<b>TOTAAL</b>	<b>60</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>610</b>

Deze monitoring wordt volledig door de BMM of in opdracht van de BMM uitgevoerd. De vermelde werklust is deze van de BMM voor de uitvoering en evaluatie van HARD en VIS en de evaluatie van de resultaten van ZACHT.

Bij het voorziene budget werd rekening gehouden met het feit dat de kostprijs van materieel zoals o.a. labomateriaal, een onderwaterfototoestel, ... gedeeld kan worden tussen de verschillende windparken waarvoor een vergunning afgeleverd wordt. Het budget hieronder weergegeven betreft enkel het budget ten laste van Belwind voor de afschrijving van het materiaal.

Tabel 26. Overzicht van de geschatte werklust voorzien voor de monitoring van de benthos en de vissen.

MANDAGEN	Jaar 0	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	TOTAAL
Plan/beoordeling	40	20	20	20	20	20	140
<i>HARD/VIS TOT</i>	<i>0</i>	<i>110</i>	<i>110</i>	<i>110</i>	<i>110</i>	<i>110</i>	<i>550</i>
ZACHT END	85	55	55	55	55	55	360
ZACHT EPI	85	55	55	55	55	55	360
<i>ZACHT TOT</i>	<i>170</i>	<i>110</i>	<i>110</i>	<i>110</i>	<i>110</i>	<i>110</i>	<i>720</i>
<b>TOTAAL</b>	<b>210</b>	<b>240</b>	<b>240</b>	<b>240</b>	<b>240</b>	<b>240</b>	<b>1410</b>
materiaal	0	2600	2600	2600	2600	2600	13000 euro

### 19.8. Zeezoogdieren

Deze monitoring wordt volledig door de BMM uitgevoerd. De vermelde werklust is deze van de BMM voor de ontwikkeling van de methodologie, de uitvoering en de beoordeling van de resultaten.

Bij het voorziene budget werd de kostprijs van T-PoD verdeeld tussen de twee windparken waarvoor een vergunning afgeleverd werd. Het budget hieronder weergegeven betreft enkel het budget ten laste van Belwind voor de afschrijving van de T-PoD's .

In dit budget zijn niet opgenomen:

3. de meldingen van waarnemingen aan de BMM door de aanvrager: geen budget voorzien (aanvrager – vergunninghouder)
4. de opname van waarnemingen in het rapport onderzoek van vogels: opgenomen in het budget voor de monitoring van vogels.

Tabel 27. Voorziene werklast van de BMM voor het uitvoeren en beoordelen van de monitoring van de zeezoogdieren.

MANDAGEN	jaar 0	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	totaal MD
ZZD	15	75	75	45	45	45	300
Aankoop en gebruik T-Pod's	0	4573	4573	4573	4573	4573	22865 euro

### 19.9. Avifauna

Deze monitoring wordt volledig door de BMM of in opdracht van de BMM uitgevoerd. De BMM voert de monitoring AVI COL en AVI MIG uit. AVI SED in opdracht van de BMM uitgevoerd en verder geëvalueerd door de BMM. Bij het voorziene budget werd rekening gehouden met het feit dat de kostprijs van de radar gedeeld kan worden tussen de verschillende concessiehouders. Het budget voor de radar, hieronder weergegeven, betreft enkel het budget ten laste van Belwind.

Tabel 28. Overzicht van de werklast voor de monitoring van de vogels.

MANDAGEN	jaar 0	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	TOTAAL
AVI PLAN+BEOORD	5	10	10	10	10	10	55
AVI COL	30	80	80	80	80	80	430
AVI MIG	30	80	80	80	80	80	430
<i>SUB TOTAAL</i>	<i>60</i>	<i>160</i>	<i>160</i>	<i>160</i>	<i>160</i>	<i>160</i>	<i>860</i>
AVI REF	0	0	0	0	0	0	0
AVI SED	110	110	110	110	110	110	660
<i>SUB TOTAAL</i>	<i>110</i>	<i>110</i>	<i>110</i>	<i>110</i>	<i>110</i>	<i>110</i>	<i>660</i>
<b>TOTAAL</b>	<b>175</b>	<b>280</b>	<b>280</b>	<b>280</b>	<b>280</b>	<b>280</b>	<b>1575</b>
Afschrijving radar	0	30000	30000	30000	10000	0	100000 euro

### 19.10. Elektromagnetische velden

Dit deel van de monitoring wordt uitgevoerd door de aanvrager. De kosten voor de BMM blijven beperkt tot de controle en de evaluatie van de monitoring. De werklast kan worden geraamd als in volgende tabel.

Tabel 29. Voorziene werklast voor het beoordelen van de monitoring van de elektromagnetische velden.

MANDAGEN	jaar 0	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	totaal MD
EMV	5	5	5	5	5	5	30



### 19.11.Zeezicht

Dit deel van de monitoring wordt uitgevoerd door de aanvrager. De kosten voor de BMM blijven beperkt tot de controle en de evaluatie van de monitoring. In het jaar nul wordt door de BMM de actualisatie van de methodologie nagegaan. De werklast kan worden geraamd als in volgende tabel.

Tabel 30. Overzicht werklast en budget Zeezicht met beoordeling enquêtes.

	Jaar 0	Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3	Jaar 4	Jaar 5	Totaal	
Beoorde- ling	10	10	10	10	10	10	60	mandagen
Uitvoeren enquêtes	0	50000	0	0	0	0	50000	Euro

## 19.12. Globale werklast en budget BELWIND

Deze tabellen verzamelen alle gegevens betreffende de monitoring.

Tabel 31. Globale werklast voor de uitvoering van de monitoringsprogramma.

MANDAGEN	jaar 0	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	totaal
<b>BELWIND</b>	<b>Jaar 0</b>	<b>Pilootfase 6 WT</b>	<b>66WT/ 110WT</b>	<b>66 WT/ 110 WT</b>	<b>66 WT/ 110WT</b>	<b>66 WT/ 110 WT</b>	<b>MD</b>
COORDINATIE	220	165	165	165	165	165	1045
HYDRO/SEDT	15	15	15	15	15	15	90
TRIL/OWG/BWG	30	75	75	10	10	10	210
METEO	5	25	20	10	10	10	80
ZEEZICHT	10	10	10	10	10	10	60
BENTHOS	210	240	240	240	240	240	1410
AVIFAUNA	175	280	280	280	280	280	1575
ZZD	15	75	75	45	45	45	300
EMV	5	5	5	5	5	5	30
<b>TOTAAL MD</b>	<b>685</b>	<b>890</b>	<b>885</b>	<b>780</b>	<b>780</b>	<b>780</b>	<b>4800</b>

Tabel 32. Globale budget (prestaties in basiswaarde van juni 2003 aan 395 € per mandag) voor de uitvoering van de monitoringsprogramma.

BUDGET	jaar 0	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	TOTAAL
<b>BELWIND</b>	<b>Jaar 0</b>	<b>Pilootfase 6 WT</b>	<b>66WT/ 110WT</b>	<b>66 WT/ 110 WT</b>	<b>66WT/ 110WT</b>	<b>66 WT/ 110 WT</b>	<b>EUR</b>
COORDINATIE	86900	65175	65175	65175	65175	65175	412775
HYDRO/SEDT	5925	5925	5925	5925	5925	5925	35550
TRIL/OWG/BWG	11850	29625	29625	3950	3950	3950	82950
Afschr. Hydroph.	1250	1250	1250	1250	1250	1250	7500
METEO	1975	9875	7900	3950	3950	3950	31600
ZEEZICHT	3950	3950	3950	3950	3950	3950	23700
Enquete	0	50000	0	0	0	0	50000
BENTHOS	82950	94800	94800	94800	94800	94800	556950
Materiaal	0	2600	2600	2600	2600	2600	13000
AVIFAUNA	69125	110600	110600	110600	110600	110600	622125
Radar	0	30000	30000	30000	10000	0	100000
ZZD	5925	29625	29625	17775	17775	17775	118500
T-pods	0	4573	4573	4573	4573	4573	22865
EMV	1975	1975	1975	1975	1975	1975	11850
<b>SS TOTAAL €</b>	<b>270575</b>	<b>351550</b>	<b>349575</b>	<b>308100</b>	<b>308100</b>	<b>308100</b>	<b>1896000</b>
<i>Ss totaal aankoop</i>	<i>1250</i>	<i>88423</i>	<i>38423</i>	<i>38423</i>	<i>18423</i>	<i>8423</i>	<i>193365</i>
<b>TOTAAL €</b>	<b>271825</b>	<b>439973</b>	<b>387998</b>	<b>346523</b>	<b>326523</b>	<b>316523</b>	<b>2089365</b>

Tabel 33. Totale budget (in basiswaarde van november 2007 aan 436,73 € per mandag) voor de uitvoering van de monitoringsprogramma.

<b>SS TOTAAL €</b>	299160	388690	386506	340649	340649	340649	2096304
<i>Ss totaal aankoop</i>	<i>1250</i>	<i>88423</i>	<i>38423</i>	<i>38423</i>	<i>18423</i>	<i>8423</i>	<i>193365</i>
<b>TOTAAL €</b>	<b>300410</b>	<b>477113</b>	<b>424929</b>	<b>379072</b>	<b>359072</b>	<b>349072</b>	<b>2289669</b>

## 20. 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.

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.

## 21. Literatuurlijst

### Elektromagnetische velden

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.

Bochert, R. & Zettler, M.L., 2004. Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 25: 498-502.

CMACS, 2003. A baseline assessment of electromagnetic fields generated by offshore windfarm cables. COWRIE Report EMF-01-2002 66. 71pp.

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.

Gill, A.B., Gloyne-Phillips, I., Neal, K.J. & Kimber, J.A., 2005. Cowrie 1.5 Elektromagnetic Fields Review: The potential effects of electromagnetic fields generated by sub-sea power cables associated with offshore wind farm developments on electrically and magnetically sensitive marine organisms – a review. 90pp.

Gill, A.B. & 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.

Kirshvink, J.L., 1997. Magnetoreception: homing in on vertebrates. *Nature* 390: 339-340.

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.

Zakon, H.H., 1986. The elektroreceptive periphery, In *Elektroreception*, (ed. T.H. Bullock & W. Heiligenberg). John Wiley and Sons, New York: 103-156.

### Risico's en Veiligheid

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.

Catrysse J., 2007. Studie omtrent de mogelijke invloed van een windmolenpark op de Bligh Bank met betrekking tot de SRK-radar en de marifone communicatie. 63 pp

DNV, 2003. Det Norske Veritas. Rules for design of offshore wind turbine structures. 9pp.

DTI, 2007. Methodology for Assessing the Marine Navigational Safety Risks of Offshore Wind Farms

Germanischer Lloyd, 2003. Offshore wind energy park Thorntonbank. Technical risk analysis. Report nr.GL-O-03-291. 145 pp.

Koldenhof, Y. & van der Tak, C., 2007. Veiligheidsstudie offshore windpark (Bligh Bank”, MARIN rapport nr. 21607.620/3. 59 pp.

Maritime and coastguard agency, 2006a. Proposed UK offshore renewable energy installations (OREI) – Guidance on navigational safety issues.

Maritime and coastguard agency, 2006b. Draft interim guidance to mariners operating in the vicinity of UK Offshore wind farms.

McA & Qinetiq, 2004. Results of the electromagnetic investigations and assessments of marine radar, communications and positioning systems undertaken at the North Hoyle wind farm by Qinetiq and the Maritime and Coastguard agency. 84pp.

Musial, W. & Butterfield, S., 2006. Energy from offshore wind. Conference paper NREL/CP-500-39450. 11pp.

RWS, 2007. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Rijkswaterstaat. Ontwerpbesluit inzake de aanvraag Wbr-vergunning offshore windturbinepark “ Katwijk”. 19 pp.

Starling M, 2007. Safety at sea. Trans-national procedures and guidelines for offshore wind farm risk management. Demonstration project D. Deliverable D9.

Van Lil, E., & Trappeniers, D., 2003. Studie van de effecten van een windturbinepark op de Thorntonbank: fase 1: RF studie, 69 pp.

Van Lil, E., & Trappeniers, D., 2003. Studie van de effecten van een windturbinepark op de Thorntonbank: fase2: SRK-compatible Early warning system. 21pp.

### Avifauna

Alerstam, T., 1990, Bird migration. Cambridge University Press, Cambridge. 420 pp.

Buurma, L.S., 1987, Patronen van hoge vogeltrek boven het Noordzeegebied in oktober. Limosa 60: 63-74.

Christensen, T.K., Clausager, I. & 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.

Desholm, M., 2003, Thermal Animal Detection System (TADS); development of a method for estimating collision frequency of migrating birds at offshore wind turbines. Technical Report No. 440, National Environmental Research Institute, Ministry of the Environment, Denmark, 27pp.

- Desholm, M., Petersen, I.K., Kahlert, J. & Clausager, I., 2003, Base-line investigation of birds in relation to an offshore windfarm at Rodsand, results and conclusions 2002. Report commissioned by Energi E2 A/S. National Environmental Research Institute, Ministry of the Environment, Denmark, 64pp.
- Drewitt, A.L. & Langston, R.H.W., 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148: 29-42.
- Everaert, J., Stienen E.W.M., 2006. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium): significant effect on breeding tern colony due to collisions, in: *Biodiversity and conservation* 15(10).
- Grontmij, 2006. Offshore windpark Katwijk – Milieueffectrapport. In opdracht van WEOM. 335 pp.
- Harthe, M., Mulder, S. & van den Wittenboer, W., 2006, Overall report Baseline Studies Near Shore Windfarm (NSW). Projectorganization MEP NSW. 47pp.
- Hüppop, O., Dierschke, J., Exo, K.M., Fredrich, E. & Hill R., 2006. Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines, *Ibis* 148: 90-109.
- Klaer, J., Larsen, J.K., Boesen, C., Hassing, H., Andersen, S., Nielsen, S., Ragborg, A.G. & Christensen, K.M., 2006. Danish Offshore Wind – Key Environmental Issues. 142 pp.
- Komdeur, J., Bertelsen, J. & Cracknell, G. (Eds), 1992. Manual for aeroplane and ship surveys of waterfowl and seabirds. Wetlands International Publication 19. 37 pp.
- Krijgsveld, K.L., Lensink, R., Schekkerman, H., Wiersma, P., Poot, M.J.M., Meesters, E.H.W.G. & Dirksen, S., 2005. Baseline studies North Sea wind farms: fluxes, flight paths and altitudes of flying birds 2003-2004. 192 pp.
- Lensink, R., van Gasteren, H., Hustings, F., Buurma, L., van Duin, G., Linnartz, L., Vogelzang, F. & Witkamp, C., 2002. Vogeltrek over Nederland 1976-1993. Schuyt & Co, Haarlem, ISBN 90-6097-566-9.
- Leopold, M.F. & Camphuysen, K.C.J., 2007. Did the pile driving during the construction of the Offshore Wind Farm Egmond aan Zee, the Netherlands, impact local seabirds? NoordzeeWind Rapport OWEZ R 221 Tc 20070525. 28 pp.
- Perrow Martin, R., Skeate Eleanor, R., Lines, P., Brown D. & Tomlinson M.L., 2006. Radio Telemetry as a tool for impact assessment of wind farms: the case of Little Terns *Sterna albifrons* at Scroby Sands, Norfolk, UK. *Ibis* 148: 57-75.
- Petersen, I.K., Christensen, T.K., Kahlert, J., Desholm, M. & 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.
- Seys J., Offringa H., Van Waeyenberge J., Meire P. & Kuijken E. 1999. Ornitologisch belang van de Belgisch maritieme wateren: naar een aanduiding van kensoorten en sleutelgebieden. Nota IN 99/74.

Stienen, E.W.M. & Kuijken, E. 2003. Het belang van de Belgische zeegebieden voor zeevogels. Rapport IN.A.2003.208.

Stienen, E.W.M., Van Waeyenberghe, J. & 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. & Ferrer, M., 2007. Birds and wind farms: risk assessment and mitigation, p. 71 – 80.

Tasker, M.L., Jones, P.H., Dixon, T.J. & Blake, B.F., 1984. Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardized approach. *Auk* 101: 567-577.

van de Bilt, S.G.Th., Boon, A.R., Dotinga M.R., Duyckinck Dörner, G.C. & Rijntalder J.F.W., 2006. Milieueffectenrapport Offshore windpark “Breeveertien II”.

Vanermen, N., Stienen, E.W.M., Courtens, W. & Van de Walle, M., 2006. Referentiesituatie van de avifauna van de Thorntonbank. Rapport IN.A.2006.22. 131 pp.

Wiggelinkhuizen, E.J., Rademakers L.W.M.M., Barhorst S.A.M. & den Boon, H.J., 2006. Bird collision monitoring system for multi-megawatt wind turbines WT-Bird®, prototype development and testing. ECN-E—06-027, 56pp.

#### Atmosfeer en klimaat

<http://cpp.eurostat.ec.europa.eu/>, 08/11/2007.

CREG, 2007. Studie over de ontoereikende productiecapaciteit van elektriciteit in België. 25 pp.

Devogelaer, D., Gusbin, D., Bassilière, D., Bossier, F., Bracke, I., Thiery, F., Vandevyvere, W., Henry, A. & Gouzée, N., 2006. Federaal Planbureau: het klimaatbeleid na 2012: analyse van scenario's voor emissiereductie tegen 2020 en 2050. 244 pp.

Vestas Wind Systems, 2005. Life cycle assessment of offshore and onshore sited wind power plants based on Vestas V90-3.0 MW turbines.

MITRE, Monitoring & Modelling Initiative on the Targets for Renewable Energy ALTENER Programme, 2003. DG for Energy and Transport, EC, <http://mitr.energyprojects.net>

#### Benthos en vissen

Connor, D. W., Allen, J. H., Golding, N., Howell, K. L., Lieberknecht, L. M., Northen, K. O. & J.B., Reker, 2004. The Marine Habitat Classification for Britain and Ireland Version 04.05.JNCC, Peterborough ISBN 1 861 07561 8 (internet version) [www.jncc.gov.uk/MarineHabitatClassification](http://www.jncc.gov.uk/MarineHabitatClassification)

Degraer, S., Verfaillie, E., Willems, W., Adriaens, E., Vincx, M. & Van Lancker V. (in press). Habitat suitability modelling as a mapping tool for macrobenthic communities: An example from the Belgian part of the North Sea. *Continental Shelf Research*. DOI 10.1016/j.csr.2007.09.001.

- 
- Degraer, S., Wittoeck, J., Appeltans, W., Cooreman, K., Deprez, T., Hillewaert, H., Hostens, K., Mees, J., Vanden Berghe, E., Vincx, M., 2006. De macrobenthosatlas van het Belgisch deel van de Noordzee. Federaal Wetenschapsbeleid: Brussel, Belgium. ISBN 90-810081-5-3. 164 pp., 1 cd-rom.
- De Maerschalck, M., Hostens, K., Wittoeck, J., Cooreman, K., Vincx, M., & S. Degraer, 2006. Monitoring van de effecten van het Thornton windmolenpark op de benthische macro-invertebraten en de visfauna van zachte substraten: Referentietoestand. Studie uitgevoerd in opdracht van het KBIN (BMM), 136 pp.
- Derous, S., Courtens, W., Cuvelier, D., Deckers, P., Deneudt, K., Hillewaert, H., Hostens, K., Mees, J., Moulart, I., Stienen, E., Van Lancker, V., Verfaillie, E., Vincx, M., Degraer, S., 2007. BWZee: A biological valuation map for the Belgian part of the North Sea: Final report. Belgian Science Policy: Brussels, Belgium. 144 pp.
- Ecolas NV, 2003. Milieueffectenrapport voor een Offshore windturbinepark op de Thorntonbank. Uitgevoerd in opdracht van C-Power. 241 pp.
- Eisma, D., 1966. The distribution of benthic marine molluscs of the main Dutch coast. *Neth. J. Sea Res.* 3: 107-163.
- Govaere, J.C.R., Thielemans, L.K., De Boever, R., 1976. Studie van het macrobenthos in de zuidelijke Noordzee. [Study of the macrobenthos in the southern North Sea], in: Nihoul, J.C.J.; De Coninck, L. (Ed.) (1976). *Project Sea final report: 7. Inventory of fauna and flora. Project Sea final report 7*: 115-165.
- Haelters, J., Kerckhof, F. & J.S., Houziaux, 2007. De aanduiding van mariene beschermde gebieden in de Belgische Noordzee: een mogelijke uitvoering van OSPAR Aanbeveling 2003/3 door België. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Beheerseenheid Mathematisch Model Noordzee (BMM), Brussel, 48 pp.
- ISO 16665:2005 Waterkwaliteit - Richtlijnen voor kwantitatieve monsterneming en monsterbehandeling van macrofauna in marien zacht substraat
- ISO 19493:2007 Waterkwaliteit - Richtlijn voor marien biologisch onderzoek van littorale en sublittorale verharde bodem
- De effecten van de inplanting van een windmolenpark op het ecosysteem moeten opgevolgd worden in een gepaste monitoring die voldoende lang in de tijd moet doorgaan.
- Kerckhof, F., Haelters, J. & S. Gollasch 2007. Alien species in the marine and brackish ecosystem: the situation in Belgian waters. *Aquatic Invasions* 2(3): 243-257.
- Lavaleye, M.S.S. 2000. Karakteristieke macrobenthos levensgemeenschappen van het NCP & trendanalyse van de macrobenthos diversiteit van de Oestergronden en het Friese Front (1991-1998): Rapport Ecosysteendoelen Noordzee. NIOZ-rapport, 2000 (9). Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee: Den Burg, Texel, The Netherlands. 25 pp.
- Lavaleye, M.S.S., Lindeboom, H. & M.J.N. Bergman, 2000. Macrobenthos van het NCP: rapport



ecosysteendoelen Noordzee. [Macrobenthos of the NCP: report Ecosystem Targets North Sea]. NIOZ-rapport, 2000(4). Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee: Den Burg, Texel, The Netherlands. 65 pp.

Leonhard, S.B. & J. Pedersen, 2006. Benthic communities at Horns Rev before, during and after construction of Horns Rev Offshore Wind Farm. Final report 2005. Udarbejdet af Bio/consult as for ELSAM Engineering.

NBN EN ISO 5667-1 Waterkwaliteit - Monsterneming - Deel 1: Richtlijn voor het opzetten van monsternemingsprogramma's en monsternemingstechnieken (ISO 5667-1:2006)

Orejas, C., Joschko, T., Schröder, A., Dierschke, J., Exo, M., Friedrich, E., Hill, R., Hüppop, O., Pollehne, F., Zettler, M.L., Borchert, R. 2005. Ökologische Begleitforschung zur Windenergienutzung im Offshore-Bereich auf Forschungsplattformen in der Nord- und Ostsee (BeoFINO); Endbericht. FKZ 0327526. 333 S

OSPAR, 2006. Case reports for the initial list of Threatened and/or declining species and habitats in the OSPAR Maritime area. OSPAR Biodiversity Series. 150 p

Petersen J. K. & T. Malm, 2006. Offshore windmill farms: threats to or possibilities for the marine environment. *Ambio* 35 (2): 75-80.

Postuma, K.H., Saville, A. & R.J. Wood, 1977. Herring spawning grounds in the North Sea. ICES cooperative research report n°61. 60 pp.

Redant F. 1976. Pelagische en demersale vissen – Niet-commerciële species. *in*: Nihoul, J.C.J.; De Coninck, L. (Ed.) (1976). *Project Sea final report: 7. Inventory of fauna and flora. Project Sea final report, 7*: pp. 167 -232.

Schröder, A., Orejas, C., Joschko, T. 2006. Benthos in the vicinity of the piles: FINO 1 (North Sea), Köller J., Köppel, Peters (eds): Offshore Wind Energy. Research on Environmental Impacts. Springer Verlag Heidelberg, 14.

### Zeezoogdieren

Databestand zeezoogdieren van de BMM (strandingsen en waarnemingen), gedeeltelijk online consulteerbaar vanaf 2000 op <http://www.mumm.ac.be>

DEA, 2006. Offshore wind farms and the environment – Danish experience from Horns Rev and Nysted. Danish Energy Authority, November 2006, 43pp.

Depestele, J., Courtens, W., Degraer, S., Derous, S., Haelters, J., Hostens, K., Moulaert, I., Polet, H., Rabaut, M., Stienen, E. & Vincx, M. (in prep.). WaKo: Evaluatie van de milieu-impact van WARrelnet- en boomKOrvisserij op het Belgisch Continentaal Plat: Eindrapport. ILVO-Visserij: Oostende, België.

Haelters, J. & Jacques, T.G., 2006. De bescherming van walvisachtigen in Belgische wateren:

bijkomende informatie gericht aan DG Leefmilieu van de federale Overheidsdienst volksgezondheid, veiligheid van de voedselketen en leefmilieu, m.b.t. de uitvoering door België van de Habitatrichtlijn Art. 11 en 12 voor wat betreft walvisachtigen. KBIN (BMM), Brussel. 15 pp.

Kastelein, R.A., Hardemann, J. & Boer, H., 1997. Food consumption and body weight of harbour porpoises *Phocoena phocoena*. IN: Read, A.J., Wiepkema, P.R. & Nachtigall, P.E. (Eds). The biology of the harbour porpoise. De Spil Publishers, Woerden, Nederland: 217–234.

Reid, J.B., Evans, P.G.H. & Northridge, S.P., 2003. Atlas of Cetacean distribution in north-west European waters. JNCC, Peterborough, 76pp.

Scott, K.N., 2007. Sound and cetaceans: a regional response to regulatin acoustic marine pollution. Journal of international Wildlife Law and Policy 10: 175-199.

### Geluid

Aguilar , S.N., Johnson, M., Madsen, P.T., Tyack, P.L. Bocconcelli, A. & Borsani, J.F., 2006. Does intense ship noise disrupt foraging in deep-diving Cuvier's beaked whales Marine Mammal Science 22(3): 690-699.

Bain, D.E. & 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.

Chapman, C.J. & Hawkins, A.D., 1973. A field study of hearing in the cod, *Gadus morhua* L.. Journal of Comparative Physiology, 85: 147-167.

Chapman, C.J. & Hawkins, A.D., 1974. Field studies of hearing in two species of flatfish, *Pleuronectes platessa* (L.) and *Limanda limanda* (L.) (Family Pleuronectidae). Comparative Biochemistry and Physiology, Series A, 47:371-385.

David, J.A., 2006. Likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise. Water and Environment Journal 20: 48-54.

De Clerck, R., 2002. Analyse van macro- en epibenthos en visbestanden in en rond het geplande windmolenpark "Fina Eolia" op de Vlakte van de Raan. Studie uitgevoerd door het Departement voor Zeevisserij, Oostende, in opdracht van Fina-Eolia. 120pp, 50 figuren, 14 tabellen.

Haelters, J., Kerckhof, F. & Houziaux, J.-S., 2007. De aanduiding van mariene beschermde gebieden in de Belgische Noordzee: een mogelijke uitvoering van OSPAR Aanbeveling 2003/3 door België. Federaal Wetenschapsbeleid, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Beheerseenheid Mathematisch Model Noordzee (BMM), Brussel. 46pp.

Henriet, J.-P., Versteeg, W., Staelens, P., Vercruyssen, J. & Van Rooij, D., 2006. Monitoring van het onderwatergeluid op de Thorntonbank. Referentietoestand van het jaar nul. Eindrapport van de studie uitgevoerd in opdracht van het KBIN/BMM. 53pp.

- 
- ICES, 2005. Report of the Ad-hoc Group on the Impacts of Sonar on Cetaceans and Fish (AGISC). Advisory Committee on Ecosystems ICES CM2005/ACE:06.
- ITAP, 2005. Ermittlung der Schalldruck-Spitzenpegel aus Messungen der Unterwassergeräusche von Offshore-WEA und Offshore-Rammarbeiten. Institut für technische und angewandte Physik GmbH. Report commissioned by Biola (biologisch-landschaftsökologische Arbeitsgemeinschaft).
- JNCC, 2004. Guidelines for minimising acoustic disturbance to marine mammals from acoustic surveys. Joint Nature Conservation Committee, Aberdeen. Beschikbaar op [www.jncc.gov.uk/marine](http://www.jncc.gov.uk/marine).
- Johnston, R.C., Reed, D.H. & Desler, J.F., 1988. SEG standards for specifying marine seismic energy sources. Special report of the SEG Technical Standards Committee. *Geophysics* 53: 566-575.
- Kastelein R., 2006. Onderzoek naar de invloed van onderwatergeluid op vissoorten van de Noordzee. DKW programma 418: Noordzee en kust. 24 pp.
- Laughlin, J., 2007. Effects of pile driving on fish and wildlife. Presentatie beschikbaar op internet op <http://www.wsdot.wa.gov> (30 oktober 2007).
- Nedwell, J.R. & Howell, D., 2004. A review of offshore windfarm related underwater noise sources. COWRIE report no. 544 R 0308, 57pp.
- Parvin, S.J. & Nedwell, J.R., 2006a. Underwater noise and offshore wind farms. Cowrie, report no 726R0103, 5pp.
- Parvin, S.J. & Nedwell, J.R., 2006b. Underwater noise and offshore wind farms; underwater noise survey during impact piling to construct the Burbo Bank. Subacoustech Ltd; COWRIE report no 726R0103.
- Richardson, W.J., Malme, C.I., Green, C.R. & Thomson, D.H., 1995. Marine mammals and noise. Academic Press, San Diego, 576pp.
- Thompson, F., Lüdemann, K., Kafemann, R. & Piper, W., 2006. Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. Biola (biologisch-landschaftsökologische Arbeitsgemeinschaft), Hamburg, Germany, on behalf of COWRIE. 62pp.
- Schultz – von Glahn, M., Betke, K & Nehls, G., 2006. Minderung des Unterwasserschalls bei Rammarbeiten für Offshore-WEA – Praktische Erprobung verschiedener Verfahren unter Offshore-Bedingungen. Federal Environment Agency, Germany, UFOPLAN ref. no. 205 53 113. 59pp.
- SEAS Distribution A.m.b.A. & Enron Wind GmbH, 2000 b. Offshore Wind Turbine Construction. Offshore Pile-Driving Underwater and Above-water Noise Measurements and Analysis. Oedegaard & Danneskiold-Samsøe A/S, Report 00.877. 31pp.
- Simmonds, M., Dolman, S. & Weilgart, L. (Eds.), 2003. Oceans of noise. Whale and Dolphin Conservation Society Science Report. 164pp. Beschikbaar op internet op <http://www.wdcs.org>.

Southall, D.R., 2005. Final Report of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) International Symposium: "Shipping Noise and Marine Mammals: A Forum for Science, Management and Technology" 18-19 May 2004 Arlington, Virginia, U.S.A. 40pp.

Tech Environment, 2006. Cape Wind Energy Project Nantucket Sound, Appendix 3-13BI Final EIR underwater noise analysis. Waltham, MA.

Thompson, D. (Ed.), 2000. Behavioural and physiological responses of marine mammals to acoustic disturbance – Brommad project. Final scientific and technical report to the European Commission. Mas2C7940098.

Vagle, S., 2003. On the Impact of Underwater Pile-Driving Noise on Marine Life. Ocean Science and Productivity Division, Institute of Ocean Sciences DFO/Pacific. Beschikbaar op internet pagina <http://pulson.seos.uvic.ca> (30 oktober 2007).

Verboom, W.C. & Kastelein, R.A., 2005. Some examples of marine mammal 'discomfort thresholds' in relation to man-made noise. Proceedings of the European conference on Undersea Defence Technology, UDT Europe 2005, 21-23 juni 2005, Amsterdam, Nederland, 9pp.

Ward, P.D., Harland, E. & Dovey, P., 2006. Measuring ambient noise in relation to offshore windfarm characterisation. Report prepared by QinetiQ.

Würsig, B., Greene, C.R. Jr. & Jefferson, T.A., 2000. Development of an air bubble curtain to reduce underwater noise of percussive piling. *Marine Environmental Research* 49(1): 79-93.

### Sedimentologie

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.

DeAlteris, J., L. Skrobe and C. Lipsky, 1999. The significance of seabed disturbance by mobile fishing gear relative to natural processes: a case study in Narragansett Bay. RI. In: *Fish habitat: essential fish habitat and rehabilitation*. L. Benaka (Ed.), American Fisheries Society.

Den Boon, J.H., J. Sutherland, R. Whitehouse, R. Soulsby, C.J.M. Stam, K. Verhoeven, M. Høgedal and T. Hald, 2004. Scour Behaviour and scour protection for monopile foundations of offshore wind turbines. European Wind Energy Conference & Exhibition, 22-25 November 2004, London, 14 pp.

Fettweis, M. & 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.

Galagan, C., T. Isaji and C. Swanson, 2005. Estimates of seabed scour 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.

- Malherbe, B., 1991. A case study of dumping of dredged material in open areas. *Terra et Aqua*, 45, 5-32.
- Moore M.S., M.S. Fenster and D.M. Fitzgerald, 2004. Assessing long-term changes to giant waves in eastern Long Island Sound, USA. *Geological Society of America Abstracts with Programs*, 36, No. 2, p. 87.
- Morelissen, R., S.J.M.H. Hulscher, M.A.F. Knaapen, A.A. Nemeth and R. Bijker, 2003. Mathematical modelling of sand wave migration and the interaction with pipelines. *Coastal Engineering*, 48, 197-209.
- Sumer, B.M. & J. Fredsøe, 2001. Wave scour around a large vertical circular cilinder. *Journal of Waterway, Port, Coastal en Ocean Engineering*, 127, 3, 125-134.
- Swanson, C., M. Spaulding, S. Subbayya and T. Isdaji, 2005. Analysis of effects of wind turbine generator pile array of the Cape Wind Energy Project in Nantucket Sound. ASA Report 05-128, Appendix 3.14-B, 29 pp.
- Swanson, C. & T. Isaji, 2006a. Simulation of sediment transport and deposition from cable burial operations in Nantucket Sound for the Cape Wind Energy Project. ASA Report 05-128, Appendix 3.14-C, 39 pp.
- Swanson, C. and T. Isaji, 2006b. Simulation of sediment transport and deposition from cable burial operations for the alternative site of the Cape Wind Energy Project. ASA Report 05-128, Appendix 3.2-B, 20 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 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.

### Menselijke activiteiten

- Task Force Visserij (2006). Globaal actie- en herstructureringsplan voor een duurzame Vlaamse zeevisserijsector. 42 pp.
- Maes, F.; Janssen, C.; Pichot, G.; Bocken, H. (Ed.). (2004). Beoordeling van de mariene degradatie in de Noordzee en voorstellen voor een duurzaam beheer - MARE-DASM. Onderzoek in het kader van PODO I. Federaal Wetenschapsbeleid, 962 pp.
- Maes, F., Schrijvers, J., Van Lancker, V., Verfaillie, E., Degraer, S., Derous, S., De Wachter, B., Volckaert, A., Vanhulle, A., Vandenabeele, P., Cliquet, A., Douvere, F., Lambrecht, J. & Makgill, R. (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.

### Zeezicht

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>

BMT Cordah Limited, 2003. Offshore windenergy generation: phase 1 proposals and environmental report for consideration by the department of trade and energy.

Hill, M., Briggs, J., Mnto, P., Bagnall, D., Foley, K. & Williams, A., 2001. Guide to best practice in seascape assessment. Maritime Ireland/ Wales INTERREG report N° 5 1994-1999. Country council for Wales, UK, 58pp.

Pers. comm. Sinclair G.: e-mail berichten 16/01/04 en 01/02/04

Sinclair, G., 2003. Objection and critique of the Environmental Statement. The Campaign for the Protection of Rural Wales (CPRW), 32 pp.

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. Website: <http://www.cprw.org.uk/wind/scarweathersands>

## COLOPHON

This report was issued by MUMM in december 2007.

Status  draft  
 final version  
 revised version of document  
 confidential

Available in  English  
 Dutch  
 French

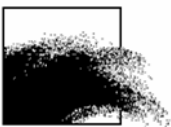
This document may be cited as:

Di Marcantonio, M., Brabant, R., Haelters, J., Kerckhof F., R.Schallier, Van den Eynde, D., Vigin, L., Jacques, T.G. 2007. Milieueffectenbeoordeling van het Belwind offshore windmolenpark op de Bligh Bank. BMM, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Brussel, 182 pp.

We gratefully acknowledge the contributions made by our colleagues R. Schallier and S. Scory.

If you have any questions or wish to receive additional copies of this document, please send an e-mail to [info@mumm.ac.be](mailto:info@mumm.ac.be), quoting the reference, or write to:

MUMM  
100 Gulledelle  
B-1200 Brussels  
Belgium  
Phone: +32 2 773 2111  
Fax: +32 2 770 6972  
<http://www.mumm.ac.be/>



MANAGEMENT UNIT OF THE  
NORTH SEA MATHEMATICAL  
MODELS

AFDELING 15

