

Bouw en exploitatie van een windmolenpark op de Thorntonbank in de Noordzee:

Milieueffectenbeoordeling
van het project ingediend door
de n.v. C-Power.

2 Maart 2004

BMM
100 Gulledele
B-1200 Brussel
België

Inhoudstafel

1. PROJECTBESCHRIJVING.....	1
1.1. INLEIDING	1
1.2. TECHNISCHE BESCHRIJVING	1
2. JURIDISCHE ACHTERGROND	6
2.1. GEGEVENS UIT HET MILIEUEFFECTEN RAPPORT (MER)	6
2.2. RECENTE GEGEVENS/AANVULLINGEN AAN HET MER.....	7
2.2.1. <i>Juridisch en beleidsmatig kader in Belgische zeegebieden</i>	7
2.2.2. <i>Grensoverschrijdende aspecten</i>	9
2.2.3. <i>Andere bepalingen</i>	10
2.3. BESLUIT	10
3. HYDRODYNAMICA & SEDIMENTOLOGIE.....	12
3.1. GEGEVENS UIT HET MER.....	12
3.1.1. <i>Initiële toestand en te verwachten natuurlijke ontwikkelingen</i>	12
3.1.2. <i>Effecten tijdens de bouwfase en ontmantelingsfase</i>	12
3.1.3. <i>Effecten tijdens de exploitatiefase</i>	13
3.2. RECENTE GEGEVENS EN AANVULLINGEN AAN HET MER	14
3.2.1. <i>Initiële toestand en natuurlijke ontwikkeling</i>	14
3.2.2. <i>Bouwfase</i>	15
3.2.3. <i>Exploitatiefase</i>	15
3.3. BEOORDELING	18
3.3.1. <i>Initiële toestand</i>	18
3.3.2. <i>Bouwfase</i>	18
3.3.3. <i>Exploitatiefase en ontmanteling</i>	19
3.4. BESLUIT/AANVAARDBAARHEID VOOR HET MARIENE MILIEU	19
3.4.1. <i>Bouwfase</i>	19
3.4.2. <i>Exploitatiefase</i>	20
3.4.3. <i>Ontmantelingsfase</i>	20
3.4.4. <i>Aanvaardbaarheid van het project voor het mariene milieu</i>	20
4. GELUID.....	21
4.1. GEGEVENS UIT HET MER.....	21
4.1.1. <i>Referentiesituatie</i>	21
4.1.2. <i>Bouwfase</i>	23
4.1.3. <i>Exploitatiefase</i>	23
4.1.4. <i>Bekabeling</i>	25
4.1.5. <i>Afbraakfase</i>	26
4.2. RECENTE GEGEVENS/AANVULLINGEN AAN HET MER.....	26
4.3. BEOORDELING	26
4.3.1. <i>Bouwfase/ontmanteling</i>	26
4.3.2. <i>Exploitatiefase</i>	27
4.3.3. <i>Afbraakfase</i>	28

4.3.4.	<i>Upgrade 5 MW</i>	28
4.3.5.	<i>Leemten in de kennis</i>	29
4.4.	BESLUIT/ AANVAARDBAARHEID V/H MARIENE MILIEU	29
4.5.	AANBEVELINGEN	29
5.	RISICO'S EN GEVOLGEN VAN MOGELIJKE RAMPEN	30
5.1.	GEGEVENS UIT HET MER (PP. 196–224)	30
5.1.1.	<i>Het industrieel risico (installaties)</i>	30
5.1.2.	<i>De scheepvaart</i>	31
5.1.3.	<i>Bekabeling</i>	32
5.1.4.	<i>Invloed op RADAR en scheepscommunicatie</i>	32
5.1.5.	<i>Verontreiniging</i>	33
5.1.6.	<i>Luchtvaart</i>	34
5.2.	RECENTE GEGEVENS/AANVULLINGEN AAN HET MER.....	34
5.3.	BEOORDELING	35
5.3.1.	<i>Bouwfase/ontmanteling</i>	35
5.3.2.	<i>Exploitatie</i>	36
5.3.3.	<i>Upgrade 5 MW</i>	37
5.3.4.	<i>Leemten in de kennis</i>	37
5.4.	BESLUIT / AANVAARDBAARHEID VOOR HET MARIENE MILIEU	38
5.5.	COMPENSATIE IN MILIEUVOORDELEN	38
6.	MOGELIJKE SCHADELIJKE STOFFEN	39
6.1.	GEGEVENS UIT HET MER.....	39
6.1.1.	<i>TBT (Tributyltin)</i>	39
6.1.2.	<i>Aluminium en verf tegen corrosie</i>	39
6.1.3.	<i>SF₆ (zwavelhexafluoride)</i>	40
6.1.4.	<i>Asfaltmatten</i>	40
6.2.	RECENTE GEGEVENS/AANVULLINGEN AAN HET MER.....	41
6.2.1.	<i>Olie</i>	41
6.2.2.	<i>TBT</i>	41
6.2.3.	<i>Aluminium</i>	41
6.2.4.	<i>SF₆</i>	42
6.2.5.	<i>Asfaltmatten</i>	42
6.3.	BEOORDELING	42
6.3.1.	<i>Constructie/exploitatie/ontmanteling</i>	42
6.3.2.	<i>Upgrade 5 MW</i>	42
6.3.3.	<i>Leemten in de kennis</i>	43
6.4.	BESLUIT / AANVAARDBAARHEID VOOR HET MARIENE MILIEU	43
6.5.	AANBEVELINGEN	43
7.	BENTHOS, VISSSEN, BIODIVERSITEIT	44
7.1.	GEGEVENS UIT HET MER.....	44
7.1.1.	<i>Referentiesituatie</i>	44
7.1.2.	<i>Effecten</i>	45
7.2.	RECENTE GEGEVENS AANVULLINGEN MER - LEEMTEN IN DE KENNIS	47
7.2.1.	<i>Referentiesituatie</i>	47

7.2.2.	<i>Constructiefase</i>	47
7.2.3.	<i>Exploitatiefase</i>	48
7.3.	BEOORDELING	49
7.3.1.	<i>Constructie- en ontmatelingsfase</i>	49
7.3.2.	<i>Exploitatiefase</i>	49
7.3.3.	<i>Upgrade naar 5 MW turbines</i>	50
7.4.	BESLUIT	50
7.5.	AANVAARDBAARDHEID V/H MARIENE MILIEU	51
7.6.	AANBEVELINGEN	51
8.	ZEEZOOGDIEREN	52
8.1.	GEGEVENS UIT HET MER.....	52
8.1.1.	<i>Referentiesituatie</i>	52
8.1.2.	<i>Effecten</i>	52
8.2.	RECENTE GEGEVENS – AANVULLINGEN AAN HET MER	53
8.2.1.	<i>Referentiesituatie</i>	53
8.2.2.	<i>Effecten</i>	53
8.3.	BEOORDELING	55
8.3.1.	<i>Constructie- en ontmantelingsfase</i>	55
8.3.2.	<i>Exploitatiefase</i>	55
8.3.3.	<i>Upgrade tot 5 MW turbines</i>	56
8.3.4.	<i>Leemten in de kennis</i>	56
8.4.	BESLUIT/ AANVAARDBAARHEID VOOR HET MARIENE MILIEU.....	56
8.5.	AANBEVELINGEN	56
9.	AVIFAUNA	57
9.1.	GEGEVENS UIT HET MER.....	57
9.1.1.	<i>Referentiesituatie</i>	57
9.1.2.	<i>Effecten</i>	58
9.2.	RECENTE GEGEVENS - AANVULLINGEN AAN HET MER	60
9.2.1.	<i>Referentiesituatie</i>	60
9.2.2.	<i>Effecten</i>	62
9.2.3.	<i>Exploitatiefase</i>	62
9.3.	BEOORDELING	65
9.3.1.	<i>Constructie- en ontmantelingsfase</i>	65
9.3.2.	<i>Exploitatiefase</i>	66
9.3.3.	<i>Upgrade tot 5 MW turbines</i>	67
9.3.4.	<i>Leemten in de kennis</i>	68
9.4.	BESLUIT / AANVAARDBAARHEID VOOR HET MARIENE MILIEU	69
9.5.	AANBEVELINGEN	69
10.	ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN	70
10.1.	GEGEVENS UIT HET MER.....	70
10.1.1.	<i>Effecten van elektromagnetische velden</i>	70
10.1.2.	<i>Bijkomende informatie meegedeeld door C-Power</i>	70
10.2.	RECENTE GEGEVENS - AANVULLINGEN AAN HET MER	71
10.3.	BEOORDELING	71

10.3.1.	Upgrade 5 MW.....	72
10.3.2.	Leemten in de kennis	72
10.4.	BESLUIT /AANVAARDBAARHEID VOOR HET MARIENE MILIEU	72
10.5.	AANBEVELINGEN	72
11.	MENSELIJKE ACTIVITEITEN	73
11.1.	ZAND- EN GRINDWINNING.....	73
11.1.1.	Gegevens uit het MER.....	73
11.1.2.	Recente gegevens/aanvullingen MER - leemten in de kennis.....	74
11.1.3.	Beoordeling en besluit.....	74
11.1.4.	Compensaties in milieuvoordelen	74
11.2.	KABELS EN PIJPLEIDINGEN	74
11.2.1.	Gegevens uit het MER.....	74
11.2.2.	Recente gegevens/aanvullingen MER - leemten in de kennis.....	75
11.2.3.	Beoordeling en besluit.....	75
11.3.	ANDERE WINDMOLENPARKEN.....	75
11.3.1.	Gegevens uit het MER.....	75
11.3.2.	Recente gegevens/aanvullingen MER - leemten in de kennis.....	76
11.3.3.	Beoordeling en besluit.....	76
11.4.	MILITAIRE ACTIVITEITEN EN SCHEEPVAART	76
11.4.1.	Gegevens uit het MER.....	76
11.4.2.	Recente gegevens/aanvullingen MER - leemten in de kennis.....	77
11.4.3.	Beoordeling en besluit.....	77
11.5.	TOERISME	77
11.5.1.	Gegevens uit het MER.....	77
11.5.2.	Recente gegevens/aanvullingen MER - leemten in de kennis.....	78
11.5.3.	Beoordeling en besluit.....	78
11.6.	VISSERIJ.....	78
11.6.1.	Gegevens uit het MER.....	78
11.6.2.	Recente gegevens/aanvullingen MER - leemten in de kennis.....	79
11.6.3.	Beoordeling.....	80
11.6.4.	Besluit.....	80
11.7.	AANVAARDBAARHEID	80
11.8.	ECONOMISCHE COMPENSATIES	80
12.	ZEEZICHT.....	81
12.1.	GEGEVENS UIT HET MER.....	81
12.1.1.	Constructie/ontmanteling.....	81
12.1.2.	Exploitatie	81
12.1.3.	Upgrade 5 MW.....	82
12.2.	RECENTE GEGEVENS/AANVULLINGEN AAN HET MER	83
12.2.1.	Aanvullingen aan het MER	83
12.3.	BEOORDELING	93
12.3.1.	Upgrade 5 MW.....	93
12.3.2.	Leemten in de kennis	94
12.4.	BESLUIT / AANVAARDBAARHEID V/H MARIENE MILIEU).....	94
12.5.	AANBEVELINGEN	94

13.	VERLICHTING EN MARKERING.....	96
13.1.	GEGEVENS UIT HET MER.....	96
13.1.1.	<i>Algemeen</i>	96
13.1.2.	<i>Kleur en markering</i>	96
13.1.3.	<i>Verlichting</i>	96
13.2.	STAND VAN ZAKE INZAKE DE OPGELEGDE VOORWAARDEN VOOR VERLICHTING EN MARKERING (FEBRUARI 2004)	97
13.2.1.	<i>Luchtvaart</i>	97
13.2.2.	<i>Scheepvaart</i>	101
13.3.	RECENTE GEGEVENS/ AANVULLINGEN AAN HET MER	103
13.3.1.	<i>Luchtvaart</i>	103
13.3.2.	<i>Scheepvaart</i>	108
13.4.	BEOORDELING	108
13.5.	BESLUIT/ AANVAARDBAARHEID VOOR HET MARIENE MILIEU	109
13.6.	AANBEVELINGEN	109
14.	VOORWAARDEN.....	110
14.1.	ALGEMEEN.....	110
14.2.	MONITORING	113
14.3.	SEDIMENT EN HYDRODYNAMICA	113
14.4.	RISICO'S/VEILIGHEID	113
14.5.	SCHADELIJKE STOFFEN	115
14.6.	BOUWFASE.....	116
14.7.	ZEEZOOGDIEREN.....	117
14.8.	AVIFAUNA	117
14.9.	LANDSCHAP	117
14.10.	EXPLOITATIEFASE.....	117
14.11.	ONTMANTELINGSFASE	118
14.12.	COMMUNICATIE -ADMINISTRATIE	118
14.13.	ANDERE	119
15.	MONITORING	120
15.1.	ALGEMEEN.....	120
15.2.	VOORGESTELDE PROGRAMMA	121
15.2.1.	<i>Programma</i>	121
15.2.2.	<i>Beoordeling van de resultaten</i>	122
15.2.3.	<i>Schatting van het budget</i>	122
15.3.	HYDRODYNAMICA EN SEDIMENTEN	123
15.3.1.	<i>Bodemonderzoek</i>	123
15.3.2.	<i>Watermetingen (HYDRO)</i>	123
15.3.3.	<i>Erosie rond de palen (SED EROS)</i>	124
15.3.4.	<i>Erosie langs kabeltracé (SED KAB)</i>	124
15.3.5.	<i>Budget</i>	124
15.4.	GELUID	124
15.4.1.	<i>Onderwatergeluid (OWG)</i>	124
15.4.2.	<i>Geluid boven water (BWG)</i>	125

15.4.3.	<i>Trillingen (TRIL)</i>	125
15.4.4.	<i>Nominaal geluidsvermogen van de turbines (BWG WT)</i>	125
15.4.5.	<i>Budget</i>	126
15.5.	RISICO'S (METEO)	126
15.6.	SCHADELIJKE STOFFEN	126
15.7.	BENTHOS EN VISSSEN	127
15.7.1.	<i>Inleiding</i>	127
15.7.2.	<i>Algemene opmerkingen</i>	127
15.7.3.	<i>Pelagische en demersale vis (VIS)</i>	127
15.7.4.	<i>Aangroei harde substraten (HARD)</i>	129
15.7.5.	<i>Kwalitatieve waarnemingen</i>	131
15.7.6.	<i>Macrobentische endo- en epifauna (ZACHT)</i>	131
15.7.7.	<i>Budget</i>	135
15.8.	AVIFAUNA	136
15.8.1.	<i>Monitoringplan</i>	136
15.8.2.	<i>Monitoring van de referentiesituatie (AVI REF)</i>	137
15.8.3.	<i>Monitoring van de effecten op de aantallen pleisterende vogels (AVI SED)</i>	137
15.8.4.	<i>Monitoring van de effecten op migrerende vogels (AVI MIG)</i>	138
15.8.5.	<i>Monitoring van aanvaringen (AVI COL)</i>	138
15.9.	ZEEZOOGDIEREN EN EM VELDEN	139
15.9.1.	<i>Zeezoogdieren</i>	139
15.9.2.	<i>Elektromagnetische velden</i>	139
15.9.3.	<i>Budget zeezoogdieren en EM Velden</i>	140
15.10.	ZEEZICHT (ENQU)	140
15.10.1.	<i>Voor de bouw(jaar 0)</i>	140
15.10.2.	<i>Na de bouw van de pilootfase 6 MW (jaar 1), eventueel na de eerste fase 24 MW(jaar 2) en op het einde van 60 MW(jaar 3):</i>	140
15.10.3.	<i>Budget</i>	141
15.11.	Globale werklust en budget.....	142
16.	INHOUDSBEPALINGEN JAARLIJKS UITVOERINGSVERSLAG	145
17.	LITERATUURLIJST	146

Lijst van figuren en tabellen

TABEL 1	TECHNISCHE GEGEVENS WINDMOLENPARK OP DE THORNTONBANK.	2
FIGUUR 1	BESCHERMDE GEBIEDEN: RAMSAR, TRAPEGEER-STROOMBANK EN VOORDELTA	9
TABEL 2	BEREKENDE GELUIDSNIVEAUS TER HOOGTE VAN DE KUST IN DE MEEST KRITISCHE SITUATIE	25
FIGUUR 2	VERBETERDE EXTRAPOLATIE VAN HET GELUIDVERMOGEN VAN BESTAANDE WINDTURBINES, LINKS REKENING HOUDEND MET EEN 1,5 MW TURBINE EN RECHTS ZONDER DE 1,5 MW TURBINE.	28
TABEL 3	THE THOMAS EN THOMAS-SINCLAIR MATRIX TER BEOORDELING VAN DE POTENTIËLE IMPACT VAN WINDTURBINES VAN VERSCHILLENDE HOOGTES	85
FIGUUR 3	AFMETINGEN VAN EEN 3.6 MW WINDMOLEN	86
FIGUUR 4	IMPACTZONES VOLGENS THOMAS-SINCLAIR MATRIX	87
FIGUUR 5	ZVI VOOR C-POWER EN ZVI VOOR C-POWER CUMULATIEF MET HET PARK OP DE VLAKTE VAN DE RAAN	89
TABEL 4	ZICHTBAARHEIDTABEL UK.....	91
TABEL 5	OVERZICHT LICHTEN TE GEBRUIKEN VOOR DE DAG-EN NACHTBEBAKENING.	99
FIGUUR 6	OVERZICHT VAN DE DAG- EN NACHTBEBAKENING ZOALS VOORZIEN IN HET ADVIES.....	100
FIGUUR 7	OPTISCHE DRACHT IN ZEEMIJL BIJ HEERSEND ZICHT.	102
FIGUUR 8	BEREKENING ZICHTBAARHEID VAN DAG-EN NACHTBEBAKENING	104
TABEL 6	ZICHTBAARHEIDTABEL	106
TABEL 7	OVERZICHT VAN EUROPESE ERVARING I.V.M. WINDTURBINES EN LUCHTVAART.	107
TABEL 8	OVERZICHT VAN ALLE MONITORINGSPROGRAMMA'S TIJDENS DE 6 JAREN.....	122
TABEL 9	OVERZICHT VAN DE UITVOERDERS VAN HET PROGRAMMA	123
TABEL 10	SCHATTING VAN DE WERKLAST VOOR DE BEOORDELING VAN DE MONITORING VAN DE HYDRODYNAMICA EN VAN DE SEDIMENTEN	124
TABEL 11	SCHATTING VAN DE WERKLAST VOOR DE MONITORING VAN HET GELUID (OWG, BWG, TRIL) .	126
TABEL 12	SCHATTING VAN DE WERKLAST VOOR DE MONITORING VAN METEO	126
TABEL 13	STAALNAME INTENSITEIT VISFAUNA (VIS).....	129
TABEL 14	STAALNAME-INTENSITEIT EROSIEBESCHERMING (HARD ER).....	130
TABEL 15	STAALNAME-INTENSITEIT BEGROEIING PALEN (SUBTIDAAL) (HARD SUB)	131
TABEL 16	STAALNAME-INTENSITEIT BEGROEIING PALEN (INTERTIDAAL) (HARD INT)	131
TABEL 17	STAALNAME INTENSITEIT MACROBENTHISCHE INFAUNA (ZACHT ENDO).....	133
TABEL 18	STAALNAME INTENSITEIT MACROBENTHISCHE EPIFAUNA (ZACHT EPI)	134
TABEL 19	OVERZICHT VAN HET GESCHATTE AANTAL STALEN VOORZIEN VOOR DE MONITORING VAN DE BENTHOS EN DE VISSSEN	135
TABEL 20	OVERZICHT VAN DE GESCHATTE WERKLAST VOORZIEN VOOR DE MONITORING VAN DE BENTHOS EN DE VISSSEN	135
TABEL 21	AANTAL SCHEEPSTIJD NODIG VOOR DE MONITORING VAN DE BENTHOS.....	135
TABEL 22	OVERZICHT VAN DE WERKLAST VOOR DE MONITORING VAN DE VOGELS	138
TABEL 23	OVERZICHT VAN HET AANTAL SCHEEPSTIJD VOOR DE MONITORING VAN DE VOGELS.....	139
TABEL 24	VOORZIENE WERKLAST VOOR HET BEOORDELEN VAN DE MONITORING VAN DE ZEEZOOGDIEREN EN DE ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN	140
TABEL 25	OVERZICHT WERKLAST EN BUDGET BEOORDELING ENQUÊTES.....	141
TABEL 26	GLOBALE WERKLAST VOOR DE UITVOERING VAN DE MONITORINGSPROGRAMMA	142
TABEL 27	GLOBALE BUDGET VOOR DE UITVOERING VAN DE MONITORINGSPROGRAMMA	142

Lijst van bijlagen

Bijlage 1: Hydrodynamische informatie, verkregen met behulp van numerieke modellen

Bijlage 2: Kaarten met de bodemsamenstelling

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)
AWK	Afdeling Waterwegen Kust
BAT	Best Available Technology
BCP	Belgisch Continentaal Plat
BDC	Biodiversiteitscomité onder het OSPAR verdrag
blz.	Bladzijde
BMM	Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee en Schelde-estuarium
BS	Belgisch staatsblad
bv	bijvoorbeeld
BWEA	British Wind Energy Association
BZG	Belgische Zeegebieden
ca.	Circa
CA-OWEE	Concerted Actions on Offshore Wind Energy in Europe
CBD	Convention on Biological Biodiversity (1992)
CLO	Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek
CMS	Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (1979)
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
DGLV	Directoraat Generaal Luchtvaart
DGPS	Differential Global Positioning System
d.m.v.	door middel van
DTI	Department of trade and industry (UK)
d.w.z.	dat wil zeggen
EARRN	European Artificial Reef Research Network
EC	Europese Commissie
Eds.	Editors
EEG	Europese Gemeenschappen
EEZ	Exclusieve Economische Zone
EIA	Evaluation Impact Assessment
EUR	Euros
Excl.	Exclusief
FOD	Federale Overheid Dienst
GE	General Electric
GL	Germanischer Lloyd
GLLWS	Gemiddeld Laag Laag waterspring
GOM	Gewestelijke Overheidsmaatschappij
GSA	Guide to best practice in Seascape Assessment
GW	Giga watt
H/t	Heen en terug

HAT	Highest astronomical tide
Het Bestuur	Koninklijk Belgische Instituut voor Natuurwetenschappen. Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee
HvJ	Hof van Justitie (EU)
HYPAS	HYbrid PArametrical Shallow water wave model
Hz	Hertz
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
IBA's	Important Bird Areas
ICAO	International Civil Aviation Organization
ICES	International Council for the Exploration of the Sea
i.e.	id est
IN	Instituut voor Natuurbehoud
IR	infra-rood
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
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
L	liter
LAT	Lowest astronomical tide
m	meter
m/s	meter/seconde
m.a.w.	met andere woorden
m.b.t.	met betrekking tot
M.b.v.	met behulp van
MB	Ministerieel Besluit
MBS	Maritime Buoyage System
Md	Mandagen
MEB	Milieueffectenbeoordeling
MER	Milieueffectenrapport
Mevr.	Mevrouw
min.	Minimum
minlnv	Ministerie van Landbouw Natuurbeheer eb Visserij (NL)
mm	Millimeter
MMM Wet	Wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu van de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België (Marien Milieu Marin)
MMP	Milieu Management Plan
Mond. Med.	Mondeling mededeling

MSL	Mean Sea Level
MLLWS	Mean Low Low waterspring
MOMO	project van MONitoring en MODellering van het cohesieve sedimenttransport en evaluatie van de effecten op het mariene ecosysteem ten gevolge van bagger- en stortoperaties
MOR	Meteorological Optical Range
MW	Mega Watt
N	Noord
NM	Nautisch Mijl – Nautical Mile (1.853 km)
n.v.	Naamloze vereniging
NL	Nederland
nl.	Namelijk
NO	Noord-Oost
O	Oost
o.a.	onder andere
ONO	Oost-Noord-Oost
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
Ppm	parts per million
RDF	Radio Direction Finder
Resp.	respectievelijk
RIVO	Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek
SAR	Search and Rescue
SBZ-H	Speciale Beschermingszone onder de Habitatrichtlijn
SBZ-V	Speciale Beschermingszone onder de Vogelrichtlijn
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SCARCOST	Scour Around Coastal Structures
SEA	Strategic Evaluation Assessment
SEBAB	project bepaling van SEDimentBALans voor de Belgische kustwateren
SF6	zwavelhexafluoride
SPA	Special Protection Area (=Speciale Beschermingszone onder de Vogelrichtlijn (SBZ-V))
SPM	Suspended Particulate Matter
SRK	Schelde Radar Keten
St	dagen scheepstijd
t	ton
t.e.m.	tot en met
t.g.v.	ten gevolge van
thv	ter hoogte van
t.o.v	ten opzichte van
TBT	Tributyltin
TSM	Thomas-Sinclair matrix
u	uur
UG	Universiteit van Gent
UK	United Kingdom
UNCLOS	United Nations Conference on the Law of the Sea
UV	Ultraviolet
Vb	voorbeeld
VHF	Very High Frequency
VK	Verenigd Koninkrijk

W	West
WES	West-Vlaams Economisch studiebureau
WZW	West-Zuid-West
WL Delft	Waterbouwkundig Laboratorium Delft
Z	zuid
Zgn.	Zogenaamde
ZVI	Zone van Visuele Impact
ZW	Zuid-West
μg	Micro-gram
μm	Micro-meter
μPa	Micro-Pascal

I. Projectbeschrijving

1.1. Inleiding

De n.v. C-Power diende op 10 oktober 2003 bij de Minister bevoegd voor de Noordzee een aanvraag in tot vergunning voor de exploitatie en machtiging voor de bouw van een windmolenpark. 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 27 juni 2003 door de Minister van Energie.

Het project omvat een park van 60 windmolens, ingedeeld in 2 blokken (24 en 36 turbines), met elk een vermogen van minimaal 3.6 MW en maximaal 5MW. Het totaal geïnstalleerde vermogen varieert van 216 MW tot 300 MW. Dit park zou geplaatst worden in zee op de zandbank 'Thorntonbank', waarbij de kortste afstand van het park tot de Belgische kust 27km bedraagt en tot de Nederlandse kust (Westkapelle) 29km.

De Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee (BMM) is belast met de milieueffectenbeoordeling en advisering van het dossier. De BMM evalueert de mogelijke effecten op het mariene milieu en geeft een advies over de aanvaardbaarheid van de activiteit voor het mariene milieu aan de Minister. Indien de activiteit aanvaardbaar wordt beoordeeld, adviseert de BMM ook over de voorwaarden waaronder de activiteit aanvaardbaar is. Voor de evaluatie gebruikt de BMM het Milieueffectenrapport (MER) en bijlagen, alsook alle bijkomende informatie, in de loop van de procedure door de aanvrager geleverd, en alle aanvullende informatie die zij nodig acht.

1.2. Technische beschrijving

De technische gegevens van alle onderdelen van het windmolenpark worden gegeven in onderstaande tabel. Deze tabel werd opgesteld met alle up-to-date beschikbare 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 milieueffectenbeoordeling (MEB) werd gebruikt gemaakt van de gegevens uit deze tabel. Deze kunnen soms lichtjes verschillen met de gegevens in het MER.

Voor een meer gedetailleerde beschrijving van het project of voor de figuren wordt verwezen naar het MER.

Tabel I Technische gegevens windmolenpark op de Thorntonbank.

Onderwerp	Gegevens
Park	
Totale oppervlakte (met bufferzone 500 m)	26,4 km ²
Dieptes	6-20 m
Lay-out	7D/5D (rotordiameter)
Geïnstalleerd vermogen/oppervlak	15,7 - 21,9 MW/km ²
Productie	
216 MW (3,6 MW turbines)	710 GWh/jaar
zijnde	3,3 GW/h / MW
zijnde	51,8 GWh/km ²
300 MW (5 MW turbines)	986 GWh/jaar
zijnde	3,3 GW/h / MW
zijnde	72 GWh/km ²
Verliezen park	7,90%
Verliezen transport	2,70%
Turbines 3,6 MW	Bijlage I MER
Type	Offshore GE Wind Energy 3,6s
Cut-in windsnelheid	3,5 m/s
Cut-out windsnelheid	25 m/s
Nominale windsnelheid	14 m/s (tot 25 m/s)
Rotatiesnelheid	8,5-15,3 T/min
Regelingen	variabel snelheid/variabel bladhoek ('pitch')
Totaal gewicht rotor + gondel + cont.	242 t
Totaal gewicht toren + overgangsdeel	260 t
Rotor 3,6 MW	
Materiaal	polyester + glasvezels
Diameter rotor	104 m
Oppervlakte rotor	8495 m ²
Hoogte mast boven water	70 tot 80 m boven LAT
Gondel 3,6MW	
Materiaal	gegoten staal/polyester
Transformator	in hangende container (28t)
Olie transformator	standaard = droog (wordt later gekozen)
Schakelaar	SF6
Hoeveelheid olie + vetten	1 m ³ per turbine (excl.transfo)
Heliplatform	optioneel
Monopile funderingen	voor 3,6 MW behalve uitzonderingen
Diameter	5 m
Dikte wand	60 mm
Gewicht	350-500 t
Diepte	20-40 m
Corrosie Bescherming	Aluminum anoden 1-2 t per turbine

Onderwerp	Gegevens
Erosiebescherming monopiles	
Diameter	48 m
Oppervlak	1800 m ²
Laag 1 (dikte 1m)	grind 0,014-0,04m stenen 0,1-0,6m (2-300 kg) behalve 4 m rond
Laag 2 (dikte 1m)	paal: 0,45-0,55 (60-300 kg)
Transformator Platform	Bijlage 4
Dimensie	25 * 30 m
Hoogte platform	10 m
Hoogte boven water	15 m GLLWS
Aantal funderingen	1 "jacket" of 4 monopiles
Diepte	"jacket" op de bodem geplaatst
Aantal transformatoren 33/150 kV	2
Grootte	4000 kVA
Hoeveelheid Olie +diesel	60.000 L + 15.000 L per transformator
Type olie	siliconen oliën
Opvangbakken?	ja
Capaciteit?	>40 m ³ , >80m ³ en > 30m ³
Schakelinstallatie	2 (150 + 33 kV)
SF6?	ja
Stroomgenerator?	ja
Hoeveelheid opslag?	30 t
Type olie	diesel
Opvangbak?	ja
Meetmasten	
Hoogte	gelijk aan hoogte gondel
Breedte thv water	niet gekend
Type fundering	monopile
Diepte funderingen	idem als park
Apparatuur	nog te bepalen
Kabels tussen de turbines	Bijlage 3
Totale lengte 2 blokken	50,7 km
Voltage	33 kV (isolatieniveau= 36 kV)
Type	driefasig
AC/DC?	AC
Connectie platform	per cluster van 6 WT
Isolatie	XPLE
Diameter (alles inbegrepen)	10 cm
Gewicht/m	10 kg
Diepte	1 m
Crossings	6 * 2 (Interconnector/Concerto)
Beschermingsmatten	300 m * 10 m (2)
Erosiebeschermingen	50 m*10 m (6*2)

Onderwerp	Gegevens
Transportkabels	Bijlage 3 (1ste type)
Aantal	2
Lengte	40 km * 2
Afstand tussen kabels	100 m
Beschermde zone	250 m
Totale S 'beschermde + voorbehouden zone'	24 km ²
Diameter (alles inbegrepen)	185 mm
Diepte	2 m (4m in vaargeul I)
Voltage	150 kV
Type	triphase
AC/DC?	AC
Isolatie	XPLE 17 mm
Geleider	Cu 630 mm ² * 3
Techniek plaatsing	jetten/ploegen (+ baggeren tot 4 m)
Aanlandingspunt	Oostende / Sas Slijkens
Techniek aanlanding	Gestuurde boring
Crossings	PEC Kabel *2
Asfaltmatten	50 m * 10 m *2
Erosiebescherming	50 m * 10 m *2
Dikte	1 m
Metalen ondersteuningsstructuur	geplaatst indien nodig
Crossings vaargeulen	Vaargeul I (4m) / (2 m)
Verliezen kabels 33kV	1%
Verliezen kabels 150kV	0,30%
Totale oppervlakte erosiebescherming (turbines + crossings + platform)	122 750 m ²
Turbines 5 MW	Bijlage 2
Type	Re Power 5M
Cut in windsnelheid	3,5 m/s
Cut out windsnelheid	30 m/s
Nominale windsnelheid	13 m/s
Rotatiesnelheid	6,9 - 12,1 T/min
Regelingen	variabel snelheid/variabel bladhoek ('pitch')
Materiaal	
Diameter rotor	126,5 m
oppervlakte rotor	12560 m ²
Lay out	5,6D/4D
Hoogte mast boven water	90 tot 100 m boven LAT
Transformator	Droog / in gondel (niet in container)
Hoeveelheid olie en vetten	1100 l
Gewicht gondel	240 t
Gewicht Rotor	110 t
Funderingen	onbekend
Diameter funderingen	onbekend
Tripode funderingen	
diameter palen	1,5 m
hoogte tov GLLWS	niet gekend
erosiebeschermingen	niet gekend

2. Juridische achtergrond

2.1. *Gegevens uit het milieueffecten rapport (MER)*

Het MER (p. 1-11) is summier maar volledig in de beschrijving van het juridische kader.

Het KB van 7 september 2003 houdende de procedure tot vergunning en machtiging van bepaalde activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België en 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 worden samen met de toetsing aan de MER-plicht doorheen het hoofdstuk projectvoorstelling in het MER besproken. Andere relevante wetten en KB's worden tevens in dit hoofdstuk opgesomd. De procedure voor het verkrijgen van een vergunning is schematisch in figuur 1.1.1 van het MER weergegeven.

Verschillende internationale verdragen, overeenkomsten en reglementeringen die van belang zijn voor het natuurbehoud en de bescherming van soorten en habitats, het voorkomen van verontreiniging van de zee, de milieueffectenrapportering en klimaatverandering, emissiereductie en energie, worden in het MER, hoofdstuk projectvoorstelling, kort beschreven. Daarnaast wordt in het hoofdstuk avifauna, en in de bijkomende studie uitgevoerd door het IN (Stienen *et al.*, 2002), dieper ingegaan op de Vogelrichtlijn en het Ramsar Verdrag.

Op basis van het Protocol van Kyoto moet België tegen 2010 6% van zijn energie uit hernieuwbare bronnen winnen. Het windpark voorgesteld in dit project zal volgens het MER instaan voor naar schatting 22-31% van de nog in te vullen hernieuwbare energieproductie.

Volgens het MER geniet de Thorntonbank internationaal en nationaal gezien geen beschermingsstatus. Voor het projectgebied zijn er dus geen beperkingen in de vorm van beperkte toegang of verhoogde milieubescherming.

Voor wat betreft de verenigbaarheid van het park met de nationale en internationale natuurbeschermingsmaatregelen, worden hieronder nog een aantal aanvullende recente ontwikkelingen beschreven. Het besluit van deze meer uitgebreide analyse van het juridische kader wijkt niet af van het besluit in het MER.

2.2. *Recente gegevens/aanvullingen aan het MER*

2.2.1. Juridisch en beleidsmatig kader in Belgische zeegebieden

De **Wet van 20 januari 1999** ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België (BS 12 maart 1999) is een weergave van internationale verdragen 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) en 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), het Verdrag van Ramsar inzake de bescherming van watergebieden van internationale betekenis, in het bijzonder voor watervogels (1971), het Marpol-verdrag (1973/1978), het Verdrag van Oslo en Parijs inzake de bescherming van het mariene milieu van de noordoostelijke Atlantische Oceaan (1992; Ospar Verdrag), het Biodiversiteitsverdrag, (1992; Verdrag van Rio), het Verdrag van Bonn inzake de bescherming van trekkende wilde diersoorten (1979) en het Verdrag van Bern inzake het behoud van de wilde dieren en planten en hun natuurlijke leefgebieden in Europa (1979). Hoofdstuk III van de wet van 20 januari 1999 verwijst naar de mogelijke hoedanigheid van *beschermde mariene gebieden*. Momenteel werden in België nog geen integrale en/of gerichte mariene reservaten, gesloten zones en bufferzones aangeduid.

Zoals in het MER vermeld, stelde België in 1996¹ aan de Europese Commissie het zeegebied Trapegeer-Stroombank (Figuur 1) voor als habitatrichtlijngebied (**SBZ-H**). Dit gebied van *permanent met zeewater van geringe diepte overgestroomde zandbanken* (habitatrichtlijn Bijlage I) strekt zich uit van Oostende tot de grens met Frankrijk, van de laagwaterlijn tot drie mijl in zee. De zandbanken gelegen tussen Oostende en de Franse-Belgische grens met een waterdiepte kleiner dan -6m bij MLLWS werden onder het Ramsar Verdrag aangeduid als watergebied met internationaal belang. Het Ramsar gebied (Figuur 1) is volledig inbegrepen in het Trapegeer-Stroombank gebied.

De soorten vermeld in de bijlagen van internationale conventies werden opgenomen in de bijlagen van het Koninklijk Besluit (KB) van 21 december 2001 betreffende de soortenbescherming in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België (Belgisch Staatsblad van 14 februari 2002; voorgedragen door de Minister bevoegd voor leefmilieu en de Minister bevoegd voor zeevisserij). Door dit KB worden een aantal diersoorten, waaronder alle zeezoogdieren, strikt beschermd. Onder meer het vangen, verwonden, doden, vervoeren, en opzettelijk verstoren van alle beschermde soorten is verboden.

Op p. 36 van het MER wordt een kaart getoond met de belangrijke

¹ De bedoeling van de Commissie is de lijst van Gebieden van Communautair belang voor de Atlantische Regio (Richtlijn 92/43/EEG), waarvan het gebied "Trapegeer-Stroombank" deel uitmaakt, tegen juni 2004 te voltooien. In Overeenstemming met Artikel 4 (2) eerste alinea van de richtlijn 92/43/EEG van de Raad vroeg de Commissie in februari 2004 aan België om in te stemmen met de *ontwerplijst* van gebieden van Communautair belang voor het Belgisch deel van de Atlantische Regio.

gebieden voor de vogels, zoals voorgesteld in 2002 tijdens de vorige legislatuur na een preliminair onderzoek uitgevoerd door de BMM en het Instituut voor Natuurbehoud (IN). De BMM en het Instituut voor Natuurbehoud (IN) zijn ondertussen overgegaan tot een meer uitgebreide analyse van de gegevens verzameld door het IN tijdens zeevogeltellingen tussen 1992 en 2002. Rekening houdend met een aantal bijkomende (recente) onderzoeksrapporten, toont deze studie aan dat de ligging van de gebieden die als belangrijk naar voor komen in het kader van de Europese Vogelrichtlijn, licht afwijken van deze uit de preliminaire studie uitgevoerd in 2002 (BMM/IN, 2004, in druk). Uit deze uitgebreide studie blijkt eveneens dat het gebied van de Thorntonbank voor soorten waarvoor Belgische wateren internationaal belang hebben, en die een beschermingsstatus hebben, niet belangrijk is. De belangrijke gebieden, zoals geïdentificeerd in deze studie, liggen voornamelijk binnen de 6 nautische mijl van de kust.

Voor de volledigheid m.b.t. ruimtelijke structuurplannen, stelt de BMM dat er intussen werd gewerkt aan de uitvoeringsbesluiten van de Wet van 13 juni 1969 inzake de exploratie en de exploitatie van niet-levende rijkdommen van de territoriale zee en het continentaal plat, meer in het bijzonder de artikelen 3 § 1 (procedure voor aanvraag en toekenning van concessies) en § 5 (milieueffectenbeoordeling). In de Ministerraad van 19 december 2003 werd een plan voor duurzaam beheer van de Noordzee goedgekeurd. Dit plan heeft betrekking op twee componenten: enerzijds de exploratie en exploitatie van zeezand en –grind en anderzijds de offshore-electriciteitsproductie.

In de Ministerraad van 6 februari 2004 werden twee KB's in eerste lezing goedgekeurd:

- (i) Voorontwerp van koninklijk besluit 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 ("procedure"-besluit)
- (ii) Voorontwerp van koninklijk besluit 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 ("MEB"-besluit)

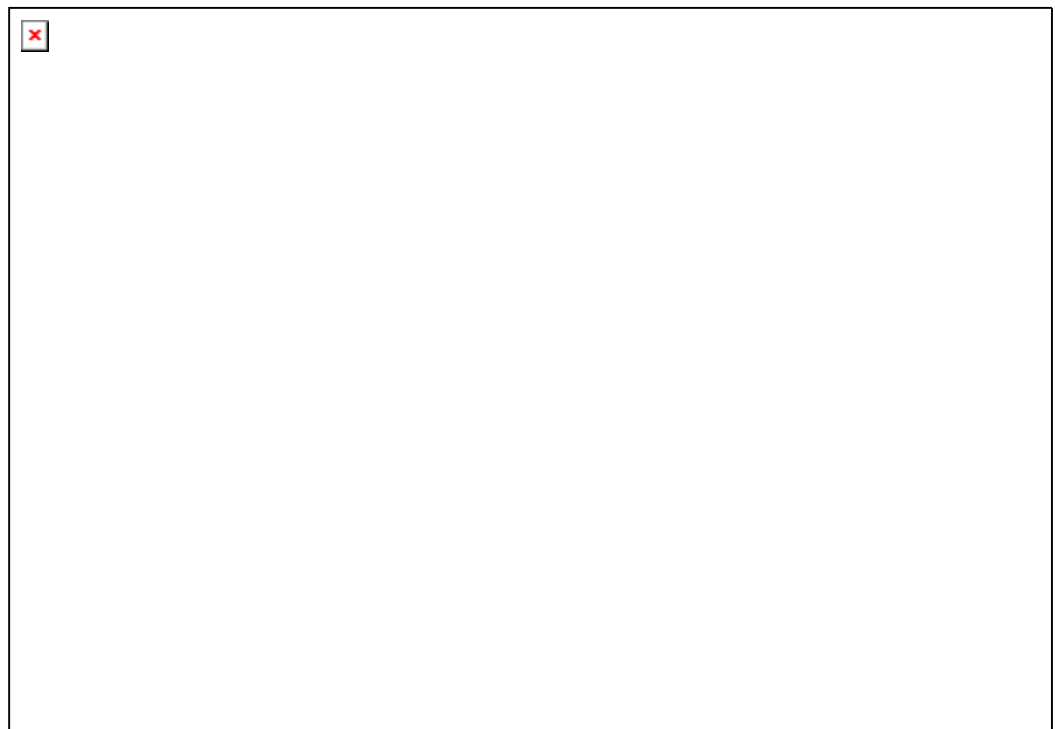
Thans buigt de Raad van State zich hierover.

In dezelfde Ministerraad werd ook voorgesteld om één globale zone voor te stellen voor de inplanting van nieuwe windmolenparken. Een mogelijk ontwerp KB zou na advies (max. 40 dagen) van de CREG aan de Ministerraad van 19 maart 2004 voor goedkeuring worden voorgelegd. Het gebied waar het huidige project voorgesteld wordt, valt volledig binnen de zone die door de overheid in het plan voorgesteld wordt voor de inplanting van windmolenparken.

2.2.2. Grensoverschrijdende aspecten

Het Verdrag van Espoo (1991) over milieu-effectrapportering in een grensoverschrijdende context werd opgenomen in het KB VEMA van 7 september 2003. Gezien het voorgestelde projectgebied in de onmiddellijke nabijheid van de grens met de Nederlandse maritieme zone gelegen is, werd het aanvraagdossier, samen met inlichtingen over het verloop van de procedure, op 12 november 2003 aan de Nederlandse autoriteiten betekend (cfr. Artikel 19 van het KB VEMA). Er werden geen opmerkingen ontvangen van Nederlandse belanghebbenden, en de Nederlandse overheid heeft bekendgemaakt dat ze geen bezwaren maakten tegen het project.

Bij het beschouwen van de impact op aangrenzende vogelrichtlijngebieden werd in het MER enkel verwezen naar de mogelijke effecten in Belgische gebieden die voor aanduiding als vogelrichtlijngebied in aanmerking komen. Voor de volledigheid dient te worden opgemerkt dat het windpark gepland wordt in een gebied dat op een afstand van ongeveer 18 kilometer van Vogelrichtlijngebieden in Nederland, gelegen is (Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij, 2004).



Figuur 1 Beschermde gebieden: Ramsar, Trapegeer-Stroombank en Voordelta

2.2.3. Andere bepalingen

Het OSPAR Verdrag heeft tot doel de bescherming van het mariene milieu van de noordoost Atlantische Oceaan (Parijs, 22 september 1992, goedgekeurd bij wet van 11 mei 1995). De verontreiniging door menselijke activiteiten, waaronder het plaatsen en exploiteren van bouwwerken, valt onder dit Verdrag. De vijfde internationale Conferentie over de Bescherming van de Noordzee (§71(i) van de Verklaring van Bergen, Bergen, 2002) nodigde OSPAR (in samenwerking met de Europese Unie) uit om “indicative guidance on areas suitable for offshore wind energy developments” te ontwikkelen. Inmiddels werd door het biodiversiteitscomité van OSPAR aan dergelijke richtlijnen gewerkt, maar deze zijn (nog) niet aanvaard binnen OSPAR (OSPAR Commission, 2003).

De richtlijn 2001/42/EEG van het Europese parlement en van de Raad van 27 juni 2001 betreffende de milieueffectenbeoordeling van bepaalde plannen en programma's (SEA) wordt in het MER niet beschreven. De richtlijn dient door de lidstaten te worden omgezet voor 21 juli 2004. Deze omzetting werd nog niet uitgevoerd in België. De richtlijn bepaalt dat de ‘plannen en programma's die mogelijk een waarneembaar effect op het milieu hebben en die werden ontwikkeld voor de sectoren visserij, energie, industrie, transport, telecommunicatie, stedelijke en rurale ruimtelijke ordening of bodembestemming onderworpen zijn aan een evaluatie. Een eventueel sectorenplan op zee dat het kader definieert waarin een windmolenpark kan ingericht worden op zee, is onderworpen aan een strategische milieubeoordeling tenzij de eerste formele voorbereidende akte dateert van vóór 21 juli 2004 en dat dit sectorplan wordt aanvaard of voorgesteld binnen de 24 maanden na deze datum.

2.3. *Besluit*

De gebieden in Belgische mariene wateren die van een milieubeschermings-status genieten zijn het Habitatrichtlijngebied Trapegeer-Stroombank en het Ramsar gebied De Vlaamse Banken. Volgens een studie van de BMM en het IN (2004, in druk) kwalificeren daarnaast 3 gebieden als Vogelrichtlijngebied. Deze drie gebieden liggen binnen de 6 nautische mijl van de kust, en dus volledig buiten het projectgebied. Het leggen van de kabels zal echter wel gedeeltelijk moeten plaatsvinden doorheen een gebied dat kwalificeert als Vogelrichtlijngebied. In het betreffende hoofdstuk wordt de impact van het leggen van de kabels, een beperkte activiteit in tijd en ruimte, geëvalueerd.

Er zijn geen duidelijke redenen om het gebied van de Thorntonbank te selecteren als Habitatrichtlijngebied, hoewel het gebied in theorie wel zou kwalificeren (als permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbank), zoals het grootste gedeelte van de Belgische zeegebieden.

De door de C-power voorgestelde locatie ligt dus buiten alle reeds beschermde gebieden en de BMM bevestigt dat het gekozen projectgebied tot op heden niet in aanmerking komt om een bijzondere beschermingsstatus te krijgen. De BMM wijst er echter ook op dat de aanduiding als SBZ-V of SBZ-

H niet noodzakelijkerwijs a priori de inplanting van industriële of commerciële projecten uitsluit.

In het kader van het Verdrag van Espoo werd het aanvraagdossier, samen met inlichtingen over het verloop van de procedure, aan de Nederlandse overheid overgemaakt. Er werden geen opmerkingen, standpunten of bezwaren van belanghebbenden ontvangen, en de Nederlandse overheid meldde geen bezwaren te hebben tegen de realisatie van dit project.

BMM concludeert dat er dus 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.

3. Hydrodynamica & Sedimentologie

3.1. *Gegevens uit het MER*

3.1.1. Initiële toestand en te verwachten natuurlijke ontwikkelingen

In het MER worden de morfologie en plaatsbeschrijving en de geologie van de Thorntonbank besproken. De duinstructuren op de Thorntonbank worden uitgebreid beschreven. Verder wordt ook de hydrodynamica en het windklimaat van het BCP beschreven. De frequentiedistributie van de stromingssnelheden en -richtingen in een aantal punten, op basis van de modelberekeningen van de BMM, worden gegeven. De maximale te verwachten golfhoogtes worden gevonden in het OSPAR Quality Status Report (2000).

De sedimenten op de bodem worden beschreven, waarbij het voorkomen van middelmatig zand wordt vernoemd, met grover zand en grind meer naar het noorden. Ook het materiaal in suspensie wordt beschreven. Door het zandige karakter zal de turbiditeit ter hoogte van de Thorntonbank 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 nabij de bodem, vooral tijdens en na stormen. De concentraties ter hoogte van de Thorntonbank zijn een factor 10 lager. Het sedimenttransport ter hoogte van het windmolenpark wordt kort besproken.

De morfologische evolutie van de zandbank en van het gebied waar de kabels komen, wordt zeer kort besproken. Er wordt vermeld dat de westelijke kant van de bank eerder sedimentair zal zijn, terwijl de steile zuidkant van de bank erosief zal zijn. Er wordt wel de nadruk op gelegd dat de invloed van de zandwinning in de nabijheid en van een mogelijke verhoogde extractie in de toekomst, niet kan worden ingeschat. De kabels liggen, volgens het rapport, in een zone die onderhevig is aan dichtslibben.

Tenslotte worden de fysico-chemische eigenschappen van het zeewater en de globale waterkwaliteit in het rapport beschreven.

3.1.2. Effecten tijdens de bouwfase en ontmantelingsfase

In het MER worden eerst de werken bondig beschreven. Het betreft het aanbrengen van palen met een diameter van ongeveer 5 m en een funderingsdiepte van 20 tot 40 m. Rond de palen zal een erosiebescherming met een diameter van maximaal 48 m worden aangebracht met onderaan een laag van 1 m grind met een diameter van 0,014-0,040 m en bovenaan een laag van 1 m met breuksteen van 2-300 kg. In een diameter van 4 m wordt als bovenste laag een laag met breuksteen van 60-300 kg voorzien. Bovendien zal een transformatorplatform worden geïnstalleerd op palen. De verbindingskabels zullen bij voorkeur worden geïnstalleerd met waterjets, 1-2 m onder de zeebodem, waarbij het afdichten wordt overgelaten aan

natuurlijke processen. Op plaatsen met hardere gesteenten zal gebruik worden gemaakt van de ploegmethode. In de vaargeul 1 wordt door baggeren de kabel gelegd op een diepte van 4 m.

De belangrijkste effecten die in het MER worden verwacht tijdens de werken is de verhoging van de turbiditeit. Zowel voor het heien van de palen als voor het ingraven van de transportkabel is de verhoging van de turbiditeit echter lokaal en tijdelijk. Er wordt een invloedszone berekend, waarin een verhoging van de turbiditeit kan optreden, van 300 m. Als leemte in de kennis wordt vermeld dat de verhoging van de turbiditeit moeilijk a-priori is in te schatten. Er wordt wel gesteld dat de effecten zeer lokaal en tijdelijk zullen zijn. Rekening houdende met het zandige materiaal op de Thorntonbank, zal er weinig materiaal worden geresuspendeerd en zal het materiaal snel bezinken. Een tweede mogelijk effect is de mogelijke aanrijking van de waterkolom met verontreiniging door de resuspensie van de bovenste sedimentlagen. De verontreiniging van de sedimenten ter hoogte van de Thorntonbank is echter niet gekend. Toch stellen de opstellers van het MER dat dit slechts een indirecte en geringe potentiële bron van vervuiling zou zijn.

Er wordt in het MER geconcludeerd dat er een verhoging van de turbiditeit en eventueel van de pollutentenconcentraties kan worden verwacht maar dat deze lokaal en tijdelijk zullen zijn.

In het MER wordt gesteld dat de aard van de effecten tijdens de ontmantelingsfase gelijkaardig zullen zijn aan deze tijdens de installatiefase, maar de omvang dat de effecten geringer zal zijn.

3.1.3. Effecten tijdens de exploitatiefase

In het MER worden de verschillende effecten beschreven van de aanwezigheid van de palen. Eerst worden de effecten van de palen op de lokale morfologie besproken. De invloed op de globale morfodynamiek van de zandbank is klein en zeer lokaal. Slechts 0,8% van de zeebodem is langdurig verstoord door het aanbrengen van erosiebescherming.

Vervolgens wordt de stroming rond de palen en de erosie door uitschuring besproken. Door de interactie van de stromingen met de palen zal immers aan de loefzijde een hoefijzervortex en zullen aan de lijzijde wervels ontstaan die het materiaal uitschuren. De verschillende invloeden op de te verwachten erosiekuil worden besproken. Voor monopiles (diameter 5 m) geven de verschillende formules maximale erosiediepten van 8 m tot 13 m. Er wordt dan gesteld dat de erosiebescherming die rond de paal wordt aangebracht deze erosie zal verminderen. Voor een tripodefundering zullen de afzonderlijke palen een veel kleiner diameter hebben, zodat de maximale erosiediepte slechts 1 m tot 3 m zal zijn. Toch wordt ook hier geopteerd om een erosiebescherming aan te brengen. Aangezien de erosie zeer snel optreedt, wordt gesteld dat er vooraf reeds een eerste deel van de eerste laag zal worden aangebracht voor het inheien van de palen.

Aangezien de kennis over de erosie rond de palen beperkt is, zeker wanneer er erosiebescherming wordt aangebracht, wordt gesteld dat de monitoring van het erosieproces rond de palen van belang is. Door het

opmeten van de erosie ter plaatse van bestaande palen, kan nuttige informatie worden verzameld over het ontstaan van erosiekuilen en kan de meest optimale bescherming worden nagestreefd. Deze monitoring is trouwens ook noodzakelijk om rekening te houden met de natuurlijke veranderingen van de morfologie.

Een volgend effect dat in het MER wordt besproken is het effect van de palen op de hydrodynamica. Er worden een aantal berekeningen uitgevoerd, waaruit wordt besloten dat de effecten op de stromingen zeer lokaal zullen zijn en dus niet significant kunnen worden genoemd.

Er wordt gesteld dat de erosiebescherming een verhoogde turbiditeit zal veroorzaken, afhankelijk van de aard en dimensies van de erosiebescherming. In het zanderige gebied is de verwachte toename echter zeer beperkt en lokaal en valt binnen het bereik van de achtergrondwaarden.

Er wordt verder gesteld dat om de diepte van de kabels te verzekeren, een grondige monitoring van de bodem langsheen het volledige kabeltracé van belang is.

Als leemte in de kennis wordt vooral de gebrekkige kennis van de erosie rond palen en andere obstakels (erosiebescherming) genoemd.

Er kan worden geconcludeerd dat in het MER wordt gesteld dat de effecten van de palen op de hydrodynamica en de turbiditeit zeer lokaal en beperkt zullen blijven en dus kunnen worden verwaarloosd. De erosie rond de palen, die zal optreden, is echter niet goed gekend en zal voldoende moeten worden opgemeten. Afhankelijk van de meetresultaten, die nauwkeurig zullen worden gerapporteerd, zal de uitvoering van het project worden bijgestuurd om de negatieve milieueffecten te minimaliseren.

3.2. *Recente gegevens en aanvullingen aan het MER*

3.2.1. *Initiële toestand en natuurlijke ontwikkeling*

In Bijlage 1 worden de resultaten van een tweedimensionaal hydrodynamisch model en van een golfmodel voorgesteld. De modellen worden kort beschreven en hun resultaten worden voorgesteld. De berekende stromingen en golven worden ook gebruikt voor de berekening van de optredende bodemspanningen.

In deze bijlage wordt aangetoond dat de grootste stromingen voorkomen in de geulen ten zuiden van de bank. Op de bank zelf blijven de maximale stroomsnelheden beperkt tot 1,0 m/s. De bodemspanning, die van belang is voor de erosie van het bodemmateriaal of van de erosiebescherming, is het hoogst op de top van de zandbank, als gevolg van de grotere invloed van de golven in het ondiepere gebied. In het gebied B van de concessiezone kan de bodemspanning oplopen tot meer dan 6 Pa. Er moet worden opgemerkt dat dit een onderschatting is.

In Bijlage 2 worden twee kaarten voorgesteld, die werden opgesteld aan de hand van korrelgroottedistributies. Een eerste kaart beschrijft de mediaan, terwijl een tweede kaart het slibgehalte in de Belgische Zeegebieden beschrijft.

Het materiaal op de Thorntonbank is gemiddeld grof zand met een mediaan tussen 300 μm in het zuiden en 380 μm in het noorden. Er wordt geen slib in het concessiegebied aangetroffen.

3.2.2. Bouwfase

3.2.2.1. Algemeen

Bij het beoordelen van de effecten werd gebruik gemaakt van de ervaring die werd opgedaan in het kader van de projecten SEBAB (1-3) en MOMO, die door de BMM werden en worden uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Waterwegen en Zeewezen, Afdeling Waterwegen Kust. Enkele van de resultaten worden beschreven in Fettweis & Van den Eynde (1999, 2000a, 2000b, 2003), Fettweis *et al.* (2003a, 2003b), Van den Eynde (2004), Van den Eynde & Fettweis (2004).

3.2.2.2. Gemobiliseerde sedimenten

Uitgaande van een sleuf met een gemiddelde breedte van 0,5 m en een diepte van 2 m wordt per lopende meter 1 m³ sediment verplaatst of in suspensie gebracht bij het leggen van de kabels. De lengte van de zeekabel bedraagt in het totaal ongeveer 131 km (2 x 40 km naar land + 50,7 km in het park). Het maximum aan gemobiliseerd sediment wordt dus theoretisch begroot op 131.000 m³. Dit is een maximumcijfer, aangezien bij het toepassen van de jettingtechniek het grootste gedeelte van het zand ter plaatse blijft. In het MER wordt de hoeveelheid materiaal dat gebaggerd moet worden, bij de kruising met de vaargeul, geschat op 11000 m³.

Ter vergelijking: er wordt per jaar ongeveer 1,9 10⁶ m³ zand en grind gewonnen in de Belgische zeegebieden en er wordt ongeveer een 16 10⁶ m³ gebaggerd en terug in zee gedumpt op de geautoriseerde stortplaatsen van de Belgische zeegebieden.

3.2.3. Exploitatiefase

3.2.3.1. Contacten

Voor de evaluatie van dit en vorige gelijkaardige MER's werden bijkomende contacten gelegd met verschillende experts voor wat betreft windmolenparken en erosie rond turbines. Volgende mensen werden gecontacteerd:

- Gijsbert Kant, Waterbouwkundig Laboratorium Delft: volgens G. Kant zal de uiteindelijke ontgroning ongeveer 1,5 x de diameter worden en zal in horizontale zin de erosie zich ongeveer tot 10 x de diameter uitstrekken. Kant stelt verder dat erosie op zich geen probleem hoeft te zijn als de constructie hiervoor is ontworpen. De veranderende inklemming in de boden en de verandering van de eigenfrequentie van de paal zijn van belang voor de vermoeiing van de paal. Als er een erosiebescherming wordt toegepast zal deze afhankelijk zijn van de lokale condities, de bodemgesteldheid en de eisen ten aanzien van de ontgroningen. Verder stelt Kant dat de erosie, die mogelijkterwijs bij de randen van de

erosiebescherming zal optreden een grootteorde kleiner zal zijn dan de ontgronding zonder erosiebescherming.

- Guido Dumon en Bart Provoost, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Waterwegen en Zeewezen, Afdeling Waterwegen Kust: G. Dumon bevestigde per telefoon dat geen grote erosiekuilen waren opgetreden rond de meetpalen in de Belgische Zeegebieden.
- B. Mutlu Sumer, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark: B.M. Sumer (<http://www.isva.dtu.dk/~sumer/mshome.htm>) is de coördinator van het SCARCOST (SCour AROUND COastal STRuctures) project (<http://www.isva.dtu.dk/scarcost/Public/MASTpubl.htm>), een MAST-III project waar de erosie rond structuren in kustwateren werd bestudeerd. Sumer was zeer bereid tot het zenden van enkele publicaties, die door hem en zijn medewerkers werden gepubliceerd (e.g. Sumer & Fredsøe, 1999; Sumer & Fredsøe, 2001a; Sumer & Fredsøe, 2001b; Sumer *et al.*, 1994; Sumer *et al.*, 1999). Sumer bevestigde trouwens dat hij betrokken was bij consultancy voor de Deense windmolenparken.
- J.S. Mani: J.S. Mani was bereid tot het zenden van de publicatie Mani (2001).
- H.C. Sørensen, SPOK Consult, SPOK Aps, Denemarken: H.C. Sørensen bevestigde dat in het Middelgrunden project graviteitsfunderingen werden gebruikt, zodat de risico's voor erosie niet groot is. Sørensen vermeldde verder dat bij het project Horns Rev de erosieproblemen belangrijk waren. Enkele dagen na het plaatsen van de monopile voor de mast voor de meteorologische metingen, werd al een erosiekuil van 6 m diep opgemeten! Sørensen zei echter dat hij geen eigen ervaring had met dat project en dat hij, als consultant, niet dieper in details kon treden.
- Uffe K. Jørgensen, Tech-Wise, Denemarken: als consultant was Tech-Wise betrokken bij Horns Rev windmolenpark, maar Jørgensen kan ons alleen helpen op commerciële basis.
- Bob Burgess, Seabed Scour Control Systems Limited, Great Yarmouth, Engeland: ook B. Burgess was zeer bereid tot verdere samenwerken op commerciële basis.

3.2.3.2. Erosiekuilen

De wetenschappelijke publicaties betreffende de erosie rond structuren in kustwateren, die werden verzameld (Mani, 2001; Sumer & Fredsøe, 1999; Sumer & Fredsøe, 2001a; Sumer & Fredsøe, 2001b; Sumer *et al.*, 1994; Sumer *et al.*, 1999) wijzen op het complexe karakter van de erosie. In Sumer & Fredsøe, 1999 wordt een maximale ratio S/D voorgesteld van 1,3 met S : de evenwichtsdiepte van de erosiekuil en D : de diameter van de paal. In Sumer & Fredsøe (2001a) worden waarden voor S/D tot 1,5 à 2 gevonden. In dit geval zou dit neerkomen op erosiekuilen tot 7,5 a 10 m diepte. Deze waarden zijn in dezelfde grootteorde als de waarden die in het MER worden genoemd.

Over de snelheid van de erosie wordt in de publicaties niet veel teruggevonden. Sumer & Fredsøe (2001a) 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., zie hierboven), die bevestigt dat deze erosiekuilen op zeer korte termijn kunnen ontstaan.

Er moet echter opgemerkt worden dat al deze erosieberekeningen uitgaan van de effecten van palen in een zandige bodem, die door de stroming kan worden verplaatst, dus zonder het aanbrengen van een erosiebescherming. Wanneer een erosiebescherming wordt aangebracht, is de optredende erosie rond de palen en rond de erosiebescherming een grootteorde kleiner (e.g. Kant, pers. comm.; Burgess, pers. comm.).

G. Dumon meldde verder dat er rond de meetpalen van het Meetsysteem Vlaamse Banken geen grote erosiekuilen waren opgetreden. Ook in Danish Wind Industry Association (2002) wordt gemeld dat bij monopiles (met erosiebescherming) er in het algemeen geen erosieproblemen optreden. Het CA-OWEE (2001) vermeldt dat monopiles de meest geschikte en kosteffectiefste oplossing zijn tot een waterdiepte van 20 m. Er wordt vermeldt dat een erosiebescherming nodig kan zijn, maar noemt deze mogelijke erosie niet als belangrijkste probleem voor het gebruik van monopiles. Er wordt vooral de nadruk op gelegd dat de eigenperiode van de monopile, geklemd in de bodem, kleiner moet blijven dan de golfperiodes om vermoeidheidsproblemen te vermijden. Tenslotte wordt ook in het MER voor het windmolenpark Horns Rev (Edelvang *et al.*, 1999) en in het MER voor het windmolenpark van E-Connection (2001) geen melding gemaakt van mogelijke erosieproblemen bij monopiles, die worden beschermd door een erosiebescherming, bestaande uit lagen grind en stenen.

3.2.3.3. *Erosiebescherming*

Zoals reeds hoger vermeld zal rond de palen een erosiebescherming worden aangebracht met een diameter van maximaal 48 m met onderaan een laag van 1 m grind met een diameter van 0,014-0,040 m en bovenaan een laag van 1 m met breuksteen van 2-300 kg. In een diameter van 4 m wordt als bovenste laag een laag met breuksteen van 60-300 kg voorzien.

Ter vergelijking wordt vermeld dat in het MER voor het windmolenpark van E-Connection (2001) een erosiebescherming wordt voorgesteld uit twee lagen: een onderste filterlaag, die de uitspoeling van zand voorkomt, heeft een dikte van 0,25 m en een mediaan D_{50} van 0,045 m. Deze laag strekt zich uit tot 6,75 m vanaf de buitendiameter. De bovenlaag heeft een dikte van 0,75 m en een D_{50} van 0,30 m en strekt zich uit tot ongeveer 2,25 m van de buispaal. Door H.C. Sørensen werd vermeld dat de diameter van de blokken die werden gebruikt voor de (beperkte) erosiebescherming bij het park in Middelgrunden groter waren dan 0,5 m, zoals gespecificeerd door de overheid.

3.2.3.4. *Verandering van hydrodynamisch klimaat en van de turbiditeit*

Cooper & Bieboer (2002) bestudeerden recent in detail de potentiële effecten van een offshore windpark op verschillende kustprocessen. Voor verschillende “worst-case” scenario’s en realistische scenario’s werden met verschillende numerieke modellen de effecten van de palen op de stromingen, de golven, en

het sedimenttransport nagegaan. Gekoppelde hydrodynamische modellen, tot een resolutie van 5 m, golfmodellen tot een resolutie van 45 m en sedimenttransportmodellen werden gebruikt voor de bepaling van de effecten van de palen. Overal bleek, zelfs in de worst-case scenario's —met een windmolenpark op een zandbank van 5 m diepte, 1,5 km uit de kust— de effecten verwaarloosbaar te zijn. Afgezien van zeer lokale effecten veranderden de stromingen maximaal met 0,7 %, de golven maximaal met 1,5 % en de maximale piekconcentratie van SPM met 3 %. Voor het huidige park kunnen we bovendien aannemen dat de effecten nog veel kleiner zullen zijn.

Ook in Edelvang *et al.* (1999) en E-Connection (2001) wordt berekend dat de effecten op het hydrodynamische klimaat verwaarloosbaar zijn.

Er kan verder gesteld worden dat de verhoging van de turbiditeit niet significant zal zijn en geen significante effecten zal hebben.

3.3. Beoordeling

3.3.1. Initiële toestand

Het hydrodynamische klimaat op de Thorntonbank is in het rapport kort beschreven. Ook de bodemsamenstelling, de turbiditeit en de morfologische evolutie werden behandeld. Er wordt in het rapport erkend dat er leemtes bestaan in de specifieke informatie omtrent hydrodynamische parameters (golven, stromingen), sedimentologische parameters (korrel-grootteverdeling, zeebodemmorfologie), geologische opbouw en morfologische evolutie op de Thorntonbank zelf.

In twee Bijlagen werd bijkomende informatie toegevoegd over de stromingen en golven en over de bodemsamenstelling in het gebied.

3.3.2. Bouwfase

Zoals gesteld in het MER zal ter plaatse van de Thorntonbank de verhoging van de turbiditeit lokaal en tijdelijk zijn. De bodem ter hoogte van de Thorntonbank bestaat uit middelmatig grof zand met een mediaan groter dan 300 μm en er komt geen slib voor. De turbiditeit die door de werken wordt gegenereerd zal daarom niet hoog zijn en zal snel terug bezinken. De effecten zullen vergelijkbaar zijn met de natuurlijke ontwikkelingen en zullen tijdelijk zijn.

Dichter tegen de kust komt fijner materiaal voor en komen slibvelden voor. Hier zal de door de werken veroorzaakte turbiditeit hoger zijn. In deze gebieden is echter de natuurlijke turbiditeit al hoog. De door de werken veroorzaakte turbiditeit zal dus vergelijkbaar zijn met de natuurlijke turbiditeit en de verhoging zal tijdelijk zijn.

De door de werken gemobiliseerde sedimenten zijn verwaarloosbaar ten opzichte van de jaarlijkse hoeveelheid zand en grind die worden gewonnen, en de jaarlijkse hoeveelheid zand en slib die worden gebaggerd en terug in zee gestort.

Een effect dat niet wordt vermeld in het MER is het in transport brengen van nieuw fijn tot gemiddeld korrelige sedimenten door ploegen of jetten van de kabels in een geconsolideerde bodem. 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 ze door het aanwezige turbiditeitsmaximum en door de continue baggerwerken en verdiepingswerken van de vaargeulen, 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).

Er kan dus worden besloten dat de verhoging van de turbiditeit en van de eventuele pollutanten lokaal en tijdelijk zullen zijn.

3.3.3. Exploitatiefase en ontmanteling

Hoewel het MER op zich niet alle nodige informatie geeft, treden er toch geen problemen op. De invloed op de hydrodynamica van de palen is verwaarloosbaar. De eventuele verhoging van de turbiditeit tijdens de exploitatiefase is ongetwijfeld veel minder dan tijdens de bouwphase en gegeven het zandige karakter van de ondergrond in het gebied, wordt ook hier geen significant effect verwacht.

Het voorkomen van belangrijke erosiekuilen moet vermeden worden door de plaatsing van de erosiebescherming.

De effecten van de ontmanteling zullen vergelijkbaar zijn met de effecten tijdens de bouwphase. De funderingspalen zullen op een zekere diepte onder de zeebodem worden afgebrand, waarbij het onderste deel van de palen in de bodem zal blijven zitten. Vooraleer de paal wordt afgebrand zal de paal tot op een gewenste diepte aan de binnenzijde worden vrijgemaakt. Dit zal ongetwijfeld effecten hebben op de turbiditeit in de omgeving en eventueel aanleiding geven tot baggeren en dumping van sedimenten. De effecten zullen echter lokaal en tijdelijk zijn. Zoals boven gesteld moet bovendien worden opgemerkt dat in de zone de bodem bestaat uit middelmatig grof zand, zodat de resuspensie beperkt zal blijven en dat het geresuspendeerde zand relatief snel zal terug bezinken.

In het MER wordt gesteld dat de kabels zullen worden verwijderd, waarschijnlijk met behulp van de jetting techniek. Er kan worden gesteld dat ook hier de effecten vergelijkbaar zullen zijn met de effecten tijdens de aanleg en dat er dus geen significante negatieve effecten verwacht moeten worden.

3.4. *Besluit/Aanvaardbaarheid voor het mariene milieu*

3.4.1. Bouwphase

De effecten qua hydrodynamica en morfologie kunnen worden beschouwd als

lokaal en tijdelijk en zijn bovendien vergelijkbaar met de natuurlijke ontwikkelingen. Deze effecten zijn niet significant te noemen.

3.4.2. Exploitatiefase

Er wordt verwacht dat de effecten op de hydrodynamica verwaarloosbaar zijn. De verhoging van de turbiditeit zal verwaarloosbaar zijn en vergelijkbaar met de natuurlijke turbiditeit in het gebied.

De erosiebescherming rond de palen zou de vorming van belangrijke erosiekuilen moeten vermijden.

3.4.3. Ontmantelingsfase

De effecten qua hydrodynamica en morfologie kunnen worden beschouwd als lokale en tijdelijke effecten, die bovendien vergelijkbaar zijn met de natuurlijke ontwikkelingen. Deze effecten zijn niet significant te noemen.

3.4.4. Aanvaardbaarheid van het project voor het mariene milieu

Wat betreft de hydrodynamica, de sedimentdynamica en de morfologie worden er geen belangrijke effecten verwacht voor het mariene milieu en kan dus worden gesteld dat het project aanvaardbaar is. Er moet wel voor worden gezorgd dat er geen belangrijke erosiekuilen optreden die de stabiliteit van de palen in gevaar brengen en dat de bedekking van de kabels wordt gecontroleerd.

4. Geluid

4.1. Gegevens uit het MER

In het MER (p. 102–126) wordt voldoende informatie uit de beschikbare bronnen gebruikt en verwerkt. Hiaten in de kennis zijn aangegeven.

4.1.1. Referentiesituatie

Voor het beschrijven van de referentiesituatie werd de beschikbare informatie in voldoende mate verzameld en verwerkt. Er wordt, onder andere, ook rekening gehouden met het mogelijke bestaan in de toekomst van een 100 MW windmolenpark op de Vlake van de Raan ("Seanergy").

4.1.1.1. Onder de waterspiegel

Onderwatergeluid wordt veroorzaakt door natuurlijke en antropogene bronnen:

- wrijving van de watermassa's tegen elkaar en tegen de zeebodem (stromingen),
- wrijving van de wind tegen het wateroppervlak en de daaruit voortvloeiende energiecascades (golven, turbulentie, ...),
- regeninslag op het oppervlak,
- geluid van levende organismen,
- scheepvaart,
- baggeren,
- seismisch onderzoek,
- luchtvaart,
- industriële activiteiten op zee, o. a. windmolenparken.

Het frequentiespectrum en de bereikte geluidsniveaus hangen onder andere af van de bathymetrie. Op grotere diepte daalt het geluidsniveau lichtjes. In ondiepere wateren ligt het gemiddelde achtergrondgeluidsniveau hoger door de hogere golfwerking en de hogere stroomsnelheden. De lagere frequenties (minder dan 200 Hz) kunnen in ondiep water worden gedempt door absorptie door de (zandige) bodem.

Recente metingen bepaalden het achtergrondgeluidsniveau bij een volkomen vlakke zee tussen 85 dB (re $1 \mu\text{Pa}$)² bij 30 Hz en 60 dB (re $1 \mu\text{Pa}$) bij 16 kHz. Bij stormweer kan het geluidsniveau oplopen tot respectievelijk 100 dB en 85 dB. Bij uitzonderlijke regenval kan het geluid van de regen het normale maximum omgevingsgeluid onder water tussen 100 en 1000 Hz met ongeveer 10 dB (re $1 \mu\text{Pa}$) verhogen.

Volgens de literatuur kunnen garnalen het achtergrondgeluidsniveau bij

² De logaritmische schaal van het geluidsvermogen (L_p) wordt als volgt gedefinieerd: $L_p = 20 \log(P/P_0)$. Onder water is de referentiewaarde P_0 gelijk aan $1 \mu\text{Pa}$ terwijl in de lucht, een referentiewaarde van $20 \mu\text{Pa}$ wordt gebruikt. In de lucht wordt het logaritmische geluidsvermogen dikwijls in « dB(A) » weergegeven, waarbij een frequentiecorrectie in verband met de gevoeligheid van het menselijk oor is toegepast.

8 kHz verhogen tot ongeveer 100 dB (re 1 μ Pa).

Het geluid en de trillingen van scheepsmotoren vormen één van de belangrijkste geluidsbronnen van menselijke oorsprong. Het Kanaal wordt in de literatuur als een “hot-spot” beschouwd voor het onderwatergeluid, veroorzaakt door de grote dichtheid van de scheepvaart. Op 100 m afstand werd een geluid van een aantal kleinere schepen tussen 1 kHz tot 15 kHz gemeten van 100 dB (re 1 μ Pa) tot 115 dB (re 1 μ Pa). Op 1 m afstand kunnen de opgemeten geluidsniveaus oplopen tot 150 dB (re 1 μ Pa). Het geluid van het schip kan propageren over aanzienlijke afstanden (16 km) zonder noemenswaardige verzwakking.

Seismisch onderzoek veroorzaakt krachtige laagfrequente geluidsgolven die ter hoogte van de bron, op 1 m afstand, ongeveer 215 dB (re 1 μ Pa) kunnen geven.

Tot slot wordt ook nog het mogelijke effect van het “Seanergy” windmolenpark besproken. In de conclusies van het milieueffectenrapport van “Seanergy” wordt vermeldt dat de onderwatergeluiden en -trillingen veroorzaakt door het windmolenpark beperkt zullen blijven tot de veiligheidszone van 500 m. Er kan dus worden besloten dat de referentietoestand op de Thorntonbank niet beïnvloed zal worden door het mogelijke “Seanergy” windmolenpark.

Samenvattend kan worden gesteld dat continue onderwatergeluidsniveaus tussen 90 en 100 dB (re 1 μ Pa) in het frequentiegebied van 100 Hz tot enkele kHz in ondiepe wateren niet ongewoon zijn. In de tijd beperkte gebeurtenissen (stortbui, voorbijvaren van een schip...) kunnen het geluidsniveau tijdelijk doen oplopen tot 110–120 dB (re 1 μ Pa).

4.1.1.2. *Boven de waterspiegel, in volle zee (offshore)*

Geluidsgegevens op het water zijn moeilijk te meten door het bijkomende lawaai van de golven tegen het meetschip. Als belangrijkste geluidsbronnen vermeldt het MER 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 ± 5 dB(A).

Gezien de relatief kleine afstand tussen het “Seanergy” projectgebied en de Thorntonbank zou het specifieke geluid afkomstig van het “Seanergy” windmolenpark voor een bijkomende geluidsbron in de referentiesituatie boven water kunnen zorgen. Volgens het INDUS overdrachtsmodel zou dan het specifieke achtergrondgeluid op de Thorntonbank lager zijn dan 22 dB(A), voor een matig belastende situatie en lager dan 34 dB(A) voor een kritische situatie (windafwaartse voortplanting).

4.1.1.3. *Boven de waterspiegel, aan de kust (onshore)*

De wind en de golven overheersen het geluidsniveau op het strand. 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.

4.1.1.4. *Ontwikkeling van de geluidssituatie*

Er valt geen significante ontwikkeling van de hierboven vermelde geluidsniveaus te verwachten. De enige significante verhoging van het achtergrondgeluid kan worden verwacht bij het bouwen en het in werking stellen van het “Seanergy” windmolenpark (zie 4.1.1.2).

4.1.2. **Bouwfase**

Wat de specifieke aspecten van de bouwwerkzaamheden betreft, onderscheidt de aanvrager de volgende oorzaken voor een mogelijke toename van de geluidsemissie:

- heien van de funderingen (monopile of tripode of multipode),
- scheepsverkeer.

De geluidsniveautoename te wijten aan het extra scheepsverkeer wordt als zeer gering en, in het algemeen, verwaarloosbaar beschouwd.

Wat het heien van palen betreft, meldt de aanvrager dat het type heitoestel nog niet gekozen is. Een dieselmotor zou een geluid van 130 dB(A) produceren, een hydroblok 115 dB(A) en een hydroblok met een geluiddempende mantel 101 dB(A). Een belangrijke karakteristiek van het heien is dat de extra geluidsbelasting niet continu is. De verstoring 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 zal er dus geen hinder meer te verwachten zijn.

Ook onder water zal er door het heien een belangrijke tijdelijke verstoring zijn van de onderwaterfauna, door het geluid en door de trillingen.

4.1.3. **Exploitatiefase**

4.1.3.1. *Onder de waterspiegel*

Het geluid kan op twee manier overgedragen worden naar het water, namelijk indirect vanuit de lucht via het grensvlak lucht–water en direct via de mast en de funderingen. Vooral dit laatste zal het geluid onder water bepalen.

Over de geluidsniveaus van windturbines die in aanmerking komen voor het project in het omringende zeewater zijn geen gegevens bekend. Daarom geeft de aanvrager de resultaten van metingen uitgevoerd op bestaande installaties. De resultaten tonen significante verschillen die te wijten zijn aan het verschil in windturbines, masten en funderingen, het verschil in afstand waar er gemeten werd, de regime van de verschillende windturbines in werking en het verschil in de omgeving (diepte, afstand van de kust, stromingen, golven, aard van de bodem, sedimentgehalte van het water, ...). De metingen tonen een maximale waarde rond 120 dB (re 1 μ Pa). Aan de hand van metingen onder water en op land werd het geluid onder water voorspeld voor een 2 MW windturbine. Bij lage frequenties (10-20 Hz) kan het geluid oplopen

tot 125 dB (re 1 μ Pa).

Het blijkt tot slot dat het specifieke geluid van een windturbine vooral uit frequenties bestaat lager dan 1 kHz. Zeer hoge frequenties worden sterk geabsorbeerd door zeewater terwijl lage frequenties (minder dan 200 Hz) geabsorbeerd worden door de bodem.

In zijn beoordeling benadrukt de aanvrager het feit dat er een grote leemte in de kennis bestaat over de geluidemissie van de beschouwde windturbines.

Op basis van metingen van kleinere turbines wordt berekend dat vanaf 200 m van de turbines bij kalm weer het specifieke onderwatergeluid geproduceerd door de windturbines vergelijkbaar is met het achtergrondgeluidsniveau van 90 dB (re 1 μ Pa). Bij stormweer wordt het geluid van de turbines reeds gemaskeerd vanaf 50 m van de turbines door het achtergrondgeluid van 105 dB (re 1 μ Pa). Het geluid van de windturbines onder water zal dus steeds beperkt blijven tot het gebied tussen de windturbines en zal niet buiten de veiligheidsgrens van 500 m gaan.

4.1.3.2. *Boven de waterspiegel*

Tijdens de exploitatie vormen de windturbines de belangrijkste geluidsbron. 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 nochtans ten koste van de energieopbrengst.

De aanvrager kan zich nog niet uitspreken over de definitieve keuze van een windturbine, noch over de 'Best Available Technology' die toegepast zal worden. De berekeningen van de verspreiding van het geluid zijn daarom gebaseerd op een 3,6 MW turbine van GE en op 5 MW turbine van REPower. De 3,6 MW turbine heeft een geluidsvermogen van 109 dB(A). Het geluidsvermogen van de 5 MW turbine is nog niet gekend maar wordt door lineaire interpolatie van de geluidsniveaus van bestaande 1,5 MW, 2 MW, 3 MW en 3,6 MW turbines geschat op 112 dB(A).

Op het transformatorplatform zullen twee 33kV/150kV-transformatoren in werking zijn. Het geluidsvermogen van een 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 elektrisch 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 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.

Bovendien werden verschillende opties onderzocht: twee types turbines (3,6 en 5 MW), gesplitst of gegroepeerde inplanting, aanwezigheid of afwezigheid van het "Seanergy" windmolenpark.

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. De volgende tabel geeft de berekende niveaus ter hoogte van de kust in de meest kritische situatie weer:

Tabel 2 Berekende geluidsniveaus ter hoogte van de kust in de meest kritische situatie

	C-Power	
	Alleen	Samen met "Seanergy"
3,6 MW GE	34,9 dB(A)	37,3 dB(A)
M5 REPower	37,9 dB(A)	39,3 dB(A)

Bij de dichtste afstand tot het windmolenpark (waar niet-betrokken schepen mogen varen) zullen de windturbines met een geluidsniveau van ongeveer 50 dB(A) hoorbaar zijn.

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.

4.1.3.3. Trillingen

Windturbines produceren verschillende types mechanische trillingen:

- Laagfrequentie trillingen door het voorbijgaan van de rotorbladen voor de mast, de onbalans van de rotor en de eigentrilling van de mast;
- Hoogfrequente trillingen door de draaiende onderdelen van de generator, de interactie van de wind met de turbine, de golven tegen de mast, de wrijving van water, sedimenten en organismen op de mast en de fundering.

De trillingen in de geplande windmolens (met turbines van 3,6 of 5 MW) zijn onbekend.

4.1.4. Bekabeling

Ten gevolge van de bekabeling enerzijds tussen de windturbines en het transformatorplatform en anderzijds tussen de transformatorplatform en de aanlanding wordt een tijdelijke verhoging van het geluid verwacht zowel boven als onderwater. Deze geluidstoename zal beperkt in tijd en intensiteit blijven.

4.1.5. Afbraakfase

Volgens de aanvrager is de impact van ontmanteling op het omgevingsgeluid onder water een leemte in de kennis. Voor het wegbrengen van de turbines zal er een tijdelijke verhoging van het vrachtvervoer zijn, zodat er hogere geluidsniveaus zullen optreden boven en onder water. Dit zal echter verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de normale scheepvaart.

4.2. *Recente gegevens/aanvullingen aan het MER*

Voor wat betreft de veranderingen aan het geluidsklimaat veroorzaakt door het aanleggen en de exploitatie van offshore windparken zijn er weinig andere studies van toepassing dan deze die in het MER vermeld werden. Wetenschappelijk onderzoek is momenteel vooral gericht naar andere bronnen van geluid op en in de zee: seismisch onderzoek, militaire toestellen. Bovendien is nog geen echte ervaring met gelijkaardige (qua omvang, afstand van de kust en vermogen) windturbines en met hun mogelijke impact.

Extrapolatie levert twijfelachtige resultaten, omdat het geen rekening houdt met de mogelijke evolutie en verbeteringen van de technieken. (Zie ook 4.3.4)

4.3. *Beoordeling*

4.3.1. *Bouwfase/ontmanteling*

4.3.1.1. *Onder de waterspiegel*

Het aan de werf gebonden verkeer komt bovenop het reeds drukke bestaande scheepvaartverkeer. De BMM gaat ervan uit dat deze geluidsbron het milieu niet in hoge mate zal verstoren.

De kabellegoperaties zullen hoofdzakelijk luchtgeluid voortbrengen wat alleen voor plaatselijke en tijdelijke verstoring zorgt.

Het inheien van de funderingen zal onderwatergeluid voortbrengen. De nodige gegevens ontbreken om het geluidsvermogen en het geluidsspectrum te bepalen. De metingen en berekeningen van het geluid dat wordt voortgebracht door het slaan van het heiblok op funderingspalen, hebben immers alleen betrekking op het luchtgeluid. Dit geluid wordt niet – of in uiterst geringe mate – overgebracht via de grenslaag zee/atmosfeer.

Het geluid dat onder water door het heiwerk wordt voortgebracht, is afkomstig van de trillingen van de funderingskoker. Deze trillingen zijn afhankelijk van de fysische (geometrie...) en mechanische eigenschappen van de heipaal, van de inheidiepte in de sedimenten en van de waterdiepte. Deze diverse parameters beïnvloeden zowel het geluidsvermogen dat op de watermassa wordt overgebracht, als het bijbehorende frequentiespectrum.

De BMM is van mening dat dit effect in tijd en ruimte beperkt zal blijven en bijgevolg geen aanzienlijke verstoring van het milieu tot gevolg zal hebben. Toch wordt het door de BMM aanbevolen voor zover mogelijk geen diesel heiblok te gebruiken.

Het geluid geproduceerd tijdens het heien van de palen is tot op grote afstand

hoorbaar voor zeezoogdieren. Bij studies in het Horns Rev offshore windmolenpark (Denemarken) was het vermoeden dat de belangrijkste verstorende activiteit het heien van de palen was. Een statistische analyse van verzamelde gegevens toonde aan dat er een effect was op het gedrag en de verspreiding van bruinvissen over een relatief uitgebreid gebied (tot 15 km van de bouwwerf waar het heien plaatsvond), en dat dit effect tijdelijk was (tot 3-4 uren na het heien). Zeezoogdieren die op afstand zwemmen zullen, bij het heien, het gebied vermoedelijk vermijden. Voor de dieren die per toeval dicht bij de werf aanwezig zijn is het aanbevolen, voor het begin van de heiperiode, toestellen (pingers en seal scares) te gebruiken die bruinvissen en zeehonden verdrijven.

4.3.1.2. *Boven de waterspiegel, in volle zee (offshore)*

De geluidsniveautoename ten gevolge van het extra scheepsverkeer is beperkt in tijd en ruimte (bewegende geluidsbron). Alleen de avifauna zou met dit geluid te maken krijgen. De toename zal evenwel verwaarloosbaar blijven in vergelijking met de reeds bestaande scheepvaart in onze zone. Bijgevolg valt van deze geluidsniveautoename geen aanzienlijke negatieve impact te verwachten.

Dicht bij de bouwplaats kan het geluidsniveau van het heien van de palen aanzienlijk zijn. A-priori worden alleen de arbeiders op de werf hieraan blootgesteld. De bouwheer heeft als taak de ter zake geldende normen en reglementen in acht te nemen.

4.3.1.3. *Boven de waterspiegel, aan de kust(onshore) en in woongebieden*

Tijdens de bouwfase zal het geluid aan de kust in het slechtste geval in dezelfde grootte-orde liggen als het bestaande omgevingsgeluid. Door de aard van het geluid (korte sterke geluiden) zal het af en toe toch aan de kust merkbaar kunnen zijn maar het zal geen objectieve hinder voor de kustbewoners veroorzaken. Het geluid zal binnen de grenswaarden van de toepasselijke normen blijven.

4.3.2. Exploitatiefase

4.3.2.1. *Onder de waterspiegel (geluid en trillingen)*

Het geluid dat zich in het water voortplant is niet het geluid dat specifiek door de windturbines wordt voortgebracht: het zijn de trillingen die in voorkomend geval door de constructie worden overgebracht.

Het is zonet onmogelijk, dan toch zeer moeilijk, a-priori een juiste inschatting te geven van deze trillingen, vooral wanneer nog geen vaste keuze van de turbines, noch van het funderingstype bestaat. Op te merken valt dat deze trillingen in elk geval om louter mechanische redenen (verminderd gevaar van materiaalmoetheid) beperkt moeten blijven.

De BMM gaat er van uit dat het effect op de fauna beperkt zal blijven binnen een straal van ongeveer 500 m rond elke windturbine. Dit betekent dat de volledige zone tussen de windturbines aangetast kan worden, zij het dan door

effecten die beperkt in intensiteit blijven.

4.3.2.2. Boven de waterspiegel

Het windmolenpark, uitgerust met 3,6 MW turbines, zou aan de kust een specifiek geluidsniveau van 25 dB(A) tot 35 dB(A) kunnen voortbrengen. Samen met het “Seanergy” park stijgen deze waarden tot 28 tot 37 dB(A). Tijdens de exploitatiefase zal dus het geluid aan de kust in het slechtste geval in dezelfde grootte-orde liggen als het bestaande omgevingsgeluid. Aangezien dit geluid in een smaller frequentiebereik ligt dan het omgevingsgeluid zal het zich ermee vermengen. Het geluid zal geen objectieve hinder veroorzaken voor de kustbewoners. Het zal binnen de grenswaarden van de toepasselijke normen blijven liggen.

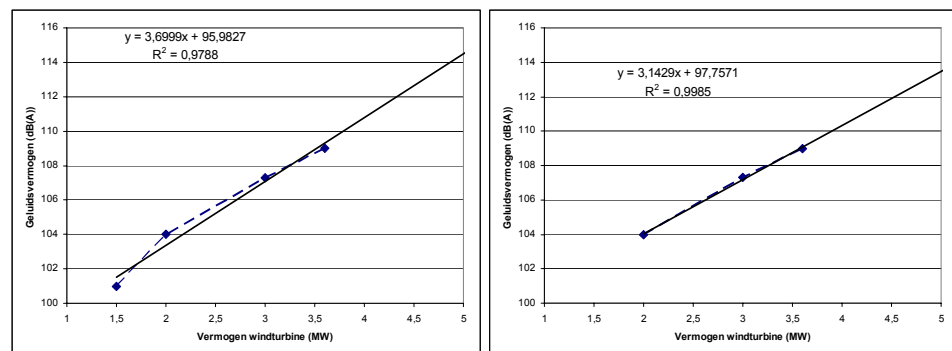
4.3.3. Afbraakfase

Er bestaat te weinig informatie over de technieken die voor afbraak zullen gebruikt worden om deze fase te beoordelen.

Voorgesteld wordt de impact van de ontmanteling en van het afbraak van de funderingen op voorhand te evalueren in termen van geluidsemisatie, op het moment dat de ontmanteling wordt gepland en als definitief vaststaat welke technieken gebruikt zullen worden.

4.3.4. Upgrade 5 MW

Er wordt een grotere geluidsvermogen van een 5 MW turbine verwacht dan van turbines met een kleiner elektrische vermogen. De aanvrager voorspelt een emissievermogen van 112 dB(A) op basis van een lineaire extrapolatie van geluidsvermogensniveaus van bestaande windturbines van 1,5 MW, 2 MW, 3 MW en 3,6 MW. De berekening (bijlage 6 van het MER) bevat een foutje en de geëxtrapolerde waarde ligt feitelijk tussen 113,5 (zonder de 1,5 MW turbine) en 114,5 dB(A) (met de 1,5 MW turbine):



Figuur 2 Verbeterde extrapolatie van het geluidsvermogen van bestaande windturbines, links rekening houdend met een 1,5 MW turbine en rechts zonder de 1,5 MW turbine.

Een verschil van enkele dB's aan de bron is echter niet belangrijk voor de conclusies die van de berekeningen van de geluidsverspreiding boven de zeespiegel worden getrokken.

Voor het onderwatergeluid is de impact van zo'n 'upgrade' nog minder gekend want een grotere turbine kan een totaal anders structuur betekenen:

afmetingen en vorm van de mast, afmetingen en type van de funderingen, frequentie van de trillingen in de rotor en de turbine, parameters die van belang zijn voor het voortplanten van geluid en trillingen naar het watermassa en de zeebodem.

Toch kan men verwachten dat het gebruik van een meer krachtige turbine onze besluiten over de aanvaardbaarheid van de activiteit op het vlak van geluid en trillingen niet zullen wijzigen.

4.3.5. Leemten in de kennis

Het onderwatergeluid is de belangrijkste leemte in de kennis, samen met de juiste emissievermogen van turbines die nog maar op papier bestaan.

De emissie (tijdens de bouw- en exploitatiefasen) van het geluid naar water en de voortplanting in ondiepe wateren met hoge stromingen, grote concentraties van zand in suspensie, af en toe brekende golven en poreuze bodem, zijn tot nu toe onvolledig bestudeerd.

Het achtergrondgeluidsniveau op zee is, wegens technische redenen, moeilijk te meten en dus niet echt gekend. Er bestaat ook weinig informatie over het mogelijke voorkomen en de draagwijdte van het zogenaamde 'tunneleffect'.

4.4. *Besluit/ aanvaardbaarheid v/h mariene milieu*

De eventuele impact van de bouwphase op het mariene milieu (fauna) zal beperkt zijn en op natuurlijke wijze ongedaan gemaakt kunnen worden. Over de geluiden en trillingen die door de masten op de watermassa tijdens de exploitatiefase zullen worden overgebracht, bestaat grote onzekerheid. De BMM verwacht echter geen belangrijke negatieve impact op de fauna. De afbraakfase zal ten gepaste tijde grondig bestudeerd moeten worden.

Niettegenstaande de resterende leemten in de kennis, is de BMM van mening dat het geluid en de trillingen geen onaanvaardbare verstoring of hinder zullen veroorzaken.

4.5. *Aanbevelingen*

Als het monitoringsprogramma overtuigende resultaten levert van milieuschade die optreedt ten gevolge van geluid of trillingen dan zullen structurele aanpassingen moeten toegepast worden, na overleg met het Bestuur, om het niveau van de trillingen terug te dringen, of het frequentiespectrum ervan te wijzigen.

5. Risico's en gevolgen van mogelijke rampen

5.1. *Gegevens uit het MER (pp. 196–224)*

5.1.1. Het industrieel risico (installaties)

De aanvrager bespreekt kort de veiligheidsrisico's van de installatie op zich en de eventuele gevolgen van een incident. De inschatting van deze risico's is op literatuurgegevens gebaseerd.

De windturbines van het project worden gekeurd, in hun geheel en op hun afzonderlijke onderdelen (bladen, gondel, elektrische installatie, mast en fundering).

Er worden vier categorieën risico's vermeld:

- lekken van vloeistoffen,
- lekken van gassen,
- brand,
- blikseminslag, ijsworp, wiekbreuk.

De windmolens en het transformatorplatform worden van opvangbakken voorzien zodat er geen milieueffect zal optreden in het geval van een vloeistoflek. Enkel indien de windturbine of het transformatorplatform zelf omvalt (bijvoorbeeld ten gevolge van extreme klimaatcondities) zullen er milieueffecten optreden. Dit risico is niet onbestaande maar blijft zeer klein. De dan te beschouwen volumes van aanwezige oliën en vetten in de turbine bedragen een kleine 1000 liter. Het transformatorplatform bevat ongeveer 120 000 liter oliën en 30 000 liter diesel.

De schakelapparatuur op het transformatorplatform is door middel van gas geïsoleerd. De actieve delen zijn ondergebracht in hermetisch afgesloten compartimenten, gevuld met SF₆-gas. SF₆ is een bekend broeikasgas (zie ook hoofdstuk "mogelijk schadelijke stoffen"). Dit zijn allemaal gesloten systemen met een hoge veiligheid en bijna geen risico op lekkage.

Brand in de elektrische schakelkasten van de turbines wordt bestreden met 'inerte' gassen. Brand in de andere delen van de turbine wordt bestreden door middel van een waternevel. In de toren en de gondel zijn er ook manuele brandblusapparaten (met schuim of water gevuld) voorzien. Het transformatorplatform omvat een volledig automatische brandbestrijdingsinstallatie op basis van inerte gassen in afgesloten ruimten en op basis van schuim- of watersystemen in de niet afgesloten ruimten.

Blikseminslag brengt op zich geen gevolgen voor het milieu mee, indien het niet tot brand leidt. Ook ijsworp heeft geen rechtstreekse impact op het milieu. In geval van wiekbreuk zullen de afgebroken onderdelen verwijderd worden.

Voor wat risico's en effecten op de mens betreft, neemt de aanvrager aan dat in de onmiddellijke omgeving van het windmolenpark zich normalerwijze geen mensen (derden) bevinden. Overeenkomstig zijn er dus geen risico's op

de mens te verwachten.

De arbeidsrisico's (risico's voor de werknemers) worden niet in het MER behandeld.

5.1.2. De scheepvaart

Het projectgebied ligt in de Belgische zeegebieden (BZG). Ten noorden van de Thorntonbank, aan de noordrand van het BZG, bevindt zich de hoofdvaarroute met scheepvaart doorheen het Kanaal en de Zuidelijke Noordzee. Ten zuiden liggen het Scheur en de Wielingen. Ten Oosten vindt men het Oostgat (langs Walcheren) en, dichterbij de Thorntonbank, de Westrond 2 route. Daarnaast is er ook het scheepvaartverkeer dat vanuit het Verenigd Koninkrijk komt en vanuit een noordwestelijke richting het BCP binnenvaart. Zie, bvb., Figuur 4.9.1 van het MER.

In de buurt van de Thorntonbank kunnen vier routes geïdentificeerd worden (tellingen Schelde Radar Keten, SRK, 2001–2002):

- de hoofdvaargeul (toegang tot Zeebrugge en Schelde), ca. 50 000 vaarbewegingen per jaar,
- het Oostgat, ca. 22 000 jaarlijkse bewegingen,
- Noordoost Akkaert, ca. 5 000 schepen per jaar,
- Westrond 2 (tussen de Thorntonbank en de Vlakte van de Raan), ca. ~2 000 vaarbewegingen per jaar, met als alternatief Westrond 1 (ten Noorden van de Thorntonbank), slechts 120 vaarbewegingen per jaar.

Er bestaan geen echte specifieke cijfers omtrent het huidige gevaar van verschillende soorten ongevallen op het BCP. Verwerking van cijfers uit diverse bronnen leveren getallen op die sterk variëren, tussen meerdere aanvaringen (met een ander schip) of contacten (met een platform) per jaar tot minder dan 0,0005/jaar, afhankelijk van het beschouwde gebied of het type ongeval. Er bestaat dus blijkbaar geen eenduidige conclusie over de risico's van ongevallen en incidenten in de Zuidelijke Noordzee, waardoor het bijkomende risico veroorzaakt door het project moeilijk te interpreteren is.

Ook de mogelijke toekomstige veranderingen in het risico van scheepvaartongevallen kunnen niet afdoende bepaald worden. Er zijn parameters die vermoedelijk gaan blijven toenemen (bijvoorbeeld de gemiddelde grootte van de schepen) en andere die verder zullen afnemen (bijvoorbeeld het aantal scheepsbewegingen). Het effect van deze ontwikkeling op het optreden van ongevallen met milieuschade blijkt uiterst moeilijk te voorspellen.

Gedurende de bouwfase zal er bijkomend scheepvaartverkeer zijn tussen de werf en de projectsite. Deze extra bewegingen zullen tijdelijk het gevaar van een ongeval in de BZG verhogen. Er wordt verwacht dat de risicotename veel geringer zal zijn dan de natuurlijke variatie op basis van schommelingen in scheepsdichtheid.

Gedurende de exploitatiefase zal er een beperkt aantal scheepsbewegingen nodig zijn voor onderhoud en reparaties, die geen aanzienlijke verhoging van de risico's met zich mee zal brengen.

Om de verhoging van het risico in de zone door het bestaan van het windmolenpark op het BCP te berekenen liet de aanvrager een uitgebreide

risicoanalyse door de Germanischer Lloyd (GL) uitvoeren. De randinformatie, de methodologie, de aannames en de tussenresultaten zijn in de deelstudie terug te vinden. Er wordt in deze studie vanuit gegaan dat het park (binnen de bufferzone) niet toegankelijk is voor derden.

Er moet benadrukt worden dat voor wat scheepvaartveiligheid betreft geen rekening werd gehouden met niet route gebonden scheepvaart, ofwel wegens een gebrek aan gegevens (recreatievaart), ofwel door de onbetrouwbaarheid van de gegevens (vissereschepen).

Uit de analyses van GL blijkt dat de gecumuleerde kans op een aanvaring van een schip met het windmolenpark 0,005 aanvaringen per jaar (1 op 201 jaar) bedraagt. Het risico is nagenoeg volledig te wijten aan een schip 'op drift' want de afstand van het park tot de voornaamste scheepvaartroutes is groot genoeg zodat het risico van contact door een bestuurd schip verwaarloosd kan worden. Het bekomen risico ligt beduidende lager dan de risico's die worden vermeld in vele andere MER's van windmolenparken. Deze cijfers dienen echter met de nodige voorzichtigheid gehanteerd te worden aangezien niet voor alle projecten dezelfde methodologie werd toegepast. GL concludeert dat het windmolenpark een significant maar beperkt gevaar voor de scheepvaartveiligheid vormt. Het geschatte risico is als aanvaardbaar geklasseerd.

Uit de analyse van de mogelijke gevolgen van een aanvaring van een schip op een windturbinemast, het transformatorplatform of een meetmast blijkt dat olievervuiling het hoogst waarschijnlijke gevolg zou zijn. De gemiddelde accidentele lozing zou 48,2 t olie bedragen (of 240 liter op een jaarlijkse basis!). In geval van een aanvaring van een tanker ligt het geschatte volume tussen 494 en 1068 m³.

Volgens de aanvrager zullen de risico's tijdens de ontmantelingfase vergelijkbaar zijn met deze tijdens de inrichtingsfase.

5.1.3. Bekabeling

Er wordt geen verschil verwacht voor het leggen van de kabels in het park in vergelijking met de rest van de bouwfase. Ten gevolge van de bekabeling tussen het transformatorplatform en de kust wordt een tijdelijke verhoging van het risico verwacht, onder andere bij de kruising van de vaargeulen. Het risico zal geminimaliseerd worden door de strikte naleving van de regulering van toepassing.

5.1.4. Invloed op RADAR en scheepscommunicatie

Het voorgestelde windmolenpark ligt buiten het officiële werkingsgebied van de Schelde Radar Keten (SRK), die de overheid helpt bij het organiseren van het scheepvaartverkeer in het zuidelijke deel van de BZG, de Scheldemonding en de zuidelijke Nederlandse mariene kustwateren. Desalniettemin 'zien' de radars verder dan hun nominale werkingsgebied en komen ze tot voorbij het windmolenpark. Omdat het voorgestelde park aan de rand van de dekking van de verschillende radars ligt zal het zeer geringe effecten (schaduw en of valse echo's) op de radarsignalen kunnen veroorzaken. Dit wordt bevestigd door een specifieke deelstudie uitgevoerd door de KULeuven.

Dezelfde studie concludeert dat het windmolenpark zeer geringe of geen effecten zal hebben op het VHF communicatiesysteem, op het RDF-systeem (*Radio Direction Finder*) en op het toekomstige AIS (*Automatic Identification System*). Het DGPS-signaal uitgezonden vanuit Oostende zal maar in zeer zeldzame omstandigheden en in de onmiddellijke omgeving van de turbines (< 20 m) beïnvloed worden. Deze conclusies zijn onafhankelijk van het al dan niet bestaan van het 'Seanergy' windmolenpark.

Op de radarschermen van schepen die in de routes langs het park voorbijvaren zullen schaduweffecten en valse echo's kunnen optreden. Wat de schaduw betreft merkt de deelstudie op dat het voor een scheepsradar belangrijker is een obstakel te observeren dan te weten wat zich achter het obstakel bevindt. Het verschijnen van valse echo's, eventueel zelfs meervoudige valse echo's, is van groter belang. Hoe dicht het schip zich bij het park bevindt, hoe groter dit fenomeen zal zijn. In normale omstandigheden treden deze valse echo's echter slechts op als een ander voorwerp (schip) zich in de "valse echo" zone bevindt. Volgens de aanvrager zou dit voor een geoefende waarnemer een herkenbaar fenomeen moeten zijn. Aangezien de valse echo's echter voornamelijk optreden in de onmiddellijke nabijheid van de windturbines, kunnen andere signalisaties, zoals lichten of visuele herkenning, het risico bijkomend verminderen.

5.1.5. Verontreiniging

In geval van een ongeval (aanvaring/contact) zal olie (stookolie of cargo) de meest milieubedreigende stof zijn. Daarom heeft de aanvrager een modelstudie door Delft Hydraulics laten uitvoeren, om de evolutie van de vervuiling bij verschillende omstandigheden te kunnen beschrijven en beoordelen.

In de scenario's werd een lozing van 1000 ton 'heavy fuel' over 6 uur beschouwd. De parameters die tussen de verschillende scenario's variëren zijn: de windkracht (17 m/s, 7 m/s, 1 m/s), de windrichting (225°, 270°, 340°), het tijdstip van de lozing (in de getijcyclus) en de windfrictie (3 of 5 %). De verschillende scenario's dienen om verschillende 'worst case' toestanden te kunnen benaderen. Een hoge windsnelheid, samen met een windrichting die zoveel mogelijk naar de dichtstbijzijnde kust blaast levert het 'worst case' scenario in de optiek van de beschikbare interventietijd voor de bestrijding op zee. Matiger weersomstandigheden produceren resultaten die eventueel slechter voor het marien milieu zouden kunnen zijn (hogere concentraties in het waterkolom, grotere vervuilde oppervlakte).

Uit de uitvoerige resultaten (zie deelstudieverslagen en MER) concludeert men dat in de slechtste omstandigheden de vervuiling na 14 uur (windfrictie 3%) of na 9 uur (5%) aan de kust aanspoelt. Volgens de berekeningen zijn de hoogste concentraties in de waterkolom van de grootteorde van 100 µg/l³. De maximale bedekte zeeoppervlakte kan 157 km² bereiken. Door de gekozen parameters (hoge viscositeit) gebeurt er geen dispersie in het waterkolom bij

³ N.B.: De concentratiewaarden, weergegeven in Tabel 4.9.7 van het MER, zijn niet duidelijk in de deelstudieverslagen terug te vinden.

matige weersomstandigheden.

De directe verliezen aan invertebraten en vissen als gevolg van deze scenario's zullen zeer gering blijven (~0,2% van de blootgestelde populaties). De impact op het vogelbestand is enerzijds een functie van de aanwezige soorten, hun densiteit en hun kwetsbaarheid en anderzijds van de vervuilde oppervlakte. Voor het scenario met een wind van 17 m/s verwachten de berekeningen tussen 300 en 400 dode vogels. Het aantal slachtoffers stijgt tot 669 met een wind van 1 m/s en tot 1117 voor de simulatie met een wind van 7 m/s. De vergelijking tussen de gemodelleerde verliezen en de getelde dode vogels bij echte ongevallen (Braer, Sea Empress, Erika, Tricolor) vestigt de aandacht op mogelijke significante schommelingen rond de gemiddelde densiteiten. Tenslotte blijven de gemodelleerde verliezen aan strandvogels verwaarloosbaar.

5.1.6. Luchtvaart

Volgens de GL studie is er een significant maar niet kwantificeerbaar risico van botsing tussen een helikopter of een (licht of militair) vliegtuig en een windturbine- of meetmast.

5.2. *Recente gegevens/aanvullingen aan het MER*

In het MER wordt voldoende informatie uit de beschikbare bronnen gebruikt en verwerkt. De methodes om de risico's kwantitatief en kwalitatief in te schatten worden uitvoerig beschreven.

Voor zover ons bekend zijn er geen recentere gegevens die de besluiten van het MER duidelijk zouden kunnen wijzigen. Het dient wel opgemerkt te worden dat al de gegevens en parameters in min of meer grote mate onzekerheden met zich meebrengen. Ter *compensatie* heeft de aanvrager een (redelijke) 'worst case' of 'pessimistisch' benadering gevolgd. De grootteorde van de berekende waarden hebben dus meer betekenis dan de waarden zelf.

Onderdelen van de studies zouden verfijnd of verbeterd kunnen worden, bijvoorbeeld:

- in de schatting van de mogelijke drift van vaartuigen wordt gebruik gemaakt van de statistisch voorkomende stromingen zonder rekening te houden met de "gekende stroomellipsen". Er wordt dus geen gebruik gemaakt van het feit dat de stroming op tijd $t_n + \Delta t$ afhankelijk is van de waarde op tijd t_n . Dit kan van belang zijn omdat Δt kleiner is dan de gemiddelde duur van een drift;
- in de berekening van de impact van een olievervuiling had een stochastische methode ('Monte Carlo') kunnen gebruikt worden, die de schijnbare grote verschillen tussen twee scenario's had kunnen verminderen.

Het gaat hier vooral over mogelijke verfijningen en de BMM is van mening dat de resulterende besluiten ongewijzigd zouden blijven.

Betreffende het "Seanergy"-project werd opgemerkt dat de scheepvaartroute noordwestelijk (tussen de boeien «WK12» en «WK13») van de Vlake van de Raan gewijzigd zou moeten worden. Gezien de afstanden tussen de concessies en de geulen zou deze verandering geen invloed hebben op het

veiligheidsniveau van het windmolenpark op de Thorntonbank.

5.3. *Beoordeling*

5.3.1. *Bouwfase/ontmanteling*

Bouwfase

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 dewelke in het kader van het MER worden onderzocht. Bijgevolg wordt hier niet dieper ingegaan op deze aspecten.

Voor wat scheepvaart betreft zal een bijkomend (nieuw) risico op de Thorntonbank 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.

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 (bijvoorbeeld een meetmast).

De aanwezigheid ter plekke van een speciaal uitgerust veiligheidsschip tijdens de werkzaamheden is aanbevolen.

Gelijkaardige maatregelen dienen getroffen te worden tijdens het leggen van de kabels.

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 procedures⁴ is het overblijvende risico voor het milieu aanvaardbaar.

Afbraakfase

Het is op dit moment niet mogelijk voorspellingen te maken over de stand van de techniek op het tijdstip van ontmanteling, evenmin als 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.

⁴ Bijvoorbeeld: specifieke procedures moeten ingevoerd worden om lozing in het milieu van potentiële gevaarlijke stoffen die tijdens de werf gebruikt worden te vermijden.

5.3.2. Exploitatie

De intrinsieke industriële risico's houden in eerste plaats verband met de burgerrechtelijke aansprakelijkheid van de aanvrager en zijn economische belangen. De aanvrager dient alle nodige voorzieningen te treffen om de risico's waaraan het personeel en de goederen onder zijn verantwoordelijkheid worden blootgesteld, minimaal te houden, zowel op de werf als tijdens het transport. Dat geldt ook voor zijn verantwoordelijkheid ten aanzien van derden. Deze verplichtingen vloeien voort uit andere voorzieningen dan deze die in het kader van het MER worden onderzocht. Op deze aspecten wordt hier niet verder ingegaan.

Het risico van een aanvaring door een schip heeft, volgens de aanvrager, een waarschijnlijkheid van 1 kans op 201 jaar tijdens de exploitatie fase. Andere studies tonen cijfers van dezelfde grootteorde aan.

De schepen die tussen de Thorntonbank en de Vlake van de Raan varen ("Westrond 2"-route), hebben de grootste kans om in de zone van de domeinconcessie te komen ten gevolge van een controleverlies. Wanneer er geen windturbines aanwezig zouden zijn, zou deze situatie in het slechtste geval tot gevolg kunnen hebben dat het schip op de top van de Thorntonbank zou stranden. Wanneer windturbines aanwezig zijn, is er in deze situatie een groot gevaar van contact (bijgevolg ongeval) met een windturbine. Om de risico's zo laag mogelijk te houden moeten voorzieningen genomen worden ter uitvoering van de reglementen op de signalisatie voor scheepvaart, met inbegrip van de bekendmaking (Berichten aan Zeevarenden). Dit zou het mogelijk moeten maken het risico te handhaven op een normaal niveau voor de zone, dat wil zeggen vergelijkbaar met het risico te wijten aan andere obstakels.

Toch is de BMM van mening dat de windturbines door hun aard een nieuw type risico in de zone meebrengen. Het bestaan van het windmolenpark brengt bovendien 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. In tegenstelling tot wat de aanvrager beweert, is de BMM 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, en dat ze grote moeilijkheden of zelfs onmogelijkheid kunnen veroorzaken 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 (p. 214). Daarom beschouwt de BMM het voorstel van de aanvrager om een multi-purpose schip te laten bouwen en voortdurend in paraatheid te houden als een waardevol initiatief.

Een nummering van iedere windturbine zal bijdragen tot een efficiëntere interventie en coördinatie bij een mogelijk ongeval.

Het windmolenpark ligt buiten de nominale werkzone van de vaste radars. Het zal dus het systeem weinig of zelfs niet beïnvloeden. Gezien de afstand met de kust kunnen dezelfde conclusies getrokken worden voor de andere vaste positionering-, communicatie- en identificatiesystemen. In de nabijheid van het park zullen de scheepsradars kunnen verstoord worden. De gebonden risico's zullen sterk verminderen door een duidelijke aanduiding en bebakening van het park, door middel van radar-reflectoren, AIS transponders en geschikte verlichting.

Aangezien het windmolenpark ontoegankelijk zal zijn voor de normale scheepvaart en de maximum afstand van ijsworp of inslag van rotorbladfragmenten normaal kleiner is dan de veiligheidsafstand (de bufferzone) zou dit type incident geen onrechtstreekse schade aan het milieu veroorzaken. Kunstmatige fragmenten van turbines die in het milieu terecht zouden komen, moeten verwijderd worden.

Voor de luchtvaart moeten de installaties op een gepaste manier bebakend worden. Hiervoor wordt verwezen naar hoofdstuk verlichtingsplan in deze MEB. Specifieke procedures zullen moeten opgesteld worden voor de helikopters die in voorkomend geval zullen worden gebruikt om het windenergiepark te onderhouden, om personeel aan of af te voeren of voor overheidscontroles of "Search and Rescue" operaties.

De onderzeese hoogspanningskabels die het windmolenpark met de kust verbinden, kunnen alleen door een anker worden beschadigd. Dit zou echter geen rechtstreekse gevolgen voor het milieu hebben. Onrechtstreekse gevolgen, wegens het kapseizen van een schip bvb., zijn door middel van een jaarlijkse controle van de ingravingsdiepte van de kabels te verminderen. Het algemene beheersysteem van het windmolenpark, die de controle op afstand toelaat, moet zo geconcipieerd worden dat de breuk van een kabel geen negatieve impact op de veiligheid zou hebben. Wanneer het beheersysteem verstoord of onderbroken is moeten al de onderdelen van het systeem automatisch in een veilige uitgangspositie gezet worden.

5.3.3. Upgrade 5 MW

Zie 5.3.4 "Leemten in de kennis".

5.3.4. Leemten in de kennis

De belangrijkste leemten in de kennis liggen feitelijk bij de nog hangende keuze van het turbinetype. Zullen ze uitgerust worden met een automatische zelfregeling? Hoe gaat het systeem reageren bij het optreden van overmatige trillingen of overtoerental? Wat is het gedrag van het systeem in geval van gebrek aan stroom of hydraulische druk?

Volgens de aanvrager zijn er nog geen statistische gegevens bekend van de faalkansen van de installaties, aangezien de beschouwde windturbines nog

niet of nog niet gedurende lange tijd in een marien milieu operationeel zijn geweest.

Na de keuze van de te gebruiken turbine zal de aanvrager de karakteristieken ervan aan het bestuur ter goedkeuring moeten voorleggen.

5.4. *Besluit / aanvaardbaarheid voor het mariene milieu*

Zoals het MER van de aanvrager zelf benadrukt, brengt de activiteit een risico mee. 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.

Er 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 nog niet 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 het Bestuur voor goedkeuring voorgelegd moeten worden.

5.5. *Compensatie in milieuvoordelen*

In het kader van het onderzoek van de 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, eenmaal aanvaard, geen onaanvaardbaar risico voor het milieu met zich mee brengt. 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.

Uit de milieueffectenbeoordeling blijkt dat de windmolens een nieuw gevaar uitmaken voor de scheepvaart met als gevolg een aanvullend risico voor vervuiling. 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. Om de paraatheid van de overheid in geval van scheepsramp en pollutie te verhogen wordt het voorstel van de aanvrager om zijn nog te bouwen multi-purpose vessel uit te rusten met de nodige voorgestelde equipment aanvaard. De concrete uitvoering van deze maatregel moet in samenwerking tussen de aanvrager, het Bestuur, de FOD Leefmilieu en de Minister en worden afgesloten voor de aanvang van de werken.

6. Mogelijke schadelijke stoffen

6.1. Gegevens uit het MER

6.1.1. TBT (Tributyltin)

Aangezien er geen chemicaliën, zoals TBT, gebruikt worden voor de beperking van de aangroei op de paal onder water, dient niet voor enige verontreiniging door deze stof te worden gevreesd te worden (MER, p.80).

6.1.2. Aluminium en verf tegen corrosie

De gedeelten onderwater kunnen worden voorzien van beschermende verflagen, overdimensionering en sacrificiële anodes (opofferingsanodes). De beschermende verflaag voorziet bescherming voor minimaal 10 jaar. Nadien wordt de bescherming verder gegarandeerd door de aangebrachte sacrificiële aluminiumanodes. Deze hebben een geschat gewicht van 1000 tot 2000 kg per monopile.

Aluminiumanodes bevatten ongeveer 94.9% en 99.2 % aluminium die over de levensduur van de anode wordt afgescheiden. De hoeveelheid Al die op die manier in het zeewater terecht komt, kan als volgt berekend worden: afscheiding van ongeveer 1500 kg Al in 20 jaar per monopile. Bij aanname van een volume water rond elke monopile met een diepte van minimum 10 m en een straal van 250 m, dat zich verplaatst aan een gemiddelde snelheid van 0.5 m/s, resulteert dit in een extra toename van aluminium in het zeewater van 0.001 µg/l; dit is verwaarloosbaar t.o.v. de achtergrondconcentratie van Al in zeewater van 0.5µg/l. Er is dan ook geen impact van de corrosiebescherming op de waterkwaliteit (MER, p.80).

De volgende verfsystemen worden voorgesteld: spatzone, tussenstuk (buitenkant): corrosieklasse 4.a ⁵(lange levensduur)

- 2x solventvrije epoxy verf: 500 µm totale laagdikte, droog: minimum 1000 µm, maximum 1500 µm
- spatzone, tussenstuk (binnenkant): corrosieklasse 4.a (lange levensduur) 1x solventvrije epoxyverf: 500 µm
- monopile buitenkant: corrosieklasse 4.a (lange levensduur) idem als a
- monopile (binnenkant: corrosieklasse 4.a (lange levensduur) idem als b

⁵ Corrosieklasse 4.a. is volgens de Deense DS/R454 norm de klasse te gebruiken voor het mariene milieu in en onder de spatzone

6.1.3. SF₆ (zwavelhexafluoride)

Het elektrische systeem van een turbine bestaat uit de generator, de transformator, de schakelapparatuur en hun respectievelijke hulpapparatuur. De schakelapparatuur is van het gesloten type en staat in voor de beveiliging van de transformator. C-Power voorziet hermetisch gesloten schakelapparatuur, gevuld met SF₆ gas.

In de door C-Power bijkomend geleverde informatie wordt SF₆ (zwavelhexafluoride) als kleurloos, reukloos, niet ontvlambaar en chemisch stabiel gas aangeduid. Hierdoor zal het bij kamertemperatuur niet reageren met andere substanties. Deze stabiliteit maakt SF₆ juist zo geschikt voor het gebruik in elektrische apparaten. SF₆ is nl. een goede elektrische isolator en kan effectief elektrische bogen doven, waardoor het gebruik ervan in elektrische apparatuur zo populair is. SF₆ wordt gebruikt als isolator en afkoelingsmedium in transformatoren en als isolerend en booguitdovende medium in schakelapparatuur. Dit zijn allemaal gesloten systemen met een hoge veiligheid en bijna geen risico op lekkage.

SF₆ isoleert zo goed omdat het sterk elektronegatief is. Dit wil zeggen dat de gasmoleculen vrije elektronen vangen die niet snel bewegen. Dit is effectief tegen de vorming van elektronenlawines die eventueel kunnen ontvlammen.

Er zijn ongeveer 3×10^{-6} ppm SF₆ in de atmosfeer sinds het in gebruik werd genomen 50 jaar geleden. Door de stabiliteit van het gas zal het gas lang in de atmosfeer blijven. De term "broeikaseffect" wordt gebruikt om aan te duiden dat de atmosfeer traag aan het opwarmen is. Sommige gasmoleculen in de atmosfeer, v.n.l. CO₂ (koolstofdioxide) en CH₄ (methaan) reflecteren de lange warmte golflengtes van de Aarde zodat de warmte in de atmosfeer blijft in plaats van te verdwijnen in de ruimte. De SF₆ molecule is eveneens zeer reflectief en draagt bij tot het broeikaseffect. Concentraties van dit gas zijn echter heel laag (zie boven). Dit wil zeggen dat de bijdrage van SF₆ tot het broeikaseffect dat de mensheid zelf heeft gegenereerd zeer klein is, minder dan 0.1 % van het totale effect. Dit cijfer dient te worden vergeleken met CO₂ dat voor 60% verantwoordelijk is voor het broeikaseffect.

SF₆ draagt niet bij tot het gat in de ozonlaag. De gassen die dit wel doen bevatten allen chloor dat niet in SF₆ aanwezig is.

6.1.4. Asfaltmatten

De kruising van kabels en pijpleidingen gebeurt voor de 36 KV kabels op identieke wijze als voor de 150KV kabels. De gasleiding Interconnector en de telecom kabel Concerto South 1 worden elk gekruist door 6 kabels van 36 kV. Voor elke kruising wordt een beschermingsmat voorzien op de kabel, respectievelijk pijpleiding, van 50 m op 10 m of een totaal van 300 m op 10 m. Hierover wordt de elektriciteitskabel gelegd die dan beschermd wordt met een erosiebescherming van breuksteen (ongeveer 10 m bij 50 m)(MER, p22).

Ook ter hoogte van de kabelkruisingen wordt erosiebescherming toegepast om de aan de oppervlakte liggende kabels te beschermen. C-Power zal tijdens de detailengineeringfase en op basis van de gedetailleerde grondgegevens de dimensionering hiervan optimaliseren. Op basis van de huidige beschikbare

gegevens wordt volgend principe van kruising voorgesteld: de bestaande gasleiding of kabel wordt beschermd over een lengte van 50 meter met een 10 meter brede beschermingsmat uit milieuvriendelijk materiaal(MER, p.61).

In de bijkomende informatie vermeldt C-Power: beschermingsmatten kunnen asfaltmatten zijn of matten met gelijkaardige technische eigenschappen, opgebouwd uit een milieuvriendelijk materiaal dat niet uitlooft. Asfaltmatten zijn mengsels van zand met bitumen die geprefabriceerd worden in toepassingen als mat. Aangezien dit geen standaard producten zijn die in de handel te koop zijn, doch specifiek op maat van elk project gemaakt worden, bestaan er hiervoor geen "klassieke" technische fiches. Asfaltmatten worden in de waterbouw heel vaak aangewend als een beschermde laag en dit zowel onder water (vb. In de door C-Power voorgestelde toepassing) als in toepassingen op de grenslijn water/land (vb. oeverbescherming, dijkbedekking, ...). Afhankelijk van de toepassing worden verschillende mengsels gemaakt gaande van ondervulde mengsels tot overvulde mengsels.

C-Power wenst te benadrukken dat er nog geen keuze gemaakt is waaruit deze beschermingsmatten zullen opgebouwd zijn.

6.2. *Recente gegevens/aanvullingen aan het MER*

6.2.1. Olie

Naast de hierboven vermelde stoffen zullen oliën en transformatoroliën in het park aanwezig zijn. De risico's, maatregelen en voorwaarden daaraan verbonden worden in het hoofdstuk risico's behandeld.

6.2.2. TBT

Het KB van 20 maart 2001 tot wijziging van het KB van 25 februari 1996 tot beperking van het op de markt brengen en het gebruik van bepaalde gevaarlijke stoffen en preparaten (BS 01 mei 2001) verbiedt in Art.2 3° het gebruik van organische tinverbindingen (TBT) als stoffen en bestanddelen van preparaten wanneer zij fungeren als biocide ter voorkoming van de aangroeiing van micro-organismen, planten of dieren op alle apparatuur of uitrusting die zich geheel of gedeeltelijk onder water bevindt. Het gebruik van TBT houdende verven is dus verboden.

6.2.3. Aluminium

Anodiseren is één van de meest toegepaste oppervlaktebehandelingen van aluminium. Anodiseren is een elektrolytisch proces waarbij de oppervlaktelaag van het aluminium (Al) wordt omgezet in een deklaag, meestal een oxide, met beschermde, decoratieve en functioneel betere eigenschappen.

De meest gevoelige methode voor het testen van de toxiciteit van Al geeft een LC₅₀ waarde (concentratie waarbij 50% van de testorganismen dood gaan) van 200 µg Al/l (algen) (Anoniem, 2001).

6.2.4. SF₆

De bijdrage tot het broeikaseffect wordt in bijkomende literatuur eveneens geschat op 0.1% (CIGRE, 2003).

Het is voor dit project niet duidelijk uit het MER en de bijkomende documentatie in welke delen van het platform de SF₆ zich zal bevinden en in welke hoeveelheden.

6.2.5. Asfaltmatten

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, verstevegingsmateriaal 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 (BS: 12 maart 1999 Ed.2). Dit artikel verbiedt het storten in zee.

6.3. Beoordeling

6.3.1. Constructie/exploitatie/ontmanteling

Gezien het gebruik van TBT verboden is op structuren onder water zal een milieuvriendelijk alternatief worden gebruikt als verf met vermoedelijk geen noemenswaardige effecten op het milieu.

De hoeveelheid Al die in het water terechtkomt via de opofferingsanoden is minimaal in vergelijking met de achtergrondwaarden in zee en levert dus geen schadelijke effecten op het mariene milieu.

SF₆ draagt slechts 0.1% bij tot het broeikaseffect. De gebruikte hoeveelheden zijn in dit project echter onbekend en zitten in een gesloten systeem waarbij lekkage onwaarschijnlijk is. Bij de ontmanteling van het park dient er zorg voor gedragen dat de gesloten systemen niet beschadigd worden en ontmanteld in een gespecialiseerd bedrijf zodat geen SF₆ in de atmosfeer terecht kan komen.

Voor de gebruikte asfaltmatten dient het Bestuur op de hoogte te worden gebracht van de definitieve keuze van het type mat en uit welke stoffen deze worden vervaardigd. Het gebruik van monolieten is hierbij verboden. Uitloging van stoffen schadelijk voor het milieu dient te worden vermeden.

6.3.2. Upgrade 5 MW

Het is te evident dat bij het plaatsen van grotere structuren er grotere (zwaardere) opofferingsanodes zullen gebruikt worden waarbij meer Al in het water zal terechtkomen. Gezien de algemene dimensies van het park, lijkt het echter onwaarschijnlijk dat dit zal leiden tot een voor het milieu onaanvaardbare input. Niettemin zal de vergunningshouder bij elk voorstel van upgrade het Bestuur moeten inlichten van de nieuwe hoeveelheden afgescheiden Al, verven, SF₆, en mogelijke bijkomende chemicaliën die met de upgrade gepaard gaan.

6.3.3. Leemten in de kennis

De BMM wijst erop dat momenteel nog niet veel literatuur bestaat over het gebruik van bitumen en asfaltmatten in zeewater. De meeste literatuur betreft zoetwater. Er dient dus te worden nagegaan in welke mate de waargenomen uitlogingsverschijnselen gelden voor zout water.

6.4. *Besluit / aanvaardbaarheid voor het mariene milieu*

Het gebruik van TBT is verboden. Alternatieve milieuvriendelijke verven zullen worden gebruikt.

De hoeveelheden Al die vrijkomen blijven verwaarloosbaar t.o.v. achtergrondconcentraties in zee.

Het gebruik van monolieten is verboden in asfaltmatten. De gebruikte asfaltmatten dienen te worden onderworpen aan een goedkeuring van het Bestuur.

Gezien de aanvrager bereid is niet toxische verven voor de bescherming van de structuren te gebruiken, de hoeveelheden Al en SF₆ die vrijkomen beperkt zijn en de gebruikte asfaltmatten ter goedkeuring dienen te worden voorgelegd aan het Bestuur is het project aanvaardbaar voor wat betreft eventueel schadelijke stoffen.

6.5. *Aanbevelingen*

SF₆ draagt slechts 0.1% bij tot het broeikaseffect. De gebruikte hoeveelheden zijn in dit project echter onbekend en zitten in een gesloten systeem waarbij lekkage onwaarschijnlijk is. Bij de ontmanteling van het park dient er zorg voor gedragen dat de gesloten systemen niet beschadigd worden en ontmanteld in een gespecialiseerd bedrijf zodat geen SF₆ in de atmosfeer terecht kan komen.

7. Benthos, vissen, biodiversiteit

7.1. *Gegevens uit het MER*

In het MER (p. 127 - 142) wordt voldoende informatie uit de beschikbare bronnen gebruikt en verwerkt die aangevuld wordt met bijkomende informatie uit een studie uitgevoerd door het Departement voor Zeevisserij (De Clerck et al. 2003).

7.1.1. Referentiesituatie

Voor het beschrijven van de referentiesituatie werd de beschikbare informatie in voldoende mate verzameld en verwerkt. De hiaten in de kennis zijn voldoende aangegeven.

7.1.1.1. *Benthos*

In het verleden werd in het gebied van de Zeeland Banken, waartoe ook de Thorntonbank behoort, vrijwel geen onderzoek uitgevoerd naar bentische organismen. Gepubliceerde gegevens zijn dan ook niet voorhanden. Daarom werd speciaal voor dit MER door het Departement voor Zeevisserij in het najaar van 2002 een beperkte momentopname uitgevoerd voor macrobenthos en epibenthos. Alhoewel beperkt in ruimte en tijd laat dit preliminair onderzoek toch toe om enkele conclusies te trekken.

In het najaar van 2002 werden in het gebied van de Thorntonbank tweemaal zeven stations onderzocht op epibenthos. Er kon niet echt een lijn getrokken worden in de diversiteit en de dominantie, al blijkt de dominantie index beduidend hoger te zijn eind oktober dan eind september. 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 5 soorten zijn ook algemeen in het gebied van Thorntonbank, maar ze vertonen in de onderzoeksperiode grote schommeling in het aantal individuen.

In de macrobenthische infauna werd een grote diversiteit in soorten maar een lage dominantie gevonden. Daarnaast werden een aantal soorten aangetroffen die voorheen zelden of nooit in de Belgische zeegebieden gevonden werden. In het MER spreekt men zelfs van een affiniteit met de "oystergrounds" (zie 1.1.2). Het gebied wordt daarom in het MER als waardevol beschouwd.

7.1.1.2. Vissen

Verschillende belangrijke aspecten van de visfauna werden behandeld in de additionele studie uitgevoerd door het Departement voor Zeevisserij (De Clerck et al. 2003). De Belgische kustwateren zijn belangrijk als paai- , kweek- en opgroeigebieden voor verschillende vissoorten, vooral platvis en haringachtigen.

Om het relatieve belang van de Thorntonbank ten opzichte van andere gebieden in de Belgische zeegebieden te kunnen beoordelen, maakte het Departement voor Zeevisserij een inventarisatie van de paai- en kweekgebieden van visbestanden in de Belgische kustwateren.

Voor het bepalen van het belang van de Belgische zeegebieden als paaigebied werd het visplankton onderzocht. Daartoe werden in de “afgelopen” periode (tijdspanne niet gespecificeerd) op diverse plaatsen langs de Belgische kust planktonstalen genomen. Daaruit blijkt dat de Thorntonbank in vergelijking met andere gebieden – met uitzondering voor de sprot, *Sprattus sprattus* – niet beschouwd kan worden als een belangrijk paaigebied.

Voor het bepalen van het relatieve belang van de Thorntonbank als kweekgebied werden gegevens uit verschillende databanken van het Departement voor Zeevisserij gebruikt en geanalyseerd die een periode van zowat dertig jaar behelzen. Daaruit kwam naar voren dat het gebied van de Thorntonbank in vergelijking met het overige deel van de Belgische kust een eerder onbelangrijke functie als kinderkamer heeft voor tong *Solea solea* en schol *Pleuronectes platessa*. Het gebied heeft wel een relatief belangrijke functie als kweekgebied voor schaar *Limanda limanda*.

Voor het bepalen van het belang van de Thorntonbank als paai- en kweekgebied werd alle beschikbare informatie en expertise gebruikt al is de methode die gebruikt werd bij de behandeling van de planktongegevens nogal onduidelijk.

Voor wat betreft de visfauna van de Thorntonbank werd door Departement voor Zeevisserij in 2002 een specifieke opname gedaan. Uit de kwalitatieve lijst blijkt dat de visfauna van de Thorntonbank weinig verschilt ten opzichte van de rest van de Belgische kust. Platvissen zoals schol, schaar en tong zijn naast wijting *Merlangius merlangus* de dominante soorten.

7.1.2. Effecten

7.1.2.1. Constructie- en ontmantelingsfase

In het MER bespreekt men een aantal effecten die zouden kunnen optreden tijdens de inrichtingsfase. Deze zijn: biotoopverlies, verlies aan organismen, verstoring en hinder door geluid en trillingen.

Het voornaamste effect van het bouwen van een windmolenpark zal een verlies zijn van een deel van de oorspronkelijke biotoop van mobiele, zandige sedimenten. Die zal vervangen worden door een biotoop van artificiële harde substraten bestaande uit enerzijds de palen zelf en anderzijds de erosiebescherming bestaande uit de stortstenen rond de palen.

Het biotoopverlies wordt geschat op 0,11km². Dit is volgens de opstellers van het MER een verwaarloosbaar klein oppervlakteverlies aan zacht substraat. Het oppervlakteverlies kan omkeerbaar zijn wanneer, zoals dit de

intentie is, de site nadien terug in zijn oorspronkelijk staat zou hersteld worden.

Het aanleggen van de kabels zal eveneens zorgen voor een biotoopverlies en een aanzienlijke verstoring. Tijdens de bouwfase zal het volledige concessiegebied tijdelijk verstoord worden door geproduceerd geluid en trillingen, het opwoelen van de zeebodem en de wijzigingen van de turbiditeit. Hoewel de mate van de invloed van de fysische verstoring niet goed gekend is, wordt er geen grote negatieve invloed van verwacht, zeker niet als men andere verstoringbronnen, al dan niet natuurlijke, zoals stormen en baggerwerken, in acht neemt.

Het verlies aan organismen door de werkzaamheden zou geen grote negatieve impact hebben, noch op de biomassa, noch op het functioneren van het plaatselijke ecosysteem.

De effecten tijdens de ontmantelingsfase zullen grotendeels identiek zijn aan die in de bouwfase.

Na de ontmantelingsfase is het de bedoeling om het gebied terug in zijn natuurlijke staat te herstellen. 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 zich terug in zijn natuurlijke staat zou kunnen herstellen.

Voor zover dit mogelijk was met de beschikbare informatie werden de effecten die zouden kunnen optreden tijdens de constructie- en ontmantelingsfase in voldoende mate behandeld.

7.1.2.2. *Exploitatiefase*

Door het aanleggen van het park (palen en erosiebescherming bestaande uit stortsteen rond de palen) zal een nieuwe habitat van artificiële harde substraten ontstaan. Daardoor zal de fauna en flora plaatselijk veranderen.

In het MER worden de verschillende aspecten van de introductie van artificiële riffen zoals een verhoogde biomassa en biodiversiteit en de potentiële aantrekkingskracht voor bepaalde vissen uitvoerig besproken. Aangezien de kolonisatie van de structuren voornamelijk zal gebeuren door soorten die oorspronkelijk niet in het gebied voorkomen wordt het effect door de opstellers van het MER als licht negatief beoordeeld. Van bepaalde vissen zoals kabeljauw is aangetoond dat ze aangetrokken worden tot complexe structuren, terwijl platvissen dan weer minder complexe structuren prefereren. Het effect op vissen, in het bijzonder een mogelijke toename van bepaalde soorten, zal afhankelijk zijn van de architectuur en complexiteit van de erosiebescherming en is nu nog niet te voorspellen.

Daarnaast is er ook een mogelijk positief effect te verwachten, te wijten aan de sluiting van de zone voor boomkorvisserij.

Tijdens de exploitatiefase zullen ook geluidsverstoring en trillingen optreden. In het MER worden de resultaten van de vooralsnog beperkte studies aangehaald. Daaruit blijkt dat de effecten in elk geval niet negatief zijn. Uit de resultaten van één onderzoek bleek dat een windmolenpark zelfs attractief was voor bepaalde vissoorten.

De bestaande informatie over de mogelijke effecten van de elektrische kabels namelijk het ontstaan van elektrische en magnetische velden en warmteafgifte wordt besproken. Voor beide aspecten kan geen wetenschappelijk onderbouwd

besluit gegeven worden omdat er weinig of geen bruikbare studies voorhanden zijn. Vissen, in het bijzonder haaien en roggen, blijken een omzeilinggedrag te vertonen in de nabijheid van een sterk elektrisch veld (Gill & Taylor, 2001). Dit is een indicatie van de mogelijke effecten van de elektrische en magnetische velden. Voor de mogelijk effecten van warmteafgifte is geen onderzoek voorhanden wat als een leemte in de kennis aangegeven wordt.

De effecten die zouden kunnen optreden tijdens de constructie- en ontmantelingsfase werden, voor zover mogelijk met de beschikbare informatie, voldoende behandeld.

7.2. *Recente gegevens aanvullingen MER - leemten in de kennis*

7.2.1. Referentiesituatie

De Thorntonbank behoort tot de Zeeland banken. Net zoals in andere gebieden verder offshore is daar in het verleden zeer weinig en voor sommige groepen (meiobenthos) zelfs helemaal geen bentisch onderzoek verricht. Er zijn dan ook vrijwel geen literatuurgegevens voorhanden voor dit gebied. Daardoor is de kennis van de biodiversiteit in dit gebied zeer beperkt. De momentopname van macrobenthos en epibenthos (De Clerck et al. 2003) verandert daar weinig aan.

In het algemeen blijkt uit de schaarse gegevens voor de Belgische kust en de talrijke gegevens voor de Nederlandse kust steeds weer dat de biodiversiteit in verder uit de kust gelegen zones hoog is en dit dus potentieel waardevolle gebieden zijn.

Het rapport van het Departement voor Zeevisserij vermeldt dat de zone van Thorntonbank affiniteiten vertoont met de "oystergrounds". Dit is een gebied gelegen in het noordelijk deel van het Nederlands continentaal plat. Het heeft een zeer hoge biodiversiteit die gerelateerd is aan het voorkomen van een slibbig sedimenttype rijk aan detritus (o.a. Lavaleye, 2000). Een dergelijk sedimenttype komt niet voor in het gebied van de Thorntonbank (cfr deel geologie in het MER en deel hydrodynamica en sedimentologie in dit MEB). Hoogst waarschijnlijk slaat de overeenkomst op de vergelijkbaar hoge biodiversiteit. Dit maakt het gebied inderdaad waardevol. Toch hebben de twee onderzochte punten gelegen op de bank zelf in vergelijking met de andere posities, gelegen in dieper water, een relatief lager aantal soorten en individuen. Deze resultaten bevestigen de trends die in verschillende publicaties met betrekking tot de bentische fauna van de zuidelijke Noordzee naar voren komen (Cattrijsse & Vincx, 2001; Kerckhof & Houziaux, 2003) namelijk een toenemende gradiënt in biodiversiteit van de ondiepe kustzone naar de diepere zones verder in zee en een doorgaans lagere biodiversiteit op de banken zelf.

7.2.2. Constructiefase

Uit een onderzoek bij een tiental algemene vissoorten besluiten Engell-Sörensen & Skyt (2001) dat het onwaarschijnlijk is dat deze schade zullen oplopen door het lawaai geproduceerd tijdens het heien van de palen. Er kan zelfs een bepaalde mate van gewenning optreden. Wat betreft geluiden geproduceerd door de werkende molens bevestigt een RIVO rapport (de Groot, 1999) dat bepaalde vissen zoals kabeljauwachtigen wegzwemmen van een geluidsbron, terwijl andere soorten aangetrokken worden. In hetzelfde rapport

wordt er ook op gewezen dat om de reacties van vissen op de trillingen van de werkende windmolens te kunnen inschatten, vergeleken moet worden met geluiden geproduceerd door varende schepen en het geheel beschouwd dient te worden tegenover het achtergrondgeluid van de zee zelf.

Rekening houdend met de erosiebescherming van het transformatorplatform wordt een totaal van 12.28 ha ecosysteem van de zachte bodem met zijn eigen biologische gemeenschap vernietigd en vervangen door harde substraten.

7.2.3. Exploitatiefase

Studies i.v.m. artificiële harde substraten en kunstriffen (In Seaman et al., 1991, en Jensen et al., 2000) wijzen steeds op een verhoogde biomassa en biodiversiteit bij dergelijke structuren. Die is, naast factoren als waterdiepte en lichtpenetratie, vooral afhankelijk van de architectuur van het rif: hoe complexer, hoe meer organismen zich kunnen vestigen.

Pas recent is er onderzoek opgestart naar de specifieke flora en fauna van artificiële harde substraten in de Belgische getijdenzone (Engledow et al. 2001) en ook dat van bepaalde artificiële harde offshore substraten zoals wrakken is nog maar net begonnen (Massin, 2002). Het onderzoek van de epifauna van natuurlijke harde substraten zoals bvb van keienvelden is nog helemaal niet gebeurd (Kerckhof & Houziaux, 2003). Het voorkomen van zones met grovere sedimenten, grof zand en grind, wordt ook in het studiegebied vermeld (cfr geologisch deel). Zones met grind en keien komen vooral voor in de geulen tussen de zandbanken. Daarnaast valt ook in de respectieve zandbanksystemen in het algemeen een vergroving van de sedimenten naar het noorden toe waar te nemen. De precieze details van het voorkomen en de omvang van deze gebieden zijn echter niet gekend. Het valt te verwachten dat organismen typisch voor de epifauna van deze keienvelden ook de steenbestorting rond de windmolens zullen koloniseren.

Een ander aspect is dat van de vestiging van “echte” niet inheemse soorten, soorten vreemd aan de West-Europese fauna. Een frappant voorbeeld is de recente vestiging en uitbreiding van de Japanse oester *Crassostrea gigas*. Deze soort neemt overal langs de West Europese kusten spectaculair toe en profiteert duidelijk van de toenemende constructie van artificiële harde substraten. De toename van deze soort gaat gepaard met habitatveranderingen. In sommige gebieden dreigen mosselbanken geleidelijk aan te veranderen in oesterbanken (Reise, 1998). Vooralsnog doen deze verschijnselen zich vooral voor in kustwateren maar onderzoek door de BMM leerde dat de Japanse oester ook algemeen voorkomt op ver uit de kust gelegen boeien.

De Groot (1999) stelt dat over de invloeden van de magnetische velden op bvb het trekgedrag van vissen, zowel kraakbeen- als beenvissen weinig te zeggen valt maar dat het probleem zou kunnen ondervangen worden door de kabels in een stalen buis (pijpleiding) te leggen. Noch de technische en economische gevolgen, noch de eventuele noodzaak van een dergelijke ingreep worden in het MER besproken.

7.3. *Beoordeling*

7.3.1. Constructie- en ontmatelingsfase

Twaalf ha zachte bodem biologische gemeenschap zullen vernietigd worden door het storten van het erosiebeschermingsmateriaal. Alhoewel beperkte verstoringen zullen optreden tijdens de constructie- en ontmatelingsfase valt het niet te verwachten dat deze belangrijke onomkeerbare negatieve effecten zullen veroorzaken op een grotere schaal.

7.3.2. Exploitatiefase

De bouw van de windmolens zal zorgen voor een uitbreiding van een biotoop geschikt voor organismen typisch voor rotskusten en voor stenige gronden. Die zullen zich vestigen op de steenbestorting van de erosiebescherming rond de windmolens en op de palen van de constructie. De mogelijke vestiging is in elk geval afhankelijk van de aanvoer van larven. Welke organismen precies deze structuren zullen koloniseren en of die al dan niet tot de inheemse fauna van de zuidelijke Noordzee kunnen gerekend worden valt moeilijk te voorspellen.

Voor de beoordeling werd gebruik gemaakt van de gegevens uit het MER en bijkomende relevante publicaties.

Gezien de locatie volledig gelegen is binnen de invloed van het Kanaalwater dat in een zuidwest- noordoost richting langs onze kust stroomt, kunnen we ook de vestiging verwachten van soorten specifiek voor de rotsige kusten van het noordoostelijke Kanaal. Gezien de huidige opwarming van het klimaat met de daarmee gepaard gaande verschuivingen van de noordelijke grens van een aantal soorten kunnen we zelfs de vestiging van meer zuidelijke soorten verwachten.

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, wrakken... die elk op zich slechts een kleine oppervlakte vormen kunnen werken als "stepping stones" voor de verbreiding van allerlei sessiele organismen waaronder zuidelijke dan wel exoten die warmer water prefereren. De impact van deze evolutie is niet duidelijk en moet verder onderzocht worden.

Het belang van deze effecten zal toenemen bij een uitbreiding van de windmolenparken en een eventuele uitbreiding van andere artificiële structuren, maar dergelijke projecten dienen ook weer het voorwerp uit te maken van een afzonderlijk MER.

Toch moeten de effecten niet overschat worden. De aanwezigheid van een artificieel rif voor de Nederlandse kust bleek nauwelijks een invloed te hebben op de omgeving (Leewis et al. 1997), en met de huidige omvang en architectuur zullen de effecten eerder gering zijn. De effecten van een laag rif kunnen beperkt worden, omdat bepaalde delen van het rif onder het sediment kunnen verdwijnen, door de sterke stromingen of door stormen, met verlies aan epifauna tot gevolg. Daardoor bestaat de mogelijkheid dat de ontwikkeling van een climaxgemeenschap traag zal verlopen en eventueel zal stoppen op een laag niveau.

7.3.3. Upgrade naar 5 MW turbines

De dimensies van de funderingen van een 5 MW turbine waren nog niet gekend maar zullen groter zijn dan die van een 3,6 MW turbine. Logischerwijze zullen de hierboven beschreven effecten toenemen met de uitbreiding van de ingebrachte harde substraten.

7.4. *Besluit*

Hoewel het gebied nog onvoldoende onderzocht is wijzen de preliminaire gegevens toch op een hoge biodiversiteit in vergelijking met de rest van de Belgische kustzone. Daarom wordt de huidige referentiesituatie als biologisch zeer waardevol beschouwd.

Kunstmatige riffen kunnen worden gebruikt om de habitatdiversiteit in een gebied te vergroten. De biomassa en de diversiteit zijn groter op een rif dan in zand- slib substraten. Hetzelfde geldt voor de constructie zelf. Een hoge (bio)diversiteit en biomassa worden algemeen gezien als een positief aspect van een bepaald biotoop. Uiteraard kan de aldus ontstane “antropogene” diversiteit van kunstmatige riffen anders gewaardeerd worden dan de van nature aanwezige diversiteit. De impact – verhoging van de biomassa, verhoging van de biodiversiteit – zal voornamelijk afhangen van de architectuur. Deze hangt op zijn beurt af van de algemene appreciatie van deze nieuwe habitat als gunstig of ongunstig. Dit moet a-priori bepaald worden. Het verhogen van de biodiversiteit is geen doel van dit windmolenpark. De BMM huldigt het standpunt dat het beter is om de bestaande biodiversiteit te behouden en de natuurlijke ontwikkeling ervan te bevorderen.

Het verlies aan oppervlakte van het zacht substraat is klein zodat dit geen noemenswaardig effect zal hebben. De introductie van kunstmatige harde substraten kunnen effecten hebben die men, naargelang de invalshoek, als gunstig dan wel als ongunstig kan appreciëren. Gezien de relatief geringe omvang van de artificiële constructies zullen de te verwachten effecten ervan vermoedelijk beperkt zijn en onvoldoende om het project niet te aanvaarden, hoewel grote onzekerheden blijven bestaan voor wat betreft de lange termijn ecosysteem veranderingen die zouden kunnen worden veroorzaakt door de gedeeltelijke kolonisatie van de gestorte harde substraten en funderingen. De aanvaardbaarheid van het project blijft dus gebonden aan een strikte verbintenis van de aanvrager om de evolutie van het benthos, de demersale vispopulaties en de biodiversiteit van het ecosysteem van het concessiegebied te onderwerpen aan een systematische, lange termijn monitoring

Van een aantal andere factoren zoals trillingen en geluid, zijn de effecten nog onvoldoende gekend en kunnen ze niet ingeschat worden. Daarnaast zullen er, als gevolg van de feitelijk sluiting van het park voor bodemvisserij, lokaal gunstige effecten zijn – ook buiten het gebied – op de bodemfauna en op de functie van het gebied als paai-, kraam- en opgroei gebied voor vis. Ze zullen, gezien de kleine oppervlakte van het gebied, relatief klein zijn en eerder van wetenschappelijk onderzoeksbelang. Het eventuele positieve effect van het sluiten van deze zone op de bodemfauna wordt in gebieden met hoge getijdenstromingen in vraag gesteld door Boon (2002).

7.5. *Aanvaardbaarheid v/h mariene milieu*

Rekening houdend met de referentiesituatie en de mogelijke effecten op het mariene milieu kunnen we besluiten dat de aanleg en de exploitatie van dit project in zijn voorgestelde vorm en op de voorgestelde locatie aanvaardbaar is voor het onderdeel benthos en vissen en dit zowel voor een 3.6 MW als voor een 5 MW constellatie.

7.6. *Aanbevelingen*

In een pilootproject kan eventueel rond een aantal palen de architectuur van de erosiebescherming – de grootte van de stenen, de hoogte, oppervlakte en complexiteit van het geheel – gevarieerd en gemonitord worden. Daarvoor kan informatie ingewonnen worden bij het European Artificial Reef Research Network (EARRN).

8. Zeezoogdieren

8.1. *Gegevens uit het MER*

8.1.1. Referentiesituatie

Het MER (p. 155-158), samen met de bijkomende studie uitgevoerd door het IN (Stienen *et al.*, 2002), is tamelijk volledig in de beschrijving van de referentiesituatie, en gebruikt alle informatie die beschikbaar was.

Vier soorten zeezoogdieren worden in het doelgebied waar het windpark gepland wordt regelmatig waargenomen: de bruinvis, de witsnuitdolfijn, de gewone en grijze zeehond. De bruinvis is hiervan de meest algemene soort, maar op internationaal vlak zijn de aantallen in Belgische zeegebieden verwaarloosbaar. Bruinvissen hebben geen duidelijke voorkeur voor een bepaald gebied binnen de Belgische zeegebieden. Ook voor de andere zeezoogdieren zijn Belgische wateren van weinig belang, en kunnen geen concentratiegebieden aangewezen worden.

8.1.2. Effecten

In het MER worden de mogelijke effecten zeer summier samengevat. De bijkomende studie, uitgevoerd door het IN, is wel tamelijk volledig in het beschrijven van de mogelijke effecten.

8.1.2.1. *Constructie- en ontmantelingsfase*

Tijdens de constructie- en ontmantelingsfase zal er een verstoring zijn door het geluid en trillingen, waardoor zeezoogdieren het gebied zullen mijden. Het valt niet te verwachten dat het geluid van het heien van palen de echolokalisatie van bruinvissen negatief zal beïnvloeden. Voor het verhoogde scheepvaartverkeer kan eventueel gewenning optreden. De effecten zullen beperkt zijn en niet permanent.

8.1.2.2. *Exploitatiefase*

Het geluid onder water zal voor zeezoogdieren hoorbaar zijn tot ten hoogste enkele tientallen meters van de windturbines. Uit het onderzoek van de effecten van het geluid van een gesimuleerde 2 MW turbine bleek dat er veel minder effect was dan bij het geluid van een pinger (toestel dat gebruikt wordt om zeezoogdieren af te schrikken), en dat na enige tijd onderzoeksgedrag vertoond werd door bruinvissen. De effecten van het geluid zullen dus verwaarloosbaar zijn. Een eventueel effect van elektromagnetische velden zou enkel een invloed kunnen hebben tot op een afstand van 1 meter rond de kabels, waardoor ook dit effect als verwaarloosbaar geacht kan worden. Het is mogelijk dat zeezoogdieren zullen aangetrokken worden door het ontstaan van een artificieel rif rond de turbines, en door het beter beschikbaar komen van bepaalde voedselbronnen door het wegvallen van visserij.

8.2. *Recente gegevens – aanvullingen aan het MER*

8.2.1. Referentiesituatie

Uit het databestand van de BMM (niet gepubliceerd) blijkt dat de aantallen bruinvissen die waargenomen worden in Belgische wateren sterk toegenomen zijn sinds 1990. Ook het aantal strandingen en het aantal dieren dat in visnetten terecht kwam, is gestegen van 3 tot 6 per jaar (1990 – 1997) naar 8 tot meer dan 30 per jaar (1998 – 2003). De periodes met het hoogste aantal strandingen waren in 2003 januari, maart tot mei, en augustus, maar strandingen – vaak van dieren in verregaande staat van ontbinding – kwamen voor in elke maand uitgenomen in februari. Waarnemingen van levende dieren bleven grotendeels beperkt tot de periode februari – april. De laatste jaren zijn bruinvissen dus tamelijk algemeen in Belgische mariene gebieden, en dat vooral in het voorjaar (januari – mei). Een analyse van een groot aantal onderzoeksgegevens (Reid *et al.*, 2003) toont echter aan dat bruinvissen in Belgische wateren relatief minder algemeen zijn dan in de centrale en noordelijke Noordzee.

Uit het databestand van de BMM (niet gepubliceerd) blijkt dat elk jaar enkele groepjes witsnuitdolfijnen waargenomen worden op zee. Uit de analyse van een groot aantal gegevens blijkt dat de witsnuitdolfijn in de zuidelijke Noordzee relatief zeldzaam is ten opzichte van in de centrale en noordelijke Noordzee (Reid *et al.*, 2003).

Net zoals in 1988 bezweek in 2002 ongeveer de helft van de gewone zeehonden in West-Europa aan het Morbillivirus. Het huidige maximale aantal zeehonden in de Westerschelde bedraagt ongeveer 50 dieren (Meininger *et al.*, 2003), en wordt bereikt in het zomerhalfjaar. Het hoogste aantal in het hele Deltagebied bedraagt ongeveer 165 dieren. Het Deltagebied kan beschouwd worden als de dichtst gelegen locatie met zeehondenkolonies.

Het aantal grijze zeehonden in de zuidelijke Noordzee is kleiner dan het aantal gewone zeehonden, en, in vergelijking met de Noordzeepopulatie, verwaarloosbaar. Jaarlijks spoelen in de wintermaanden jaarlijks enkele pups van deze soort aan. Sinds kort ontwikkelt zich opnieuw een kleine kolonie grijze zeehonden voor de kust van Schouwen, Duiveland en Goeree-Overflakkee (Deltagebied). In deze kleine kolonie werden in 2003 tenminste twee jongen geboren (mededeling Jaap van der Hiele, <http://www.zeezoogdieren.be>, 6 februari 2004).

8.2.2. Effecten

8.2.2.1. Constructiefase

Activiteiten waarvoor een hoge waarschijnlijkheid bestaat dat ze op walvisachtigen een impact kunnen hebben, zijn (Dolman *et al.*, 2003):

- seismisch onderzoek dat uitgevoerd wordt vóór de constructiefase;
- het heien van palen en baggerwerkzaamheden;
- de verhoogde scheepvaartactiviteit.

Seismisch onderzoek kan in bepaalde gevallen dodelijk zijn voor walvisachtigen (in Evans, 2003). Vandaar dat onder meer voor seismisch onderzoek in de wateren rond het UK preventieve maatregelen genomen werden (JNCC, 1998).

Het geluid geproduceerd tijdens het heien van de palen is van die aard, dat een hoog risico zou bestaan op gehoorschade bij walvisachtigen. Dit geluid bestaat vooral uit lagere frequenties, en kan een zeer hoge intensiteit hebben. Het is tot op grote afstand hoorbaar voor zeezoogdieren (in Dolman *et al.*, 2003; in Koschinski *et al.*, 2003; Henriksen *et al.*, 2003).

Bij studies in het grootste offshore windpark dat bestaat (Horns Rev, Denemarken) was het vermoeden dat de belangrijkste verstorende activiteit het heien van de palen was. Een statistische analyse van verzamelde gegevens toonde aan dat er een effect was op het gedrag en de verspreiding van bruinvissen over een relatief uitgebreid gebied (tot 15 km van de bouwwerf waar het heien plaatsvindt), en dat dit effect tijdelijk was (tot 3-4 uren na het heien) (Tougaard *et al.*, 2003). Waarschijnlijk werd een bijkomende verstoring veroorzaakt door andere werkzaamheden op de werf. Om gehoorschade bij bruinvissen in de omgeving van de werf te vermijden, werden vóór het heien zgn. “pingers” en “seal scares” in actie gebracht. Pingers en seal scares zijn toestellen die een geluid produceren dat bruinvissen en zeehonden afschrikt.

Ook tijdens de constructie van het Nysted windpark (Denemarken) werden gelijkaardige effecten op bruinvissen waargenomen tijdens de heiwerkzaamheden (Henriksen *et al.*, 2003). Er werd een duidelijke verlaging waargenomen in het geluid geproduceerd door bruinvissen onder water (als maat voor de aanwezigheid van bruinvissen), in een ruim gebied rond de bouwwerf. Om eventuele gehoorschade bij deze dieren te voorkomen, werden ze uit het meest nabije gebied rond de heiwerkzaamheden verjaagd door het inzetten van pingers. Pingers produceren een geluid dat door de combinatie van de frequenties en het niveau een afschrikkend effect heeft op bruinvissen tot op minstens 125 meter. Het geluidsniveau geproduceerd door pingers is van een veel lagere intensiteit dan het geluid geproduceerd door het heien.

8.2.2.2. Exploitatiefase

Het is mogelijk dat geluid en trillingen in de operationele fase een impact zullen hebben, maar de effecten zullen waarschijnlijk verwaarloosbaar zijn (in Dolman *et al.*, 2003). Het geluid van windturbines zal hoorbaar zijn voor bruinvissen tot op een afstand van ongeveer 50 meter (in Henriksen *et al.*, 2003), voor zeehonden tot een afstand van 1 km (in Dolman *et al.*, 2003), maar grotere turbines zullen een ander geluidsspectrum produceren, en waarschijnlijk ook hogere geluidsniveaus. Uit studies met het (gesimuleerde) geluid van een 2 WM turbine leidde men af dat bruinvissen het geluid hoorden, maar dat ze geen gedrag gerelateerd aan een vluchtreactie, of angst of paniek vertoonden. Ze waren voorzichtig, maar benaderden en exploreerden zelfs de geluidsbron (Koschinski *et al.*, 2003).

Het geluid geproduceerd door een 3.6 MW turbine (of alternatieven tot 5

MW) kan nu nog niet ingeschat worden, en het is zeer moeilijk, zoniet onmogelijk, te voorspellen.

8.3. *Beoordeling*

8.3.1. Constructie- en ontmantelingsfase

De laatste jaren is de bruinvis opnieuw een tamelijk algemene verschijning in Belgische zeegebieden. De soort komt het hele jaar door voor in de Belgische zeegebieden, maar vooral tijdens de maanden januari tot mei. De gewone en grijze zeehond, en de witsnuitdolfijn komen ook geregeld voor. De aanwezigheid van de bruinvis en de aantallen in Belgische mariene gebieden, zijn tamelijk onvoorspelbaar.

Het staat vast dat eventuele zeezoogdieren verstoord zullen worden door verhoogde scheepvaartbewegingen in het gebied tijdens de constructiefase. Ook eventueel seismisch onderzoek dat de constructie vooraf gaat, kan een negatieve impact hebben op zeezoogdieren, vooral op walvisachtigen. Het gebruiken van bepaalde apparatuur tijdens seismische exploratie en het heien van palen veroorzaakt geluidsniveaus die potentieel gehoorschade kunnen toebrengen aan walvisachtigen.

Gezien deze activiteiten gelimiteerd zijn in tijd en ruimte, en gezien zeezoogdieren het gebied waar de werken plaats zullen vinden, gemakkelijk kunnen vermijden, zal de impact, mits het naleven van de voorwaarden, niet permanent zijn, en beperkt in ruimte.

8.3.2. Exploitatiefase

Het is zeer moeilijk te voorspellen wat het geluidsniveau bij verschillende frequenties zal zijn van 3.6 MW turbines tijdens de exploitatiefase, bij verschillende weersomstandigheden. Het valt echter niet te verwachten dat de effecten zullen merkbaar zijn over een grote afstand, en dat ze, gezien hun continu niveau, een zeer sterk verstorend effect zullen hebben voor zeezoogdieren in de onmiddellijke omgeving van het park. Eventueel kan gewenning optreden. Het bijkomende scheepvaartverkeer zal een verstorend effect hebben, maar ook dit effect is verwaarloosbaar, en beperkt in tijd en ruimte, en er kan eveneens gewenning optreden. Het valt niet te verwachten dat elektromagnetische velden een impact zullen hebben op de zeezoogdieren die voorkomen in Belgische mariene gebieden.

Eventueel kan het voorkomen dat het voorkomen van zeezoogdieren in het park of in de omgeving van het park zal stijgen, door het wegvallen van visserij in het gebied, door het beschikbaar zijn van meer voedsel, en door het beschikbaar komen van andere voedselbronnen (geassocieerd met de harde substraten van funderingen en erosiebescherming). Bovendien kan een gedeelte van de constructies (vb. aanmeerplatform) eventueel tijdelijk gedurende de getijdencyclus, een rustplaats vormen voor zeehonden (hoewel het evengoed kan zijn dat geen geschikte plaats aanwezig is op deze constructies). Rustende grijze zeehonden worden frequent waargenomen op meetboeien van AWK (John Nuyts, AWK, pers. med. en talrijke foto's).

8.3.3. Upgrade tot 5 MW turbines

Het valt niet te verwachten dat de constructie van 5 MW turbines een veel negatievere impact zal hebben op zeezoogdieren dan 3.6 MW turbines. Het valt te verwachten dat het niveau van het geluid geproduceerd onder water groter zal zijn bij grotere turbines, en ook dat de frequentieverdeling anders zal zijn.

8.3.4. Leemten in de kennis

Er is weinig informatie over de werkelijke effecten van het onderwatergeluid van turbines op zeezoogdieren. Bovendien is kennis over het geluid geproduceerd onder water door 3.6 MW turbines (of grotere alternatieven) onbestaande. Bovendien is dit geluid afhankelijk van de locatie (type ondergrond, waterdiepte,...) en het type fundering. De aantallen en de verspreiding van zeezoogdieren, en vooral van de bruinvis, in de zuidelijke Noordzee zijn niet goed gekend. Bruinvissen zijn er de laatste jaren opnieuw algemener geworden, maar de oorzaken hiervoor zijn niet goed gekend.

8.4. *Besluit/ aanvaardbaarheid voor het mariene milieu*

Tijdens de constructiefase kunnen potentieel zeer negatieve effecten optreden (seismisch onderzoek, heien van de palen), maar mits het naleven van de voorwaarden, zullen die tijdelijk zijn, en beperkt in ruimte. Er kan verwacht worden dat de effecten op zeezoogdieren tijdens de exploitatiefase zeer beperkt zullen zijn. Tijdens de ontmantelingsfase zijn de te verwachten effecten geringer dan tijdens de constructiefase.

Mits het naleven van de voorwaarden, is de aanleg van het windpark aanvaardbaar voor wat betreft de potentiële effecten op zeezoogdieren. Tijdens de exploitatiefase zullende effecten op zeezoogdieren hoogstwaarschijnlijk verwaarloosbaar zijn.

8.5. *Aanbevelingen*

Bruinvissen zijn de laatste jaren, vooral in de late winter en het voorjaar, tamelijk algemeen in de zuidelijke Noordzee, waaronder de Belgische zeegebieden. Aangezien bruinvissen waarschijnlijk uit het gebied verdreven zullen worden tijdens de constructiefase (door het geluid van de pingers en/of seal scares en de heiwerkzaamheden), zou het nuttig zijn dit aan te tonen door monitoring. Deze monitoring kan uitgevoerd worden in het kader van het onderzoek van het geluid onder water, en kan – indien mogelijk – gebruik maken van dezelfde basis (vb. verankerde meettoestellen). Door middel van POD's (Porpoise Detectors; zie <http://www.chelonia.demon.co.uk>) kan de aanwezigheid van bruinvissen in een referentiegebied, en in het gebied van het windpark tijdens en na de heiwerkzaamheden opgespoord worden. Eenzelfde onderzoek kan uitgevoerd worden tijdens de exploitatiefase, voor het bepalen van de impact van het park (effecten van het onderwatergeluid op bruinvissen, effecten van het wegvallen van visserij,...) op de aantallen bruinvissen.

9. Avifauna

9.1. Gegevens uit het MER

9.1.1. Referentiesituatie

Het MER (p. 142-155), samen met de bijkomende studie uitgevoerd door het IN (Stienen *et al.*, 2002), is volledig in de beschrijving van de referentiesituatie, en gebruikt alle beschikbare informatie.

9.1.1.1. Soorten zeevogels en dichtheden

Voor het beschrijven van de referentiesituatie werden de vogeltellingen, uitgevoerd door het IN tussen 1992 en 2002, verwerkt. De dichtheden van vogels in Belgische zeegebieden werden vergeleken met de dichtheden in een 'doelgebied', dat het gebied met het geplande windpark omvat. Tellingen van zeevogels in het doelgebied tonen aan dat gemiddelde vogeldichtheden schommelen tussen 5,9 en 8,2 vogels per km². Dit is in het algemeen kleiner dan het gemiddelde in Belgische zeegebieden, uitgenomen tijdens de zomer. In de winter bestaat het soortenspectrum vooral uit zeekoet/alk en drieteenmeeuw, in de lente uit kleine mantelmeeuw, zilvertmeeuw, stormmeeuw, zeekoet/alk en drieteenmeeuw, in de zomer uit kleine mantelmeeuw, drieteenmeeuw, jan van gent, stern, jagers en noordse stormvogel, en in de herfst uit kleine mantelmeeuw, zeekoet/alk, jan van gent, noordse stormvogel, drieteenmeeuw en grote mantelmeeuw.

In vergelijking met de Belgische zeegebieden komen in het doelgebied relatief hoge dichtheden voor van noordse stormvogel (zomer-herfst), jan van gent (zomer-herfst), jagers (zomer), kleine mantelmeeuw (lente-zomer), drieteenmeeuw (winter-lente-zomer), grote stern (zomer) en zeekoet/alk (herfst-winter-lente) (tabel 4.6.1. van het MER). De jan van gent, jagers, de grote en kleine mantelmeeuw, de drieteenmeeuw en de stormmeeuw worden geregeld in grote aantallen achter vissersschepen aangetroffen.

Van de soorten die regelmatig voorkomen in het doelgebied, hebben enkel de dwergmeeuw, de grote stern en de visdief een internationale beschermingsstatus. Het gebied waar het windpark gepland is (deel van het doelgebied), ligt echter op de rand van het verspreidingsgebied van deze soorten, en is voor deze soorten van ondergeschikt belang.

9.1.1.2. Migraties

Als trekgebied zijn Belgische mariene wateren internationaal zeer belangrijk voor grote jager, dwergmeeuw, grote stern en visdief, en belangrijk voor roodkeelduiker, fuut, kleine mantelmeeuw en dwergstern. Voor jan van gent, kokmeeuw, stormmeeuw, zilvertmeeuw en grote mantelmeeuw zijn ze van gering belang, en voor de overige soorten zijn ze onbelangrijk. De

dwergmeeuw trekt in de herfst langs de kust tot ongeveer 15 km in zee. In de lente is er een relatief brede trekbaan waarneembaar, van de kust tot ongeveer 30 km in zee. De kleine mantelmeeuw trekt tijdens de herfst in een trekcorridor van de kust tot ongeveer 20 km in zee. Grote stern migreren in de lente vooral van de kustlijn tot 25 km uit de kust; in de herfst vooral binnen 15 km. In de lente trekken visdieven vooral binnen 10 km van de kust, in de herfst vooral binnen de 20 km uit de kust.

Voor veel vogelsoorten (zowel zee- als landvogels) bestaat over migraties in de offshore gebieden weinig informatie. Er zijn echter gegevens die erop wijzen dat er offshore een veel geringere dichtheid is aan trekkende vogels dan in de kustgebieden. Er bestaat migratie in noord-zuid richting en parallel met de kust, maar ook in oost-west richting (van en naar Engeland). Voorlopig wordt aangenomen dat de meest intense trek zich binnen de 15 tot 20 km van de kust voordoet. Over vlieghoogtes is weinig gekend, en men beschikt over zeer weinig gegevens over vlieghoogtes 's nachts.

9.1.1.3. *Belang van de Thorntonbank*

De combinatie van de gegevens m.b.t. het voorkomen van de verschillende soorten in het doelgebied, het gebied van het geplande windpark en de Belgische mariene gebieden, het internationale belang van Belgische mariene gebieden als trekgebied, en de internationale beschermingsstatus van de verschillende soorten, resulteert in volgende bevindingen:

- In het gebied van de Thorntonbank komen vooral meer typisch offshore vogelsoorten voor.
- Voor soorten die internationaal gezien een hoge beschermingsstatus genieten, is de Thorntonbank relatief van gering belang.
- Voor de andere soorten heeft het gebied weinig belang ofwel doordat de soorten er voorkomen in relatief lage dichtheden, doordat deze soorten wijd verspreid voorkomen in de Belgische zeegebieden, of doordat deze soorten in belangrijke mate voorkomen geassocieerd met vissersschepen

9.1.2. Effecten

De mogelijke effecten worden grondig beschreven in het MER, en in de bijkomende studie uitgevoerd door het IN.

9.1.2.1. *Constructie- en ontmantelingsfase*

Tijdens de constructiefase en de ontmantelingsfase zal er een verstoring zijn van de aanwezige vogelsoorten. Er kan reeds een barrièrewerking optreden voor bepaalde migrerende soorten, en er kunnen reeds botsingen van vogels ("aanvaringen" genoemd) voorkomen. Het effect wordt als matig negatief beoordeeld, en het is gelimiteerd in tijd. De verstoring door het leggen van de kabels zal tijdelijk zijn, en beperkt in ruimte.

Volgens het MER zullen de kabels niet doorheen een toekomstige SBZ-V (Speciale Beschermingszone onder de Europese Vogelrichtlijn) gelegd worden. Indien dit toch zou gebeuren, zal het effect (verstoring) tijdelijk zijn. C-Power

heeft geopteerd om de [geplande] SBZ-V niet te doorkruisen, en het tracé er ten oosten van te leggen.

9.1.2.2. *Exploitatiefase*

Uit de literatuurstudie blijkt dat de effecten tijdens de exploitatiefase kunnen samengevat worden als volgt:

- onder slechte zichtomstandigheden zijn aanvaringen met windmolens mogelijk; vogels vliegen op relatief lage hoogte (afhankelijk van de weersomstandigheden); de meeste zeevogels vliegen mogelijk op rotorhoogte;
- windparken kunnen sterk verstorende effecten hebben op pleisterende en trekkende vogels (afhankelijk van de soort);
- een mogelijke impact is specifiek voor elke locatie

Aanvaringen

Aanvaringen komen vrijwel alleen voor tijdens de nacht en de schemering. Verlichting kan een negatief effect hebben, doordat vogels aangetrokken worden. Het aantal slachtoffers is zeer afhankelijk van de locatie, het type turbine, de opstelling, het aantal vogels en de soorten. Schattingen lopen uiteen van 0,03 tot 200 vogels per turbine per jaar. Het onderzoek heeft doorgaans veel lagere aantallen als resultaat: van 0 tot 10 vogels per turbine per jaar. Aan de oostelijke strekdam van Zeebrugge vielen tijdens de voor- en najaarstrek tot 0,1 slachtoffers (vooral meeuwen) per dag per turbine. Zeevogels zijn K-strategen, wat betekent dat ze lang leven, en zich traag voortplanten. Een kleine bijkomende mortaliteit kan een impact hebben.

Bij een windpark ter hoogte van de Thorntonbank worden het meest aanvarings-slachtoffers verwacht onder de meeuwachtigen (met uitzondering van de dwergmeeuw), de jan van gent, de zeekoet en de alk. Voor soorten die regelmatig achter vissersschepen foerageren wordt het effect op de aantallen in het windpark als negatief beoordeeld, omdat visserij in het gebied niet zal toegelaten zijn. Doordat visserij niet zal toegelaten worden, wordt echter eveneens verwacht dat de dichtheid van bepaalde zeevogels in het gebied zal dalen, waardoor het potentieel aantal slachtoffers onder deze soorten zou verminderen.

Falls kunnen gedefinieerd worden als het plotseling neerstrijken van een grote hoeveelheid landvogels tijdens de migratie. Falls komen vooral bij dichte mist voor; de frequentie is laag en moeilijk voorspelbaar. Bij falls in een windpark kunnen potentieel talrijke aanvarings-slachtoffers vallen.

Verstoring

Onder verstoring verstaat men het verlies aan foerageergebied, migratiegebied en overwinteringsgebied. Volgens onderzoek is het effect verschillend per soort en per locatie. Op sommige plaatsen werd geen effect waargenomen, op andere plaatsen werden voor sommige soorten effecten genoteerd tot 1500 m van de turbines. In broedgebieden trad gewenning op. Vogels veranderen van vliegrichting op korte afstand van de turbines; bij duikers werden dergelijke veranderingen echter vastgesteld tot op 3-4 km

afstand.

Op basis van gegevens uit eerdere milieueffecten beoordelingen van offshore windparken, uitgevoerd door de BMM, wordt een berekening uitgevoerd van het deel van de migratiecorridor van de meest verstoringsgevoelige soorten, dat ingenomen wordt door het geplande windmolenpark. Hieruit besluit men dat voor de roodkeelduiker 7 % van de breedste migratiecorridor ingenomen zal worden, en voor de fuut en de zwarte zee-eend geen hinder zal bestaan.

Volgens het MER wordt het potentieel grootste verstorend effect verwacht voor stormmeeuw, kleine mantelmeeuw en drieteenmeeuw, omdat de visserij zou wegvallen in het gebied, en er voor deze soorten dus minder voedsel zal beschikbaar zijn, en voor zeekoet en alk.

Geïntegreerde effecten

Uit de combinatie van de literatuurstudie m.b.t. de potentiële effecten per soort, de locale situatie m.b.t. pleisterende en trekkende vogels en de internationale beschermingsstatus van de verschillende soorten, besluit het MER dat voor geen enkele soort het potentiële effect als [zeer] negatief wordt beoordeeld, en voor 14 vogelsoorten potentieel een matig negatief effect zal kunnen ontstaan.

De Thorntonbank is de meest geschikte locatie voor een windpark, omdat dit gebied voor geen enkele soort een belangrijk concentratiegebied is, en er relatief weinig kwetsbare soorten voorkomen. De voorgestelde locatie is gelegen op ongeveer 14 km van de dichtste zone die voor het aanduiden van Vogelrichtlijngebieden in aanmerking komt [zoals voorgesteld tijdens de vorige legislatuur], ruim voldoende om te stellen dat geen of een heel gering effect op deze gebieden te verwachten zal zijn.

Er is onvoldoende kennis over nachtelijke vliegbewegingen, en over migraties (gebieden en hoogtes). Het is moeilijk cumulatieve effecten van meerdere windparken in te schatten.

9.2. *Recente gegevens - aanvullingen aan het MER*

Voor wat betreft de referentiesituatie en de mogelijke impact op vogels door het aanleggen van offshore windparken, werden nog een aantal bijkomende (recente) onderzoeksrapporten geraadpleegd. De conclusies van dit recent onderzoek wijken niet af van de conclusies in het MER.

9.2.1. Referentiesituatie

9.2.1.1. *Nieuwe gegevens m.b.t. vogelpopulaties*

In de tabel 4.6.2. op p.147-148 van het MER worden gegevens uit Rose & Scott (1997) gebruikt voor het berekenen van het maximum % van de biogeografische populaties van de belangrijkste soorten die voorkomen in Belgische mariene wateren. Nieuwe gegevens (Delaney & Scott, 2002), die ter beschikking kwamen na de studie die door het IN uitgevoerd werd, geven voor de roodkeelduiker als 1% waarde 10.000 vogels (in plaats van 750). Daardoor zijn de Belgische zeegebieden voor deze soort blijkbaar minder

belangrijk dan geacht. Voor de andere soorten zijn er minder grote verschillen bij het toepassen van de nieuwe gegevens.

9.2.1.2. *Offshore migratie en vlieghoogtes*

Door de Koninklijke Nederlandse Luchtmacht werd een studie uitgevoerd naar het driedimensionale vlieggedrag van vogels voor de kust van IJmuiden, Nederland (Van Gasteren *et al.*, 2002). Daarbij werd gebruik gemaakt van een militair radarsysteem. Uit deze studie blijkt dat er een zeer intense migratie plaatsvindt langs de kust, over een nauw front van de kust tot ongeveer 7 km in zee. In voor- en najaar wordt de westkust van Nederland eveneens overvlogen door vogels van en naar Engeland. Deze migratie vindt echter plaats langs een breed front (richting WZW/W – ONO/O, zonder dat in de publicatie de breedte van dergelijk front vermeld wordt).

Het valt niet te verwachten dat de situatie m.b.t. de migratie van landvogels over zee bij ons sterk verschilt van deze waargenomen in Nederland. De vogeltellingen op zee, uitgevoerd door het IN tussen 1992 en 2002, toonden blijkbaar geen belangrijke, afgelijnde offshore migratiecorridors aan. Daarbij moeten we wel vermelden dat deze tellingen enkel overdag plaatsvonden, en vooral gericht waren op het tellen van zeevogels zittend op het water of relatief laag vliegend. De conclusie is dat de migratie in offshore gebieden, vooral van landvogels, niet goed gekend is.

De dichtheid van vogels waargenomen in de studie van Van Gasteren *et al.* (2002), was meestal het hoogst in de onderste luchtlagen (tot 100-200 m hoogte), en nam sterk af met de hoogte. De vlieghoogte was afhankelijk van de heersende windsnelheid en –richting. Ook Exo *et al.* (2003) vermelden dat radarstudies aangetoond hebben dat een groot percentage van de vogels binnen de wiekhoogte van windmolens vliegt.

9.2.1.3. *Belangrijke gebieden voor vogels*

De kaart op p.36 van het MER duidt de belangrijke gebieden aan, zoals voorgesteld door Minister Tavernier tijdens de vorige legislatuur, na een voorlopig onderzoek. Een meer uitgebreide analyse van de gegevens verzameld door het IN tijdens zeevogeltellingen tussen 1992 en 2002 (BMM/IN, 2004, in druk), toont aan dat de ligging van de gebieden die als belangrijk naar voor komen in het kader van de Europese Vogelrichtlijn, licht afwijkt van deze vastgesteld bij deze voorlopige studie. Uit de uitgebreide studie blijkt echter eveneens dat het gebied van de Thorntonbank voor soorten waarvoor Belgische wateren internationaal belang hebben, en die een beschermingsstatus hebben, niet belangrijk is. De belangrijkste gebieden, zoals geïdentificeerd in deze studie (waarbij gegevens van scheepstellingen gebruikt werden, en waarbij de resulterende kaarten niet noodzakelijkerwijs de belangrijkste migratiegebieden aantonen), liggen binnen de 6 mijl van de kust.

9.2.2. Effecten

9.2.2.1. Constructiefase

Windpark

Er bestaan weinig gegevens over de effecten van de constructie van windparken op vogels. Uit rapporten van studies uitgevoerd tijdens de constructie van het grootste tot nu toe bestaande offshore windpark (Horns Rev, Denemarken) blijkt dat het mogelijk is dat duikers en alkachtigen het park meden tijdens de constructie-activiteiten. Zilvermeeuwen werden net aangetrokken door scheepvaartactiviteiten en de mogelijkheid om te zitten op de constructies in aanbouw (Christensen *et al.*, 2003; in Tech-Wise, 2003). De situatie in het Horns Rev park verschillen echter van de situatie op de Thorntonbank. In het gebied van het Horns Rev park komen vooral duikers (*Gavia sp.*), jan van genten, grote mantelmeeuwen, drieteenmeeuwen, dwergmeeuwen, zwarte zee-eenden, zeekoeten en alken voor, maar voor deze soorten is dit gebied van ondergeschikt belang. Het Horns Rev park ligt op 14 km van de meest nabije kust, en er bevinden zich 80 windturbines van 2MW.

Kabels

Volgens de recente studie van de BMM en het IN (BMM/IN, 2004, in druk) blijkt dat het tracé van de te leggen kabels doorheen een gebied zou lopen dat als belangrijk beschouwd wordt voor vogels, in overeenstemming met de Europese Vogelrichtlijn. Het gebied tussen Middelkerke en Bredene, van de laagwaterlijn tot 6 mijl uit de kust, is vooral belangrijk als overwinteringsgebied voor de fuut en de zwarte zee-eend, tijdens de maanden december tot en met maart.

Het leggen van de kabels is een tijdelijke activiteit, met een tijdelijke potentiële impact: directe verstoring van aanwezige of migrerende vogels, en indirecte impact door het verstoren van de bodem, en dus eventueel van voedsel voor de vogels en het verhogen van de turbiditeit van de waterkolom. De zwarte zee-eend en de roodkeelduiker zijn de meest verstoringgevoelige soorten die in dit gebied voorkomen (vooral in de wintermaanden). Een verhoging van de turbiditeit van de waterkolom kan voor visetende vogels (vb. fuut en roodkeelduiker) nadelige effecten hebben, doordat ze minder gemakkelijk voedsel vinden (mededeling Anne-Grethe Ragborg, Ministry of the Environment, Denemarken, niet gepubliceerde onderzoeksresultaten).

9.2.3. Exploitatiefase

9.2.3.1. Meetmasten en transformatorplatform

In het MER wordt geen beoordeling gegeven over de mogelijke impact op de avifauna van de meetmasten en het transformatorplatform. Het valt echter niet te verwachten dat een ander risico of een groter risico voor verstoring, of aanvaringen van vogels met deze constructies zou ontstaan dan deze ten gevolge van het plaatsen van de turbines zelf. De effecten van een eventuele olielozing na een aanvaring van een schip met één van deze constructies of met de turbines worden verder in het MER besproken.

9.2.3.2. *Harde substraten*

Er wordt geen beoordeling gegeven van de impact door het aanleggen van kunstmatige harde substraten, en de eventuele gevolgen voor de beschikbaarheid van voedsel voor vogels. Omwille van de geringe omvang van het gebied waar harde substraten ontstaan tegenover de totale oppervlakte van het gebied, valt echter niet te verwachten dat hierdoor belangrijke (negatieve) effecten ontstaan. Voor sommige soorten kunnen positieve effecten ontstaan door het ontstaan van voedselrijke habitats, door het verminderen van visserij in het gebied (Percival, 2001) of door het ontstaan van plaatsen om te zitten (Christensen *et al.*, 2003). Rustplaatsen zullen zeker mogelijk zijn op het transformatorplatform, en eventueel ook op de voet van de turbines.

9.2.3.3. *Migraties, aanvaringen en verstoring*

Volgens Stienen & Kuijken (2003) zijn de meest kwetsbare soorten zeevogels m.b.t. mogelijke effecten van windparken, de zwarte zee-eend, de roodkeelduiker, de fuut, de dwergmeeuw en de visdief. De grote stern en de kleine mantelmeeuw zijn 'enigszins gevoelig'. Enkel de zwarte zee-eend en de roodkeelduiker zijn zeer gevoelig voor verstoring. De kleine mantelmeeuw was bij de tellingen uitgevoerd door het IN in 46 % van de gevallen geassocieerd met vissersschepen.

In het overzicht dat gemaakt werd door Percival (2001) over de huidige kennis van de effecten van offshore windparken op vogels (slechts een beperkt aantal recente studies!), wordt gesteld dat elke locatie verschillend is, en dat voorzichtigheid, en een monitoring van de effecten noodzakelijk zijn. Uit dit overzicht blijkt dat de eerste onderzoeksresultaten van de impact van windparken op vogels erop wijzen dat bepaalde soorten 's nachts windparken konden waarnemen en vermijden. In dezelfde studie blijkt voorts dat het aantal aanvaringen waargenomen bij de bestaande windparken in zee kleiner was dan verwacht. De voorlopige onderzoeksresultaten hebben een laag of verwaarloosbaar aantal aanvaringssslachtoffers aangetoond, onder het niveau waarop eventueel populatie-effecten waarneembaar zouden kunnen zijn. In verband met verstoring werden in sommige gevallen effecten gedetecteerd tot 800 m van de turbines, maar vaak kon het onderzoek geen effect aantonen. Het is echter duidelijk dat het onderzoek van effecten van offshore windturbines op vogels nog in zijn kinderschoenen staat, en dat de onderzoeksmethodes nog op punt moeten gesteld worden.

Bij het grootste bestaande offshore windpark (Horns Rev, Denemarken), berekende men dat het aantal vogels dat potentieel verstoord werd (zelfs met een bufferzone van 2 km rond het park) zo laag was, dat er waarschijnlijk geen biologisch relevante effecten waren op deze soorten. Het gebied van het Horns Rev park heeft weinig ornithologisch belang op zich, maar maakt wel deel uit van een zeer ruim gebied dat ornithologisch belangrijk is (Christensen *et al.*, 2002).

Het voorlopige resultaat van de monitoring van windparken in Zweden (Utgrunden en Yttre Stengrund) i.v.m. aanvaringsrisico's voor vogels

(Pettersson, 2003), toont aan dat overdag weinig risico voor aanvaringen bestaat, en dat de meeste zeevogels hun vliegrichting aanpassen zodat ze op 500 – 1000 m langs het windpark vliegen, of dat ze hun vlieghoogte tijdelijk aanpassen (ze gingen hoger vliegen). Visdieven vlogen tussen de windturbines zonder hun vlieghoogte aan te passen. Het onderzoek kon geen verschillen aantonen in de aanpassing van de vliegrichting van vogels (vooral eidereenden) tijdens de nacht, bij goede weersomstandigheden. Bij mistig weer zou er wel een groter risico voor aanvaring kunnen bestaan, hoewel enkele waarnemingen erop duiden dat zelfs tijdens dergelijke weersomstandigheden sommige zeevogels het windpark konden vermijden. In de rapporten van het onderzoek stelt de auteur dat het mogelijk is dat vogels de windmolens waar konden nemen door de verlichting (rood toplicht) of door het geluid van de turbines. In het gebied van de Utgrunden en Yttre Stengrund windparken komen vooral eidereenden voor, en daarnaast ook ganzen, andere eenden, kraanvogels, aalscholvers, zaagbekken, sternes,.... Bij de studie maakte men gebruik van een militaire, optische lange-afstandskijker, radar, militaire horizontale radar en visuele methoden.

De migratie van landvogels in een offshore gebied vindt plaats over een breed gebied (Percival, 2001; Van Gasteren *et al.*, 2003), in tegenstelling tot dicht bij de kust. In de literatuur zijn zgn. falls beschreven: het plotseling neerstrijken, van een groot aantal (duizenden) migrerende vogels op een plaats zoals een schip of een boorplatform (vb. in Camphuysen *et al.*, 1999). Ook in windparken zijn falls mogelijk, en de frequentie zal afhangen van de kans dat grote groepen vogels het windpark passeren. Falls in windparken zouden talrijke aanvaringsslachtoffers kunnen maken.

9.2.3.4. *Effecten van verlichting*

Het is gekend dat sterke lichtbronnen 's nachts een grote aantrekkingskracht op vogels kunnen uitoefenen (vb. Camphuysen & Leopold, 1998), maar de effecten van de optische bebakening van windmolens zijn grotendeels onbekend. Trekvogels kunnen in een offshore gebied aangetrokken worden door verlichting, maar er zijn weinig aanwijzingen dat 'fittes' trekvogels in een offshore gebied hun vlucht zouden onderbreken voor een verlicht object. Toch kan felle verlichting mogelijk desoriënterend werken (Camphuysen & Leopold, 1998). De aantrekkingskracht door het licht van een flare op offshore-installaties voor vogels varieert volgens de soort en de weersomstandigheden. De aantrekkingskracht zou het grootst zijn voor niet-zeevogels (eenden, met uitzondering van zee-eenden, ganzen, zangvogels, steltlopers,...) en het kleinst voor meeuwen, alkachtigen en de jan van gent (in Camphuysen *et al.*, 1999). Het licht dat uitgestraald wordt door een flare is echter anders dan het licht van bebakening van windturbines.

9.2.3.5. *Habitat en migratiecorridor*

De reacties van zeer verstoringsgevoelige vogelsoorten op offshore windparken zijn nog grotendeels onbekend. Door de aanleg van windparken of gelijkaardige structuren gaat potentieel een gedeelte van de habitat en de

migratiecorridor voor deze soorten verloren. In eerdere MEB's (Electrabel-Jan de Nul, april 2002; C-Power, mei 2002) werd door de BMM, bij gebrek aan andere objectieve criteria, aangenomen dat, omwille van ecologische en natuurbeschouwingen, het potentieel maximaal cumulatief verlies aan habitat voor de meest verstoringsgevoelige soorten (fuut, zwarte zee-eend en roodkeelduiker), niet hoger mag zijn dan 25 % van de oppervlakte van de habitat van deze soort in Belgische zeegebieden. Het cumulatief maximale deel van de migratiecorridor die verloren gaat mag niet hoger zijn dan één derde van de belangrijkste migratiecorridor (vastgesteld met behulp van de best beschikbare informatie). Daarbij wordt van de veronderstelling uitgegaan dat het volledige windpark (inclusief bufferzones) niet meer gebruikt zou worden door deze vogels als migratiecorridor en als habitat. Gezien deze meest verstoringsgevoelige soorten vooral dicht bij de kust voorkomen, en niet of nauwelijks in dit gebied, is aan deze voorwaarden, ook cumulatief met het vergunde windpark op de Vlake van de Raan (waarvan de vergunning geschorst werd op 25 maart 03), voldaan.

9.2.3.6. *Effecten op aangrenzende gebieden belangrijk voor vogels*

Bij het beschouwen van de impact op aangrenzende vogelrichtlijngebieden werd in het MER enkel verwezen naar de mogelijke effecten in Belgische gebieden die voor aanduiding als vogelrichtlijngebied in aanmerking komen. Voor de volledigheid dient te worden opgemerkt dat het windpark gepland wordt in een gebied dat op een dergelijke afstand (17 km van de voordelta in Nederland) Vogelrichtlijngebieden in het buitenland, in het bijzonder Nederland (Minlnv, 2004), gelegen is, dat het niet waarschijnlijk is dat daar effecten zouden optreden.

9.3. *Beoordeling*

9.3.1. *Constructie- en ontmantelingsfase*

9.3.1.1. *Windpark*

Tijdens de constructiefase zal door de activiteiten op de bouwwerf en het verhoogde scheepvaartverkeer, een verstoring optreden van de aanwezige avifauna. De werkzaamheden zullen een aantal vogels uit het gebied waar de werkzaamheden plaatsvinden, verdrijven. Deze verstoring zal tijdelijk zijn, en beperkt in ruimte. Eventueel kunnen een aantal vogels gedood worden doordat ze tegen de structuren vliegen. Een aantal migrerende vogels zal waarschijnlijk een ontwijkingsgedrag vertonen. Dit ontwijkingsgedrag is verschillend per soort. Hoewel het gebied slechts een beperkt (internationaal) belang heeft voor zeevogels, zijn er een aantal onbekende factoren, zoals een beperkte kennis over migraties van landvogels, over nachtelijke migraties, en de mogelijke effecten in deze offshore situatie. Eventueel kunnen de constructies een rustplaats bieden aan bepaalde vogelsoorten in dit offshore gebied.

Het geplande kabeltracé loopt door een gebied (van de laagwaterlijn tot 6

mijl in zee) dat volgens een studie van de BMM/IN (2004, in druk) kwalificeert als Vogelrichtlijngebied, en belangrijk is voor de fuut en de zwarte zee-eend van december tot en met maart. Het leggen van de kabels kan een verstorend effect hebben op deze soorten. Zeer plaatselijk kan een invloed ontstaan op hun voedselbron (directe verstoring van de bodem), en op de beschikbaarheid van het voedsel (verhoogde turbiditeit). Indien het plaatsen van de kabel buiten de periode valt waarin het gebied belangrijk is voor de fuut en de zwarte zee-eend, valt geen significant negatief effect te verwachten op deze soorten. Het leggen van de kabels zal de natuurlijke kenmerken of de kwaliteit van dit gebied niet aantasten, noch de instandhoudingsdoelstellingen van het gebied (cfr. de Europese Vogelrichtlijn) aantasten. Vandaar dat het niet nodig is om hiervoor compenserende maatregelen te nemen (Artikel 4 van de Vogelrichtlijn; Artikel 6 van de Habitatrichtlijn). Het is evenmin noodzakelijk of opportuun dat een andere (langere) route voor de kabel zou gekozen worden (cfr. MER hoofdrapport p.18 en p. 153), enkel omwille van het vermijden van een geplande SPA.

9.3.2. Exploitatiefase

Het is enkel mogelijk de effecten van het voorgestelde windpark op vogels in te schatten door te vergelijken met de effecten van relatief kleine windparken (met uitzondering van het recent aangelegde Horns Rev park), tamelijk dicht bij de kust, en met kleinere turbines dan hier voorgesteld. De mogelijke impact van grotere offshore parken, met grotere windturbines, zijn grotendeels onbekend. Het is duidelijk dat de situatie m.b.t. het voorkomen van vogels en het belang voor de migratie, duidelijk verschillend is op de Thorntonbank dan op de Wenduinebank of de Vlake van de Raan. Vandaar dat het mogelijke effect van windmolens op de Thorntonbank ook zal verschillen van de effecten op de Wenduinebank of de Vlake van de Raan.

9.3.2.1. *Pleisterende vogels en migraties*

Gezien de situatie m.b.t. de ligging en omvang van het park, de migratiecorridors, en het voorkomen van vogels (soorten en aantallen), zijn de aanwijzingen dat belangrijke negatieve effecten zullen optreden op de avifauna door de exploitatie van een windpark op de Thorntonbank, minder overtuigend dan voor de windparken op de Vlake van de Raan of de Wenduinebank. Het gebied is voor geen enkele vogelsoort die op internationaal vlak een beschermingsstatus heeft, specifiek belangrijk. De best beschikbare gegevens tonen aan dat de belangrijke migratiecorridors voor deze en andere soorten veel dicht bij de kust liggen. Volgens een aantal studies vindt trek van vogels van en naar Engeland in een offshore gebied plaats over een zeer breed front (zonder dat die studies een breedte van dergelijk front aantonen), in tegenstelling tot de migratie langs de kust, die van de kustlijn tot enkele km in zee plaatsvindt.

9.3.2.2. *Aanvaringen*

De eerste resultaten van het wetenschappelijk onderzoek in de tamelijk recent aangelegde parken (Horns Rev, Yttre Stengrund, Utgrunden, Tunø

Knob, Blyth Harbour) hebben geen onaanvaardbare effecten aangetoond. Daar waar vogelmortaliteit vastgesteld werd, blijven de omstandigheden en de omvang van de mortaliteit wegens gebrek aan lange-termijn ervaring onduidelijk.

Het vaststellen van aanvaringen en aanvaringsslachtoffers is technisch niet eenvoudig. Er werd in zeer recente rapporten met de resultaten van de monitoring van offshore windparken in het buitenland aangetoond dat bepaalde soorten vogels windturbines konden waarnemen en vermijden, zelfs 's nachts en onder slechte zichtomstandigheden. Dat zou betekenen dat een relatief gering risico voor aanvaringen voor deze soorten zou voorkomen. In deze offshore situatie komen echter soorten voor die niet of weinig voorkomen in de bestaande windparken waar onderzoek naar dit negatieve aspect van windturbines uitgevoerd werd. Bovendien blijft het gebrek aan een goede kennis van migraties van grote groepen landvogels een probleem. Falls in windparken kunnen potentieel grote aantallen slachtoffers maken (door aanvaringen, desoriëntatie of uitputting). Vandaar dat een monitoring van het eventuele optreden van dit fenomeen, en de relatie met de weersomstandigheden, de periode van het jaar, de verlichting van de turbines, en de soorten waarbij het vastgesteld wordt, noodzakelijk is. Of de voorgestelde hoge offshore structuren een invloed zullen hebben op de migratie van infrequente, maar misschien grote groepen vogels, zal enkel kunnen vastgesteld worden door een regelmatige monitoring gedurende een relatief lange periode.

9.3.2.3. *Effecten op gebieden (internationaal) belangrijk voor vogels*

De voorgestelde locatie is gelegen op ongeveer 20 km van de dichtste zone die volgens een studie van de BMM/IN (2004, in druk) voor het aanduiden van Vogelrichtlijngebieden in aanmerking komt, ruim voldoende om te stellen dat geen rechtstreeks effect op deze gebieden te verwachten valt.

9.3.2.4. *Alternatieven voor de funderingen*

Er worden geen in belangrijke mate verschillende effecten verwacht bij toepassen van de alternatieve funderingen. Het type fundering kan eventueel wel een invloed hebben op de mogelijkheden dat deze door vogels gebruikt worden als rustplaatsen in dit offshore gebied.

9.3.3. Upgrade tot 5 MW turbines

Een leemte in de kennis is het effect van het type windturbine op de avifauna. Dit is zowel het geval voor de 3.6 MW turbine als voor de alternatieven tot 5 MW. Mogelijke andere effecten kunnen verwacht worden door de andere hoogte van de turbines, de andere diameter van de wieken, en de andere draaisnelheid (en dus de andere snelheid van de toppen van de wieken). Er zou kunnen verwacht worden dat het negatieve effect op vogels, zowel m.b.t. verstoring als de kans op aanvaringen, zal stijgen naarmate grotere turbines geplaatst worden.

9.3.3.1. Theoretisch berekening van de impact door aanvaringen

Indien we een afgeleid aantal slachtoffers/turbine voor de meest zeewaartse turbines te Zeebrugge (22-58 slachtoffers per turbine per jaar; Everaert *et al.*, 2001) zouden extrapoleren naar het windpark op de Thorntonbank, dan krijgen we volgende aantallen slachtoffers:

- Oppervlakte rotor 600 kW turbine: 1.800 m²
- Oppervlakte rotor 3.6 MW turbine: 8.500 m²
- Oppervlakte rotor 5 MW turbine: 12.000 m²
- Aantal aanvaringsslachtoffers per jaar per 600 kW turbine: 58
- Aantal aanvaringsslachtoffers per jaar per 3.6 MW turbine: $58 \times 8.500 / 1.800 = 274$ slachtoffers per jaar
- Aantal aanvaringsslachtoffers per jaar per 5 MW turbine: $58 \times 12.000 / 1.800 = 387$ slachtoffers per jaar

Het totaal aantal aanvaringsslachtoffers van een windpark van 60 turbines zou dus tussen 16.433 en 23.200 vogels per jaar liggen volgens deze berekening.

Het is echter niet opportuun dergelijke extrapolatie uit te voeren voor een theoretische berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers van een windpark op de Thorntonbank, omwille van volgende redenen:

- Het valt niet te verwachten dat de effecten lineair stijgen met de oppervlakte die de rotorbladen bestrijken.
- Het valt niet te verwachten dat de effecten lineair stijgen volgens het aantal turbines in een park.
- De dichtheden van vogels in Zeebrugge zijn veel hoger dan op de Thorntonbank; bovendien komen aanvaringsgevoelige soorten zeevogels (cfr. Stienen & Kuijken, 2003) slechts marginaal voor in het gebied van de Thorntonbank, met uitzondering van de kleine mantelmeeuw. De kleine mantelmeeuw wordt echter vaak geassocieerd met vissersschepen, die in een windpark niet meer zullen aanwezig zijn. In Zeebrugge zijn zilvermeeuwen vaak het slachtoffer, een soort die op de Thorntonbank veel zeldzamer is dan in Zeebrugge.

Anderzijds komen in Zeebrugge geen typisch offshore vogelsoorten voor, en de impact op deze soorten is vooralsnog niet goed gekend. Bovendien zijn weinig gegevens beschikbaar over het mogelijk voorkomen en het effect van falls.

9.3.4. Leemten in de kennis

De effecten van offshore windparken op vogels zijn grotendeels onbekend, doordat offshore parken vrijwel nog niet bestaan, of zeer recent aangelegd werden. Het onderzoek en de daarbij gebruikte methodes dienen nog verder ontwikkeld te worden. Resultaten van onderzoek naar de specifieke effecten

op de avifauna van 3.6 MW turbines of 5 MW turbines is onbestaande, dit zowel in een offshore als in een terrestrische omgeving. Extrapolaties van de effecten van kleinere turbines naar grotere kunnen niet zomaar gemaakt worden. Bovendien is het effect in elke locatie specifiek.

Er bestaan weinig gegevens over nachtelijke vliegbewegingen, en over migraties (gebieden en vlieghoogtes tijdens de migratie, van landvogels in het bijzonder). Een onbekende factor is het cumulatieve effect van de windparken in de zuidelijke Noordzee waarvoor concrete plannen bestaan, indien bevestigd wordt dat vogels de parken vermijden.

Er bestaat weinig informatie over de invloed op vogels van de verlichting van de windturbines, en het optreden van falls in offshore windparken. Verlichting kan een aantrekkend effect hebben, maar hoe dit ontstaat, of welke verlichting potentieel de grootste negatieve invloed heeft, is grotendeels onbekend.

9.4. *Besluit / aanvaardbaarheid voor het mariene milieu*

Afgeleid uit de referentiesituatie en de mogelijke effecten, moeten we besluiten dat het risico voor negatieve effecten van de aanleg en de exploitatie van een windpark op deze locatie aanvaardbaar is voor wat betreft de avifauna, en dit zowel voor het 3.6 MW als voor de alternatieven tot 5 MW. De beschikbare gegevens tonen aan dat de Thorntonbank waarschijnlijk een meer geschikte locatie in Belgische zeegebieden is dan de eerder onderzochte gebieden (Wenduinebank, Vlake van de Raan) voor wat betreft mogelijke negatieve effecten van windturbines op vogels. De 2 verschillende types funderingen die voorgesteld zijn (monopile of tripode), zijn aanvaardbaar voor wat betreft de mogelijke effecten op de avifauna.

De aanvaardbaarheid van de risico's werd beoordeeld op basis van de huidige gegevens van onderzoeksresultaten, voor een belangrijk deel verzameld met recent ontwikkelde technieken. Dit betekent dus niet dat er geen risico's bestaan. De beschikbare (voorlopige) gegevens over zeer recent onderzoek van offshore windparken tonen aan dat het verstoringseffect en het aantal vogels dat het slachtoffer wordt door aanvaringen met de turbines in de meeste gevallen klein is, en verwaarloosbaar op populatieniveau. Gezien het effect van 3.6 MW turbines (en grotere alternatieven) en de effecten van offshore turbines op vogels echter grotendeels onbekend zijn, wordt aangeraden de constructie van het windpark te starten met een pilootfase, waarin monitoring van de effecten dient plaats te vinden.

9.5. *Aanbevelingen*

Gezien het effect van 3.6 MW turbines en grotere alternatieven, en de effecten van offshore turbines op vogels grotendeels onbekend zijn, wordt aangeraden de constructie van het windpark te starten met een pilootfase, waarin monitoring van de effecten dient plaats te vinden.

10. Elektromagnetische velden

10.1. Gegevens uit het MER

10.1.1. Effecten van elektromagnetische velden

De energie opgewekt door de windturbines wordt getransporteerd d.m.v. driefasige 36 kV kabels (binnen het park) en d.m.v. twee driefasige 150 kV kabels (van het park naar land). De 36 kV kabels worden op één meter diepte ingegraven, de 150 kV kabels op twee meter diepte. Er is slechts weinig informatie beschikbaar over effecten op biota van elektromagnetische straling, gegenereerd door stroom die door de kabels op of onder de zeebodem loopt.

In het MER is niet duidelijk wat het elektrisch veld is dat gemeten werd tot op 4 m rond de kabels van 150 kV ($1000\mu\text{V}/\text{cm}$ of $1000\mu\text{V}/\text{m}$; MER p. 139). Voor alle duidelijkheid willen we hier vermelden dat in Gill & Taylor (2001) als maximum elektrisch veld van een driefasige 150 kV kabel $1000\mu\text{V}/\text{m}$, of $10\mu\text{V}/\text{cm}$ is (zonder afscherming van de kabels door een geaarde buitenwand van geleidend materiaal).

Er is een eerste studie over mogelijke effecten op vissen, uitgevoerd in het Horns Rev windpark (MER p. 138 e.v.). In de studie wordt gesteld dat het effect van de 36 kV en 150 kV kabels op een afstand van 100 m verwaarloosbaar klein is.

Vooral kraakbeenvissen (roggen en haaien) kunnen elektrische velden waarnemen. Uit een studie gerefereerd in het MER blijkt dat de hondshaai een elektrisch veld van $1000\mu\text{V}/\text{m}$ (zoals gegenereerd in een 150 kV kabel met 600 A) vermijdt, maar dat deze reactie afhankelijk was van het individu.

Op basis van literatuurgegevens wordt in de bijkomende studie uitgevoerd door het IN (Stienen *et al.*, 2002) vermeld dat een eventueel effect van elektromagnetische velden enkel een eventueel negatief effect zou hebben binnen een zeer korte afstand ($< 1\text{m}$) van de kabel. Vandaar dat het mogelijke effect op zeezoogdieren verwaarloosbaar is.

10.1.2. Bijkomende informatie meegedeeld door C-Power

Op vraag van de BMM werd door C-Power meer technische informatie gegeven over de kabels, en de gegenereerde elektromagnetische velden. Het magnetisch veld rond de kabels bedraagt ten hoogste $1,8\mu\text{T}$ (μ Tesla) op 1 m van de kabel, en neemt snel af volgens de afstand. Op 2 m van de kabel bedraagt de magnetische veldsterkte nog $1,4\mu\text{T}$, en op 6 m van de kabel nog ongeveer $0,2\mu\text{T}$. Op 100 m afstand bedraagt het elektromagnetische veldsterkte rond de 150 kV kabel minder dan $0,002\mu\text{T}$. De sterkte van het aardmagnetisch veld in de Noordzee bedraagt 48 tot $50\mu\text{T}$.

10.2. *Recente gegevens - aanvullingen aan het MER*

Enkele recente studies werden geraadpleegd. In een studie van Engell-Sørensen (2002) kon –door omstandigheden – geen conclusie getrokken worden over mogelijke effecten op vissen door de elektromagnetische velden gecreëerd door de stroomkabels van het Vindeby offshore windpark. Op 1 meter van de kabels (10 kV, driefasig) was het magnetische veld gegenereerd door de kabels kleiner dan het aardmagnetisch veld.

In een studie van het CMACS (2003) werd geconcludeerd dat een driefasige, elektromagnetisch afgeschermd 132 kV kabel (zoals op de markt beschikbaar), waar een stroom van 350 A door loopt, en die ingegraven is op 1 m diepte, een (secundair) elektrisch veld creëert van $91 \mu\text{V/m}$ bij de zeebodem. Kraakbeenvissen kunnen tot $0,5\mu\text{V/m}$ waarnemen. Een test toonde aan dat door een niet afgeschermd kabel tot $1000 \mu\text{V/m}$ gegenereerd werd. De kabels die voorgesteld worden in het project op de Thorntonbank zijn driefasige, elektromagnetisch afgeschermd kabels (d.w.z. met een mantel met geleidende materialen).

Het is waarschijnlijk dat een hondshaai een ingegraven kabel, vergelijkbaar met de kabel die in het project gebruikt wordt, kan waarnemen tot op enkele meters van de kabel. Er bestaan mogelijkheden om het gegenereerde elektromagnetisch veld te verkleinen, maar dit vereist het gebruik van speciale materialen en technieken. Het resulterende elektromagnetisch veld zal in de meeste gevallen nog steeds waarneembaar zijn voor kraakbeenvissen, en eventueel een aantrekkende reactie tot gevolg hebben voor deze soorten (CMACS, 2003). Het sediment waarin de kabel ingegraven wordt, heeft geen directe gevolgen voor de sterkte van het (secundaire) elektrisch veld.

Het magnetisch veld in de onmiddellijke nabijheid van een perfect afgeschermd kabel van 132 kV, en bij 320 A, bedraagt ongeveer $1,6 \mu\text{T}$ binnen enkele millimeters van de kabel (CMACS, 2003). Volgens de bijkomende gegevens van C-Power (op basis van informatie aan hen verstrekt door de constructeur van de kabels, ABB Power Technology Products) bedraagt de magnetische veldsterkte op 1 m van de kabels die gebruikt zouden worden bij de exploitatie van het voorgestelde windpark, ten hoogste $1,8 \mu\text{T}$.

In ieder geval wordt het gebruik van driefasige wisselstroomkabels verkozen boven tweefasige of monopolaire DC kabels, omwille van het feit dat de grootte van elektrische en magnetische velden hierbij minimaal is (Greenpeace, 2000).

10.3. *Beoordeling*

Door het transport van de elektrische energie van het park door de elektriciteitskabels, ontstaan (secundaire) elektromagnetische velden rond de kabel. Elektromagnetische velden kunnen effecten hebben op vissen (vooral kraakbeenvissen) en op bepaalde soorten zeezoogdieren. Het valt echter niet te verwachten dat de geringe elektromagnetische velden gegenereerd door de

(afgeschermd) 36 kV of de 150 kV kabels, een belangrijk negatief effect zullen hebben op vissen of zeezoogdieren. Eventueel zullen de kabels waarneembaar zijn voor kraakbeenvissen die net boven de zeebodem zwemmen. De 36 kV en 150 kV kabels worden respectievelijk op 1 m en op 2 m diepte ingegraven, zodat de onmiddellijke omgeving rond de kabels, waar de grootste elektromagnetische veldsterktes optreden, fysisch afgeschermd is. Niettemin moet met de mogelijkheid rekening gehouden worden dat de kabels door erosie vrij op de zeebodem komen te liggen.

De gegenereerde magnetische velden bij deze driefasige kabels zijn op een relatief kleine afstand (meters) van de kabel reeds zeer klein tegenover de grootte van het aardmagnetisch veld.

10.3.1. Upgrade 5 MW

Er worden geen belangrijke veranderingen (verhogingen) in de elektromagnetisch velden rond de kabels verwacht bij het upgraden van 3.6 MW molens naar types met een hoger vermogen.

10.3.2. Leemten in de kennis

Er werden slechts weinig in situ metingen uitgevoerd van het elektromagnetisch veld gegenereerd door submariene hoogspanningskabels. Er werd slechts weinig onderzoek uitgevoerd naar de gevolgen van elektromagnetische velden op vissen of zeezoogdieren, en nog minder op andere organismen. Bovendien is niet bekend wat de invloed is van de frequentie van de wisselstroom (normaal gezien 50 Hz), en wat de reactie is van biota, die normaal gezien niet aan magnetische velden gegenereerd door wisselstroom blootgesteld worden.

10.4. *Besluit /aanvaardbaarheid voor het mariene milieu*

Het risico voor het milieu door het exploiteren van de kabels voor het transporteren van de gegenereerde stroom, wordt voor wat betreft de mogelijke effecten door elektromagnetische velden, aanvaardbaar geacht.

10.5. *Aanbevelingen*

Het wordt aanbevolen de diepte waarop de kabels ingegraven zijn op regelmatige tijdstippen te controleren, en kabels die vrij op de zeebodem liggen, opnieuw in te graven, dit om de eventuele effecten van de elektromagnetische straling zo klein mogelijk te houden.

11. Menselijke activiteiten

11.1. Zand- en grindwinning

11.1.1. Gegevens uit het MER

Voor dit aspect wordt in het MER (p. 183–186) informatie uit de beschikbare bronnen gebruikt en verwerkt.

11.1.1.1. Referentiesituatie

Exploitatie van zand en grind gebeurt in twee welbepaalde gebieden. Zone 2 omvat de Kwintebank, Buiten ratel en Oostdyck, Zone 1 de Thorntonbank. Het gebied waarvoor een domeinconcessie werd verkregen, valt gedeeltelijk binnen zone 1. Uit de overzichtstabel (MER, p.184) blijkt dat deze zone weinig intensief gebruikt wordt voor de winning van zand of grind. In 2001, werden 77.274 m³ (4% van de totale aanvoer) in Zone 1 ontgonnen.

In het zand- en grindwinningsgebied 1 zijn concessies toegekend aan drie bedrijven voor de volledige gereduceerde zone 1. De geciteerde volumes zijn echter geldig voor zone 1 en 2 samen (~1.950.000 m³/jaar). Er zijn momenteel weinig gegevens beschikbaar die aanduiden of en waar er op de Thorntonbank effectief aan exploitatie gedaan wordt.

Naast deze ruime concessies verkreeg Belmagri een meer nauwkeurig afgebakende concessie in de zone 1 voor een volume van 200.000 m³/jaar. Deze concessie overlapt niet met de aangevraagde concessies voor het windmolenpark van C-Power.

De evolutie van het toekomstige gebruik voor zand - en grindextractie in de Belgische zeegebieden is moeilijk voorspelbaar. Wat vaststaat is een toename van de vraag naar kwaliteitszand en -grind op de markt.

11.1.1.2. Effecten: constructie- exploitatie- en ontmantelingsfase

Krachtens het concessiebesluit van C-Power kunnen zand- en grindwinningactiviteiten niet langer plaatsvinden binnen het concessiegebied en de veiligheidszone van C-Power. De verkregen concessie van C-Power ligt bijna volledig in zone 1. Het belang van zone 1 is op dit ogenblik beperkt in vergelijking met de totale aanvoer. Er is geen overlap van het windmolenpark met de concessie van Belmagri nv.

De voorgestelde 150 kV kabel doorkruist de gereduceerde zone 1 over een afstand van ongeveer 4 km en de zone 1 over een afstand van ongeveer 7 km. Rekening houdende met een breedte van 600 meter komt dit overeen met een niet bruikbare zone van respectievelijk 2.4 en 4.2 km². Wat betreft Belmagri wordt een minimale afstand van 250 meter gerespecteerd.

Omdat er geen gekwantificeerde gegevens bestaan over de milieu-impact van zand- en grindwinning op deze locatie acht het MER een vergelijking met de impact van het windmolenpark zeer moeilijk. Op basis van expertbeoordeling wordt geschat dat de versturende impact op het bodemleven beperkter en op de avifauna hoger is, dan deze van de aggregatenextractie. Een uitspraak over de impact op bodemdynamiek en morfologie is niet mogelijk vanwege een gebrek aan

gegevens. Er wordt geen wederzijdse invloed op de milieueffecten verwacht van de kabellegging of exploitatie.

11.1.1.3. *Monitoring*

Gezien de nabijheid van het concessiegebied van Belgrami voor extractie, en de specifieke onzekerheden in verband met eventuele interacties tussen milieueffecten van beide activiteiten, is een aangepaste monitoring hier wenselijk. De bestaande procedures voor monitoring van de zand-en grindextracties die momenteel bestaan lijken volgens het MER voldoende mogelijkheden te geven voor een adequate monitoring in het grensgebied tussen beide gebieden (MER, p.186).

11.1.2. Recente gegevens/aanvullingen MER - leemten in de kennis

11.1.2.1. *Referentiesituatie*

Volgens het MER, zijn 3 bedrijven bezig met winningen in de zone 1. Sinds de zomer 2003 is deze situatie echter veranderd. Slechts één schip is nog actief op de Thorntonbank (buiten de Belmagrizone), waarvan de activiteit eventueel kan overlappen met de concessie van C-Power.

Sinds juni 2003 bedraagt het totaal gewonnen volume op de Thorntonbank ongeveer 200.000 m³/jaar.

11.1.2.2. *Effecten*

De effecten van de zand - en grindwinning zullen binnen het concessiedomein van C-power verdwijnen en vervangen worden door de milieu-impacten van het windmolenpark. De bestaande zand-en grindwinningsactiviteiten worden onderworpen aan een continue monitoring.

Een upgrade van 3.6 MW naar 5 MW zal geen verschil uitmaken qua impact op de resterende zandwinningactiviteiten.

11.1.3. Beoordeling en besluit

Door de realisatie van het voorgestelde project zal een verlies aan gebiede voor de zand- en grindwinningindustrie optreden. Er kunnen door het ruimtelijke conflict eventuele problemen ontstaan i.v.m. juridische en bestaande gebruiksrechten. Indien er een onaanvaardbare invloed van de windturbines op de resterende zandwinningactiviteit is, dient deze door de bevoegde instanties (in naam van de betrokken sectoren) vastgesteld en opgelost te worden.

11.1.4. Compensaties in milieuvoordelen

Aangezien er geen negatieve milieueffecten door het stoppen van zandwinning verwacht worden, is er geen compensatie in milieuvoordelen vereist. Het vaststellen van eventuele economische compensaties voor mogelijke inkomstenverliezen ligt buiten de bevoegdheid van deze MEB.

11.2. *Kabels en pijpleidingen*

11.2.1. Gegevens uit het MER

11.2.1.1. *Referentiesituatie*

Het MER geeft een overzicht van de verschillende kabels en pijpleidingen die

door het gebied lopen (MER, p.187). Zes 33 kV kabels zullen de Interconnector pijpleiding en de Concerto #1 South communicatiekabel kruisen. De methode van kruisen zal geen invloed hebben op de milieueffecten van de bestaande kabel of pijpleiding. De kruisingen gebeuren in overleg met de exploitanten en conform de internationale veiligheidsvoorschriften. De aanlandingskabel (150 kV) kruist twee telecommunicatiekabels tijdens zijn traject van het windmolenpark naar de kust. De eerste is buiten gebruikt gestelde telecommunicatiekabel. Bij de kruising van deze kabel dient ervoor gezorgd te worden dat de ongebruikte kabel niet bloot komt te liggen om lokale erosie of sedimentatie effecten te voorkomen. Een tweede kabel die gekruist wordt, is de PEC kabel. Het kruisen van deze kabel gebeurt in overleg met de exploitant

11.2.1.2. *Effecten*

Op en rond de Thorntonbank liggen alle bestaande telecommunicatielijnen minimaal 500 m verwijderd van de bekomen concessie. Dit is het dubbele van de vereiste veiligheidszone van 250 m rond de kabels. Daarom mag aangenomen worden dat er geen sprake is van enig effect van de inplanting van de windturbines, meetmasten of transformatorplatform van het project op de telecommunicatiekabels of vice versa, en dus ook niet op de eventuele bestaande milieu-impact van de kabelactiviteit tijdens de verschillende fasen van het project (MER, p.187).

De methode van de kruising zal geen invloed hebben op de milieueffecten van de bestaande Concerto #1 South kabel of Interconnector pijpleiding. De geplande methode voor het kruisen van de PEC kabel heeft geen invloed op de milieueffecten van de PEC kabel.

11.2.2. Recente gegevens/aanvullingen MER - leemten in de kennis

Kennis over de waarschijnlijke en mogelijke evoluties van de morfologie van de zeebodem ter hoogte van kruisingen met de telecommunicatiekabels is onvoldoende, wegens een gebrekkige kennis van lokale erosie of sedimentatieprocessen. Dit wordt als een leemte in de kennis beschouwd (MER, p.188).

11.2.3. Beoordeling en besluit

Gezien de ruime marge die de aanvrager in aanmerking neemt voor de veiligheidszone en de voorzorgsmaatregelen die zullen getroffen worden bij de kruisingen, is het onwaarschijnlijk dat er effecten zullen optreden bij de kabels/pijpleidingen in de omgeving, t.g.v. het windmolenpark en de electriciteitskabels.

11.3. *Andere windmolenparken*

11.3.1. Gegevens uit het MER

11.3.1.1. *Referentiesituatie*

Voor de referentiesituatie en de autonome ontwikkeling wordt aangenomen dat het Seanergy windmolenpark zal worden gebouwd. Gezien de recente opschorting van de bouwvergunning door de Raad van State is het niet zeker of dit

windmolenpark effectief zal gebouwd worden (MER, p.189).

11.3.1.2. *Effecten*

Gezien de ruimtelijke spreiding van het project van C-Power en het project Seanergy worden geen effecten – ook geen milieueffecten- verwacht van de parken op elkaar. Er is ook geen invloed van het ene park op het andere park wat betreft milieueffecten (MER, p.189).

11.3.2. Recente gegevens/aanvullingen MER - leemten in de kennis

11.3.2.1. *Referentiesituatie*

De BMM merkt op dat de Raad van State niet de bouwvergunning van Seanergy, maar wel de milieuvergunning schorste. Er werd tot op heden geen uitspraak gedaan door de Raad van State over een mogelijke annulatie. De Tijdelijke Vereniging Electrabel-Jan De Nul heeft op 1 oktober 2003 een nieuwe aanvraag ingediend op basis van de nieuwe KB's verschenen in september 2003, maar deze aanvraag werd door de Minister van de Noordzee onontvankelijk verklaard omwille van de onvolledigheid van het MER.

11.3.2.2. *Effecten*

Bij de cumulatieve evaluatie van beide projecten is voorzichtigheid geboden. Het is niet omdat beide projecten relatief ver van elkaar verwijderd zijn dat geen cumulatieve impact kan optreden. De bewering dat er geen invloed is van het ene park op het andere wat betreft milieueffecten is dus voorbarig. Indien de mogelijkheid van een cumulatieve impact bestaat, wordt deze bij het desbetreffende hoofdstuk van deze MEB uitgewerkt.

11.3.3. Beoordeling en besluit

Bij de evaluatie van de cumulatieve impact van het C-Power project en het Seanergy project op het mariene milieu is voorzichtigheid geboden. De stelling in het MER dat er geen effecten moeten worden verwacht van de parken op elkaar dient met de nodige voorzichtigheid gehanteerd te worden.

11.4. *Militaire activiteiten en scheepvaart*

11.4.1. Gegevens uit het MER

11.4.1.1. *Referentiesituatie*

Op de Gootebank en het westelijke deel van de Thorntonbank vinden militaire activiteiten plaats, echter buiten de verkregen concessie. Deze activiteit houdt het laten ontploffen van oorlogsmunitie en oefenmijnen in. Vlak voor de kust van Oostende ligt de NBH-10 zone, een oefenzone voor mijnenbestrijdingsschepen. De voorgestelde 150 kV kabels liggen hiervan echter ver genoeg verwijderd (MER, p.189)

In de Belgische zeegebieden (BZG) zijn er twee belangrijke scheepvaartroutes. De eerste bevindt zich aan de uiterste Noordwestrand van de BZG en omvat het merendeel van het verkeer dat door het Kanaal komt. De tweede belangrijke scheepvaartroute omvat de vaargeulen Scheur en Wielingen welke in de kustwateren ten zuiden van het projectgebied liggen. Ongeveer 65.000 schepen

maken gebruik van deze vaargeul (MER, p. 190).

11.4.1.2. *Effecten*

Volgens het MER wordt geen impact verwacht op de militaire activiteiten.

Er zal extra scheepvaart zijn naar het projectterrein tijdens de constructie en ontmantelingsfase. Alleen tijdens het jaarlijks onderhoud wordt scheepvaart naar het windmolenpark verwacht (MER, p.191).

Voor de volledige bouw van de 60 turbines wordt gerekend op een totaal van 658 enkele scheepvaartbewegingen van/naar het park, zonder het hulpmaterieel (schepen om bemanning op en neer te brengen). Dit cijfer is afhankelijk van weersomstandigheden, stilligtijden, enz...

11.4.2. Recente gegevens/aanvullingen MER - leemten in de kennis

Het voorgestelde windmolenpark op de Thorntonbank ligt in een oefengebied van Defensie. Na onderzoek zijn de Luchtcomponent en Marinecomponent er in geslaagd een alternatief oefengebied vrij van de aangevraagde windmolenpark concessie te vinden.

11.4.3. Beoordeling en besluit

Door het verplaatsten van het militaire oefengebied worden geen schadelijke effecten verwacht van het windmolenpark op de militaire activiteiten

Het windmolenpark zal geen belangrijke effecten hebben op de scheepvaart *in se*. Voor wat betreft veiligheidsaspecten wordt verwezen naar het desbetreffende hoofdstuk.

De extra scheepvaartbewegingen tijdens de bouw, exploitatie en ontmantelingsfase zullen vermoedelijk niet interferen met het reeds bestaande verkeer.

11.5. *Toerisme*

11.5.1. Gegevens uit het MER

11.5.1.1. *Referentietoestand*

De potentiële milieugevolgen van effecten van het windturbine project op het toerisme zijn vooral gebaseerd op de (beperkte) beschikbare literatuur. De kwesties in verband met de specifieke aspecten van het landschap(zeezicht) worden behandeld in dat gedeelte (MER, p.191)

Gemiddeld de helft van de toeristische overnachtingen wordt doorgebracht aan de kust.

Op het ogenblik zijn er geen gegevens voorhanden die ons inzicht verschaffen in de economische betekenis of de reikwijdte van de recreatieve watersport aan de Belgische kust of in het onderzochte gebied. Er bevinden zich verschillende jachthavens en surfclubs in de badplaatsen aan de oostkust. Het is niet gekend in hoeverre jachteigenaars de koers van de professionele scheepvaart zouden kruisen en in, of dichtbij, het projectgebied belanden. Men mag aannemen dat surfers en roeiboten niet zo ver op zee gaan (MER, p.192).

11.5.1.2. *Effecten*

Het is uiterst moeilijk in te schatten welk effect een windmolenpark op het

toerisme zal kunnen hebben. De belevingswaarde van de kust aan de ene kant en de mogelijkheid van toeristische uitstappen aan de andere kant zijn waarschijnlijk de twee kernaspecten in de socio-economische uitwerking van het windmolenpark op het toerisme. De belevingswaarde wordt diepgaand besproken in het gedeelte over het landschap (MER, p.193).

11.5.2. Recente gegevens/aanvullingen MER - leemten in de kennis

11.5.2.1. Leemte in kennis

Voorzover gekend zijn er geen onderzoeksgegevens beschikbaar over de effecten van windmolenparken op de socio-economische aspecten van toerisme en recreatie. Er zijn geen gegevens gekend over de intensiteit van verschillende vormen van watertoerisme (zeilen, surfen, zwemmen, pleziervaart) (MER, p.193).

11.5.3. Beoordeling en besluit

Het windmolenpark kan voor sommige mensen als positief ervaren worden, voor andere als negatief. Er wordt verwezen naar het hoofdstuk zeezicht en de bijkomende studie uitgevoerd door het WES (WES, 2002 en 2003) waar de beleving van windmolens door verschillende groepen (inwoners, horeca, toeristen) wordt besproken. Voor de beleving van windmolens wordt verwezen naar het hoofdstuk zeezicht van deze MEB.

11.6. Visserij

11.6.1. Gegevens uit het MER

Voor dit aspect wordt in het MER (p. 175 –183) voldoende informatie uit de beschikbare bronnen gebruikt en verwerkt, aangevuld met gegevens uit een studie uitgevoerd door het Departement voor Zeevisserij (De Clerck *et al.*, 2003).

11.6.1.1. Referentietoestand

Voor het beschrijven van de referentiesituatie werd de beschikbare informatie in voldoende mate verzameld en verwerkt. De hiaten in de kennis zijn voldoende aangegeven.

De verwezenlijking van een windmolenpark op de Thorntonbank zal een (in de eerste plaats economische) invloed hebben op de activiteiten van een aantal vissers.

De voornaamste soorten die gevangen worden in de Belgisch zeegebieden (ICES visvakken 102, 103, 202 en 104) zijn garnalen en platvis, vooral tong, schar en schol. In de studie van het Departement voor Zeevisserij wordt specifiek het relatieve belang van de Thorntonbank nagegaan in het exploitierbare visbestand aan de hand van gegevens verstrekt door de Dienst Zeevisserij voor de visvakken 103 en 202 (waarin de Thorntonbank gelegen is).

De visserijactiviteiten in de relevante ICES visvakken (vooral dan 202) werden nagegaan en vergeleken met andere visvakken van de Belgische zeegebieden zowel naar opbrengst als naar activiteit (via positiegegevens bijgehouden door de Dienst Zeevisserij), aangevuld met de resultaten van een bevraging door het Departement Zeevisserij (De Clerck *et al.* 2003).

Daaruit blijkt dat het studiegebied voor de commerciële exploitatie van vis en garnaal in vergelijking met andere zones zoals de Wenduine Bank of de Vlakte van de Raan een eerder ondergeschikt belang heeft. Ook de satelliet registratie van de

vissersvaartuigen bevestigde deze bevinding. De totaliteit van de opbrengst in het visvak waarin de Thorntonbank gelegen is, is opmerkelijk lager dan in de omgevende visvakken. Wel kan het gebied als visserijgebied mogelijk relatief belangrijker zijn voor Nederlandse (Zeeuwse) eurokotters, maar gegevens over de Nederlandse vloot werden niet verwerkt.

In het MER komt men na evaluatie van de beschikbare gegevens en gezien de huidige ontwikkelingen in het visserijbeleid tot het besluit dat de toestand voor de Belgische kustvisserij er vrij somber uitziet zelfs indien het gebied een autonome ontwikkeling zou kennen, dus zonder de bouw van de windmolens.

11.6.1.2. *Effecten*

Constructie- exploitatie- en ontmantelingsfase

Geleidelijk zal een bepaald oppervlak van de potentiële visgronden ingenomen worden door de windmolens en niet meer bevisbaar worden.

In het MER wordt een berekening gemaakt van het verlies aan bevisbare visgronden in verhouding tot de totale bevisbare oppervlakte van de Belgische zeegebieden. Ruwweg 83% van de Belgische zeegebieden kan bevisd worden. Daarvan zou het concessiegebied 0.5% innemen. Een verlies aan visgronden leidt tot inkomstenverlies en eventueel banenverlies. In het MER wordt het mogelijke banenverlies geschat op 1 à 2 of 620 000 EUR aan toegevoegde waarde, wat significant kleiner is dan de vastgestelde jaarlijkse schommelingen binnen de sector. Omdat er weinig gedetailleerde gegevens voorhanden zijn over de kustvisserij gaat het hier om een zeer grove schatting.

Er treedt ook een verlies aan visgronden op omdat een zone van 600m rond de kabels niet meer bevisbaar zou zijn. Dit zou neerkomen op een oppervlakte van 22 km². In de praktijk zou dit minder zijn omdat de kabels door gebieden lopen die nu al niet gebruikt worden voor de visvangst.

De impact van het volledig afsluiten van deze concessie zou volgens het MER waarschijnlijk slechts een minimale of verwaarloosbare invloed hebben op de werkgelegenheid in vergelijking met de autonome ontwikkeling. Anderzijds zou er een positieve invloed op het milieu kunnen zijn door een vermindering van visserijgebonden verstoring met name de boomkorvisserij.

11.6.2. **Recente gegevens/aanvullingen MER - leemten in de kennis**

11.6.2.1. *Referentietoestand*

Zoals in de MEB voor het project op de Vlakte van de Raan (ingediend door Seanergy) al werd vermeld en ook in dit MER opnieuw geconstateerd wordt, blijft het in het algemeen zeer moeilijk om gedetailleerde en correcte gegevens te verkrijgen over de visserijsector en visserij gerelateerde activiteiten. Dit geldt in het bijzonder voor kleine geografische eenheden.

Het werkelijke verlies aan visgronden zal wellicht hoger zijn dan 0.5% (tot maximaal 1.5%). Bij de berekeningen van het verlies aan visgronden door de bouw van het project werd uitgegaan van de oppervlakte van het concessiegebied van 13.79 km² dus zonder veiligheidszone van 12.61 km². Het verlies aan visgronden door het kabeltracé, nogmaals 22 km² werd niet mee in rekening gebracht omdat in de praktijk een aantal zones zoals vaargeulen toch al niet bevisbaar zouden zijn. Daarnaast is het weliswaar zo dat de veiligheidszone en het kabeltracé in theorie niet bevisbaar zullen zijn maar dat vissers zich daar in de praktijk vermoedelijk

niet volledig aan zullen houden en in deze zones of een deel ervan op eigen risico toch zullen vissen.

Naast het verlies aan visgronden is er ook een verlies aan doorvaarttijden en een verlies aan tijd nodig om andere visgronden op te zoeken en te bevissen (Boon, 2000). Wanneer er uitgebreidere windmolenparken zouden komen zullen de effecten van verlies aan visgronden en eventueel ook aan doorvaarttijd naar verhouding substantiëler zijn.

11.6.3. Beoordeling

Constructie- en ontmantelingfase en exploitatie fase

Het verlies aan visgronden dat zal optreden door het project te realiseren in zijn huidige vorm en op de voorgestelde locatie is klein, maar klaarblijkelijk wat hoger dan in het MER vastgesteld wordt. Op basis van zuivere oppervlakte overwegingen zou dit verlies oplopen tot maximum 1.5% van de bevisbare zeegebieden. Zo'n verlies zou kunnen gecompenseerd worden door positieve effecten van het herstel van de biodiversiteit naar aanleiding van de vermindering van visgebonden versterking in het gebied.

Upgrade naar 5 MW turbines

Een upgrade van 3.6MW naar 5 MW zal geen verschillen qua impact op de visserij activiteiten hebben.

11.6.4. Besluit

Het verlies aan visgronden door de realisatie van het huidige project is aanvaardbaar. Zoals in het MER wordt vastgesteld zal de impact van het volledig afsluiten van deze concessie op de werkgelegenheid in de visserij in vergelijking met een autonome ontwikkeling, waarschijnlijk minimaal of verwaarloosbaar klein zijn.

11.7. *Aanvaardbaarheid*

Op voorwaarde dat het potentiële conflict i.v.m. de bestaande gebruiksrechten met de concessiehouders van zand- en grindwinning opgelost wordt, is het project aanvaardbaar voor het onderdeel menselijke activiteiten. Eventueel zijn er ook positieve effecten te verwachten op ecosysteemfuncties die rechtstreeks van belang zouden kunnen zijn voor bepaalde visstocks.

11.8. *Economische compensaties*

Het vaststellen van eventuele economische compensaties voor het inkomstenverlies in de visserij ligt buiten de reikwijdte van dit MER. Eventuele alternatieven zoals aquacultuur en restocking die voorgesteld worden ter compensatie dienen het voorwerp uit te maken van een afzonderlijk MER.

12. Zeezicht

12.1. *Gegevens uit het MER*

12.1.1. Constructie/ontmanteling

Het MER stelt vast dat het aantal schepen dat af- en aanvaart en dat verantwoordelijk is voor het project, eerder gering is ten opzichte van het gemiddelde aantal schepen dat op de verschillende vaarroutes voorkomt, o.a. door de aanwezigheid van de haven van Zeebrugge. Er worden ongeveer 658 beweging naar/van het park geschat (enkel reis). De verhoogde scheepvaartbeweging kan anderzijds aantrekkelijk zijn voor sommige toeristen. Bijgevolg wordt het effect van de schepen als gering negatief beoordeeld. (MER, p.168)

De constructieactiviteiten zullen vooral een effect op de beleving van toeristen, bewoners en vissers hebben. Gezien het windmolenpark op een grote afstand in zee geplaatst wordt, zullen de constructieactiviteiten ter hoogte van het windmolenpark bijna niet te zien zijn. Dit volgt uit de zichtbaarheidgegevens. (MER, p. 168)

Het effect op het landschap als gevolg van de bekabeling binnen het park en van het park tot het land zal gering zijn. Voor de aanleg van de kabels zullen een aantal schepen en machines die het leggen van de kabels uitvoeren, verantwoordelijk zijn. De aanwezigheid van deze schepen kan een tijdelijke visuele verstoring van het landschap tot gevolg hebben, maar gezien het tijdelijke effect wordt dit als een gering negatief effect beschouwd. (MER, p.173)

12.1.2. Exploitatie

12.1.2.1. *Visuele impact*

Het zichtbare deel van de dichtste windturbine (vanuit de kust) bedraagt 36,84m (op basis van een windturbine van 75m) (MER, p.170). De mast heeft een diameter van 5 meter, een wanddikte van 60 mm. De rotor heeft een diameter van 100 m (MER, pp. 26-27).

De minimale hoek die voor het menselijke oog zichtbaar is tegenover een egale achtergrond wordt geschat tussen 0,2 en 1 boogminuut. Op een afstand van 27 km komt dit overeen met een object met een diameter van ongeveer 1 tot 8 meter. Dit wil dus zeggen dat de afmetingen van de windturbines van zulk een aard zijn dat ze op een afstand van 27 km zich op de rand van het waarneembare voor het oog bevinden. Daarnaast is het menselijke oog vooral gericht op patroonherkenning, zodat dit ook nog een effect kan hebben op wat nog "gezien" wordt (MER, p.170).

12.1.2.2. *Zichtbaarheid (meteo)*

Vanuit Zeebrugge, gelegen op 27 km van het windmolenpark, zullen de activiteiten en de windmolens vermoedelijk ongeveer 1/10 van de tijd te zien

zijn (gemiddelde van 18.9% en 2.5%, de waarden uit de Nederlandse dataset). Anderzijds kan evengoed gesteld worden dat gezien de tegenstrijdige zichtbaarheidgegevens (n.v.d.r. Nederland- België) het echter ook mogelijk zou zijn dat het windmolenpark op deze afstand nooit zichtbaar zal zijn. Vanuit Oostende gelegen op 33 km van het windmolenpark zullen de windturbines nog minder zichtbaar zijn (MER, p.160).

12.1.2.3. (Foto)simulaties

In het MER wordt uitgebreid ingegaan op de wijze waarop de fotosimulaties werden gemaakt (MER, p.161). Hierbij dient vermeld te worden dat de fotosimulaties in het MER verkeerdelijk afgedrukt werden. De fotosimulaties beschikbaar in de WES-bijlage aan het MER zijn raadpleegbaar op de website van de BMM (www.mumm.ac.be). De bijlage werd ook ter inzage gelegd tijdens de publieke consultatie.

12.1.2.4. Beleving

Het effect van het windmolenpark op de bevolking wordt beoordeeld aan de hand van een belevingsonderzoek in het kader van de aanleg van een windmolenpark op 27 km van de kust (WES, 2003). Aan de ondervraagden werden 3 foto's voorgelegd, nl. een simulatie van een windmolenpark op 6, 12 en 27 km. De foto 27 km is aanvaardbaar voor alle ondervraagde groepen (kustbewoners, handelaars, horeca-uitbaters, toeristen, zeilers en tweede verblijvers). Het beeld stoort nauwelijks of niet. Alle ondervraagde groepen verwachten geen grote effecten van een windmolenpark op een dergelijke afstand. De bevraagden vinden het wel belangrijk dat de plaatsing van bijkomende windmolenparken doordacht gebeurt zodat het zeelandschap niet te vol gebouwd wordt.

Het landschap wordt slechts in beperkte mate verstoord gezien de grote afstand tot de kust waarop het windmolenpark zich zal bevinden. De windturbines zullen zeer weinig of niet zichtbaar zijn vanaf de kust. Het effect van de exploitatiefase op het landschap zonder het windturbines park van Seanergy is dus klein.(MER, p.169)

12.1.3. Upgrade 5 MW

Als gevolg van de grotere afmetingen van de 5MW turbines kunnen de windturbines theoretisch iets meer zichtbaar zijn. Op een afstand van 27 km zal de mast voor 57m zichtbaar zijn i.p.v. 37m, en de wieken zijn 25% langer. Dit wil zeggen dat het totale beeld ongeveer 23% groter zal zijn. Desalniettemin bevinden de windmolens zich op de grens van wat waarneembaar is. Wat betreft de zichtbaarheid is de situatie volkomen gelijk aan die van de 3,6 MW turbines. Het effect van de grotere afmetingen van de 5 MW turbines zal geen significante wijzingen op het zeelandschap teweeg brengen t.o.v. de 3,6 MW (MER, p.228).

12.2. *Recente gegevens/aanvullingen aan het MER*

12.2.1. *Aanvullingen aan het MER*

12.2.1.1. *Algemeen*

In voorbije studies i.v.m. met landschappelijke aspecten van windmolenparken, 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 zij werden specifiek voor de territoriale zee opgesteld. Het project op de Thorntonbank ligt veel verder in zee en bovendien is de zichtbaarheid van een voorwerp op deze afstand kleiner dan dicht bij de kust. Voor dit project werd daarom 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:

- zichtbaarheid (zowel de Thomas-Sinclair Matrix als theoretische zichtbaarheidsgrenzen),
- scherpte van het zicht van het menselijke oog,
- enquêtes gehouden bij de bevolking
- de visuele impact van turbines.

Tevens werden verschillende buitenlandse experts geconsulteerd met jarenlange ervaring in de problematiek (o.a. Dr. Sinclair mede opsteller van de Thomas-Sinclair index en J. Briggs bevoegde landschapsarchitect voor Wales, UK) (pers.commm Sinclair en Briggs, 2004). Op basis van al deze gegevens werd een besluit geformuleerd i.v.m. de visuele impact van het project en werd dit vervolgens in kaart is gebracht.

In de volgende alinea's wordt dit in detail uitgelegd.

12.2.1.2. *Visuele impact*

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 9 zones van verschillende visuele impact (zone A tot I, zie Tabel 3), 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 1.5MW: 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 tabel 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 3 The Thomas en Thomas-Sinclair matrix ter beoordeling van de potentiële impact van windturbines van verschillende hoogtes

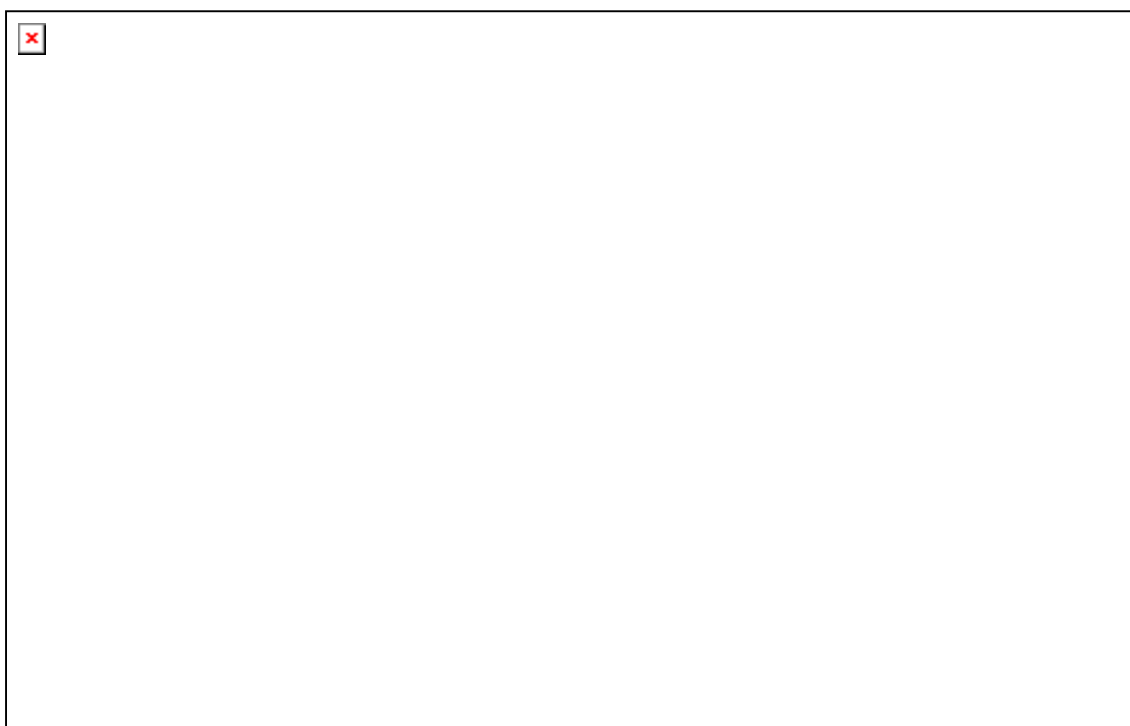
The Thomas en Thomas-Sinclair matrix ter beoordeling van de potentiële impact van windturbines van verschillende hoogtes							
Totale hoogte van de turbines (m):		41-45	41-48	53-57	72-80	95 *	135**
Beschrijving	Zone	Thomas Matrix (land)		Thomas -Sinclair Matrix (land)			Sinclair
		Origineel	Herzien				
		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 totaallandschap	F	10-12	13-16	15-19	18-23	22-27	30-37
Niet onderscheidbaar wordend met verwaarloosbare impact op het bredere landschap	G	12-18	16-21	19-25	23-30	27-35	37-44
Zichtbaar in goede lichtomstandigheden, maar verwaarloosbare impact	H	18-20	21-25	25-30	30-35	35-40	44-48
Verwaarloosbaar of geen impact	I	20	25	30	30	40	48+
Voorgestelde straal voor visuele impact zone (ZVI) analyse		15	Minstens de grenswaarde tussen zone F en G: uitbreidend om lokale omstandigheden of cumulatieve impact in rekening te brengen				

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

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

De turbines van het project op de Thorntonbank zijn +/- 130m hoog. Uit de tabel (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 27 km, 38 m van een voorwerp achter de horizon verdwijnt door de kromming van de Aarde en met het feit dat de rotor 104 m breed is en derhalve de visibiliteit van het voorwerp aanzienlijk vergroot. De hoogte van de volledige turbine bedraagt 132 m waarvan 104 m wieklengte (2 x 52m) en 80 m mast. Gezien de kromming van de Aarde, zal er 38m van de turbine achter de horizon verdwijnen, waarvan 10m van de lengte van de wieken (zie Figuur 3, hieronder).

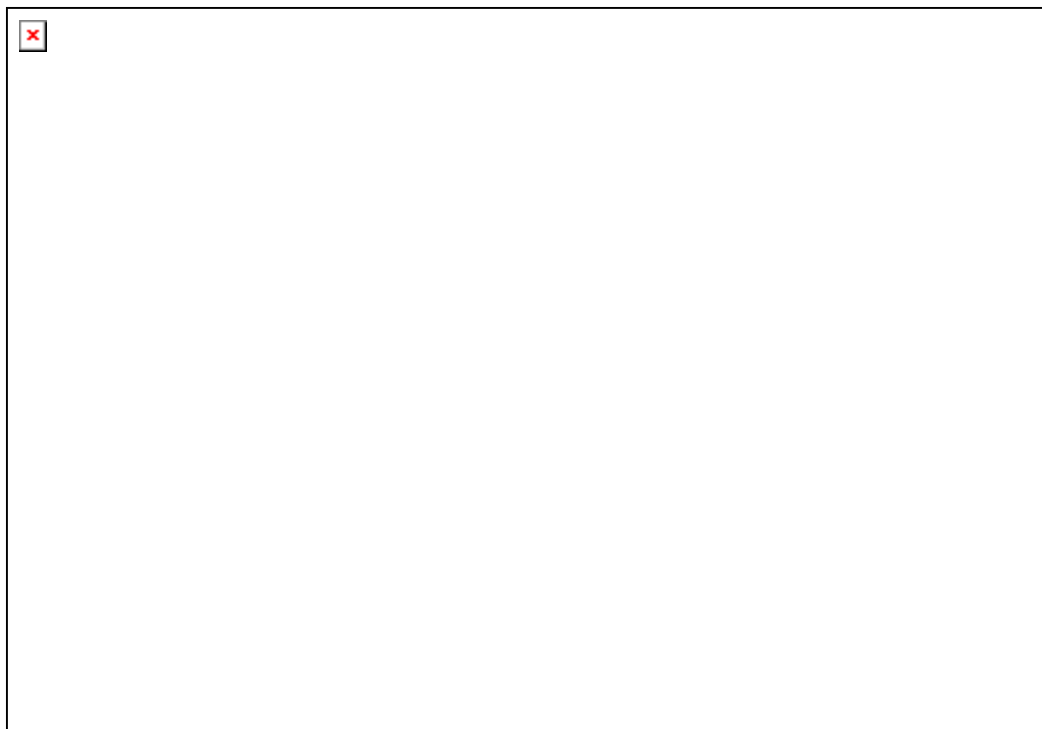


Figuur 3 Afmetingen van een 3.6 MW windmolen

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 94m 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 menselijk oog (zie verder). De data in de tabel gegeven bij 95m 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. In werkelijke valt dit project tussen beide categorieën in. Volgens bovenstaande tabel zou het windmolenpark op de Thorntonbank dus een kleine (maar nog

onderscheidbare) tot lage impact hebben (zone E-F) aan de kust.

Rekening houdend met de TSM wordt in Figuur 4 een visuele voorstelling gegeven van de mogelijke impact zones. Op deze figuur is te zien dat het deel van de kust tussen Blankenberge en Heist binnen de kleinere gematigde impact zone valt (net nog onderscheidbaar van het totaallandschap), en dat het deel tussen Oostende en Knokke binnen de lage impact zone valt van het park valt (er kan worden aangenomen dat het park misschien wel zichtbaar zal zijn, maar niet in die mate dat het op enige wijze hinderlijk zal zijn). De zones tussen Oostende en De Panne en voorbij Knokke vallen in de zone met verwaarloosbare impact.



Figuur 4 Impactzones volgens Thomas-Sinclair matrix

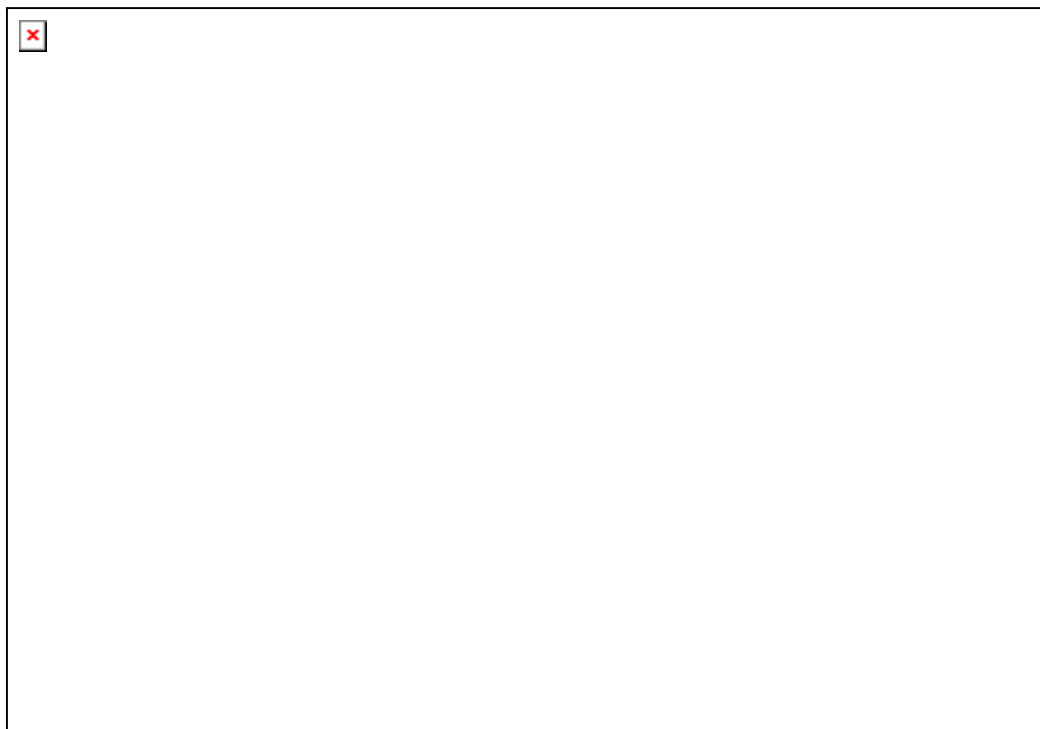
Het bepalen van zones van visuele impact (ZVI's)

The Countrycouncil 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)⁶ 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 8km, 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

⁶ 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

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. Het belangrijkste verschil geldt voor de ZVI met de hoogste impact: waar deze eerst op 2km werd vastgelegd, werd deze nu vastgelegd op 8 km: m.a.w. de zone met de hoogste impact werd vergroot. Sinclair stelt in zijn Matrix dat de ZVI minstens de breedte moet hebben van de grenswaarde tussen zone F en G. Voor het project op de Thorntonbank is dit dus een ZVI van 37 km.

Indien rekening dient gehouden te worden met een eventueel windmolenpark op de Vlakte van de Raan wordt de ZVI voor cumulatieve gevallen bepaald op 44 km (zone G-H). In dit geval van cumulatieve impact wordt de zone G-H gekozen en niet de zone F-G zoals gesuggereerd door de TSM om het cumulatieve in rekening te brengen en een verstrenging door te voeren. Beide ZVI's worden in Figuur 5 weergegeven. De cumulatieve ZVI is iets groter dan deze voor het park op de Thorntonbank alleen. Bij de interpretatie dient rekening te worden gehouden dat de Belgische kust volgebouwd staat met hoge gebouwen die verhinderen dat vanuit het achterland de zee wordt gezien. Het gedeelte van het achterland dat in beide cirkels valt kan dus buiten beschouwing worden gelaten, met uitzondering van enkele plaatsten aan de kust waar er nog een (beperkt) zicht is vanuit het achterland naar de zee. Vanop de dijk zal vanaf de locaties die binnen de ZVI's vallen de visuele invloed van het park door vele factoren bepaald worden (seizoen, weersomstandigheden, zichtbaarheid, hoogte van het waarnemingspunt...). Gezien het grootste deel van de kust binnen de lage impact zone van het park valt (zie figuur x) wordt verwacht dat de visuele hinder aanvaard zal zijn.



Figuur 5 ZVI voor C-Power en ZVI voor C-Power cumulatief met het park op de Vlake van de Raan

De GSA maakt tevens melding van de limiet van “visuele scherphheid” van het menselijke oog (d.w.z. 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...maw 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 turbines in het geplande windmolenpark op de Thorntonbank 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.

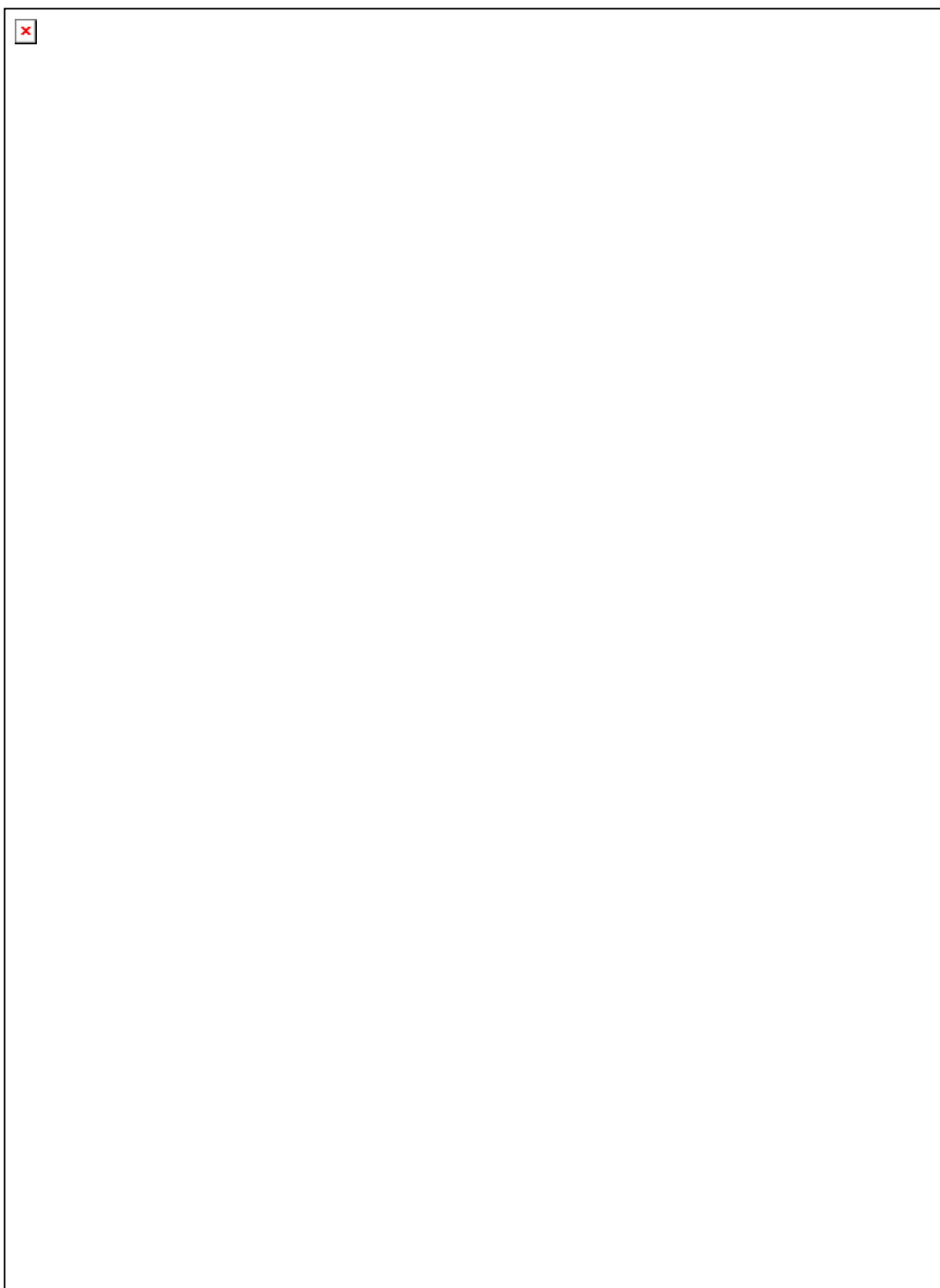
12.2.1.3. Zichtbaarheid (meteo)

Volgens het MER zullen vanuit Zeebrugge, gelegen op 27 km van het windmolenpark, de activiteiten en de windmolens vermoedelijk ongeveer 1/10 van de tijd te zien zijn (gemiddelde van 18.9% en 2.5%, de waarden uit de Nederlandse dataset). Indien dit wordt nagegaan in de tabel van figuur 4.7.1. blijken dit de cijfers te zijn voor 35 km. De correcte cijfers voor 30 km zijn +/- 38% en 10% waardoor het gemiddelde uitkomt op 24%. De Nederlandse data zijn afkomstig van 2 platformen in zee. Op grond van langjarige waarnemingen vanaf lichtschepen, is vastgesteld dat het

meteorologisch zicht slechts circa 20% van het jaar meer dan 10 NM (18.5 km) bedraagt (KNMI, Maritiem Kennis Centrum, 1999)

In het technische rapport van het Burbo windmolenpark in UK (Stanger, 2002) wordt aan de hand van verscheidene gegevens getracht het effect van het park op het zeelandschap te bepalen volgens de methode van de GSA. De onderzochte turbines zijn vergelijkbaar met deze op de Thorntonbank (85 m hoogte en rotor diameter 90 m). De studie maakt gebruik van zichtbaarheidgegevens afkomstig van een meetstation op zee in het VK, metingen werden dag en nacht uitgevoerd. Uit de gebruikte tabel kan voor de turbines op de Thorntonbank kan worden afgeleid dat in 30% van de tijd de zichtbaarheid groter is dan 15 km (zie Tabel 4).

Tabel 4 Zichtbaarheidstabel UK.



Zelfs binnen de hierboven vermelde ZVI straal van 37 km zullen mist, heiligheid, neerslag en andere atmosferische condities de zichtbaarheid van de turbines verder verminderen.

Uit de verschillende datasets en onderzoeksgegevens kan dus worden besloten dat ongeveer 20-30 % van de tijd de zichtbaarheid meer dan 15 km bedraagt. In 70 tot 80% van de tijd bedraagt de zichtbaarheid dus minder dan 15 km.

12.2.1.4. (Foto)simulaties

Landschapsarchitect Cartwright bekeek in 1996 zes windmolenprojecten gaande van kleinschalige projecten tot een voor die tijd typische grootteorde van windturbines van +/- 50m (Anoniem, 2000). Hij vergeleek het reëel visuele waargenomen beeld en landschapseffect met het voorspelde gesimuleerde effect. Hierbij concludeerde Cartwright dat de visuele effecten algemeen goed worden voorspeld door de ZVI's , maar onderschat in fotomontages.

De belangrijkste besluiten in verband met de fotomontages zijn:

- Fotomontages geven een impressie van de mogelijke impact van windparken vanaf bepaalde locaties. Tegenstrijdig genoeg blijkt dat hoe meer waarheidsgetrouw de schaal en de kleur van de afbeelding is met een gewone foto, hoe meer de actuele visuele impact wordt onderschat. Afbeeldingen met overdreven windturbineschaal kunnen soms een betere impressie geven van de reële impact.
- Niettegenstaande dat in sommige fotomontages de grootte van de turbines werd overdreven, bleek de werkelijke impact, in helder weer met de zon recht op de turbines of wanneer de turbines gezien werden in een donker silhouet, groter dan voorspeld. In vele gevallen is dit eerder een psychologisch dan een zuiver visuele impact.

Voor de simulaties bij dit project gevoegd (WES,2003), kan dus worden verwacht dat ze de werkelijkheid slechts gedeeltelijk weergeven. Voornamelijk bij helder, zonnig weer waarbij de zon loodrecht op de turbines schijnt of wanneer de turbines gezien worden als donker silhouet (vb zonsondergang) kan de werkelijke impact groter zijn dan de voorspelde. Indien dit zich voordoet bij zonsondergang zal dit eventueel zichtbaar zijn ten oosten van de haven van Zeebrugge.

De aanvrager heeft geen fotosimulaties van de 5 MW turbines gemaakt. Indien zou worden overgegaan tot de bouw van 5 MW turbines is het aan te bevelen eerst een fotosimulatie te maken die eventueel later kan getoetst worden aan de werkelijkheid en gebruikt voor het inlichten van de bevolking.

12.2.1.5. Beleving

Aan de hand van het door WES uitgevoerde onderzoek (WES, 2002) naar aanleiding van eerdere projecten kan een idee verkregen worden over de appreciatie van de bevolking voor windmolens. Zo stelt in dit onderzoek 66% van de ondervraagden dat een windmolenpark op 12 km aanvaardbaar is, slechts 20 % accepteerde een dergelijke afstand niet. De overige 13% aanvaardde deze afstand enigszins. Uit het voor dit project op de Thorntonbank uitgevoerd onderzoek (WES, 2003), weliswaar bij een zeer

beperkte groep mensen, blijkt dat het park op 27 km goed aanvaardbaar is, omdat het nauwelijks zichtbaar zal zijn.

Onderzoek van verschillende literatuurbronnen wees uit dat:

- Personen die in de buurt van een windmolenpark wonen een positievere mening hebben ná de effectieve bouw van het park. Vooral de impact van de constructiewerken werden overschat door de bewoners. (Mori Scotland, 2002, Mori Scotland, 2003, Simon, 1996).
- Personen positiever staan t.o.v. windmolenparken indien de parken effectief werken (draaiende wieken)(Gipe, 1995).
- Personen hun landschappelijke bezwaren rationaliseren door het uiten van hun zorgen over geluid, schaduw en vogels, zaken die objectief kunnen geëvalueerd worden. Maar de visuele impact blijft de basis van hun tegenstand. De mensen zijn sneller geneigd om het negatieve van de visuele impact te “vergeven” als ze weten dat het voor een zeker doel dient (productie van windenergie). (Gipe, 2004).
- Uniformiteit belangrijk is: gelijkaardige turbines, bij voorkeur van dezelfde grootte (Gipe, 1995).

Uit het bovenstaande kan worden besloten dat uniformiteit belangrijk is. De windturbines op de Thorntonbank dienen bij voorkeur allemaal gelijkaardig te zijn. Een mix van verschillende groottes van windturbines is af te raden. Bovendien heeft de aanvrager er alle belang bij, ook op vlak van publieke aanvaardbaarheid, om zijn windmolenpark operationeel te houden. Eventuele angsten voor zicht- en geluidhinder bij de bouw werden in verschillende studies door de bewoners gerelativeerd na de werkelijke bouw.

12.3. Beoordeling

Op basis van de huidige beschikbare gegevens kan gesteld worden dat het project een matige tot minimale visuele impact zal hebben. De ligging van het park op de Thorntonbank op 27km uit de kust, maakt dat het project wel zichtbaar zal zijn, maar door het menselijke oog niet scherp waarneembaar zal zijn, noch als hinderlijk ervaren. Bovendien zullen de weersomstandigheden 25% van de tijd zodanig zijn dat het park niet zichtbaar is. De bekabeling zal een tijdelijk hoger visuele impact hebben tijdens de aanlanding van de kabel. De appreciatie van deze activiteit zal door sommige personen negatief worden beoordeeld terwijl de activiteiten voor anderen juist aantrekkelijk zullen zijn.

12.3.1. Upgrade 5 MW

Rekening houdend met het feit dat op een afstand van 27 km, 38 m van een voorwerp achter de horizon verdwijnt door de kromming van de Aarde kan voor de 5 MW turbines volgende redenering gevolgd worden. De hoogte van de volledige turbine bedraagt 163 m waarvan ongeveer 126 m wieklengte (2 x 63m) en 100 m mast. Indien er 38 m van het voorwerp achter de horizon verdwijnt, wil dit zeggen dat er een “actieve impact” op een hoogte van 125 m (62m + 63m) overblijft. Dit is 31m of meer dan 1/3 (33 %) actieve impact meer dan bij de 3.6 MW. 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.

Baserende op de TSM matrix kan worden verondersteld worden dat een degelijke windturbine (164m) op 27 km afstand een middelmatige impact zal hebben waarbij de turbine zichtbaar is maar met matige impact .

12.3.2. Leemten in de kennis

De aanvrager vermeldt dat de appreciatie van een windmolenpark door de bevolking nog onbekend is. Uit onderzoek uitgevoerd in het kader van vorige projecten (WES, 2002) en tevens van dit project (WES, 2003) kan toch een idee verkregen worden over de appreciatie van de bevolking (zie 12.2.1.5). De aanvrager vermeldt eveneens dat er nog geen overzicht is van de resultaten van verschillende strategieën voor publieke betrokkenheid en conflictmanagement bij offshore windmolenparken (Sorensen et Al,2002). Bijkomend onderzoek onder de vorm van een monitoring programma waarbij de publieke betrokkenheid en actieve conflict management worden onderzocht, zou bijgevolg wenselijk zijn. Ook de effectieve zichtbaarheid van land naar zee is een kennisleemte. Hoewel er verschillende datasets bestaan is calibratie niet echt mogelijk en wordt interpretatie uiterst moeilijk (MER, p.173).

De BMM is het met beide vaststellingen eens en verwerkte dit gegeven in de voorgestelde monitoring.

12.4. *Besluit / aanvaardbaarheid v/h mariene milieu*

De windturbines van 3.6 MW hebben een middelmatig- lage impact op het visuele landschap.

De 5 MW turbines zullen een grotere (matige) impact hebben dan de 3.6 MW windturbines. Aangezien de actieve impact (op 94m hoogte) van de 3.6 MW turbines nog niet voldoende kan ingeschat worden is het niet aan te raden onmiddellijk voor de grotere turbines te opteren omdat deze een 33% grotere actieve impact geven. Opteert men toch voor de onmiddellijke plaatsing van de 5 MW turbines dan zal een bijkomende inspanning noodzakelijk zijn om via "Public Relation" en educatieve initiatieven het project toe te lichten en gemeenschappelijk beter aanvaardbaar te maken.

Een mix van 3.6 MW en 5MW turbines wordt omwille van de uniformiteit afgeraden. Indien op termijn de 3.6 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 allen dezelfde te zijn.

Het project is dus aanvaardbaar voor het onderdeel landschap.

12.5. *Aanbevelingen*

Indien overwogen wordt om onmiddellijk 5 MW turbines te plaatsen dan zal dit resulteren in een grotere impact. Daarom wordt aangeraden enkel te opteren voor de 5 MW turbines in de verder gelegen zone van het

concessiegebied. (zichtbare deel van turbines verminderd met de afstand). Opteert men toch voor de onmiddellijke plaatsing van de 5 MW turbines dan zal een bijkomende inspanning noodzakelijk zijn om via PR en educatieve initiatieven het project toe te lichten en gemeenschappelijk beter aanvaardbaar te maken.

Een mix van 3.6 MW en 5MW turbines wordt omwille van de uniformiteit afgeraden. Indien op termijn de 3.6 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 aanvrager heeft geen fotosimulaties van de 5 MW turbines gemaakt. Indien zou worden overgegaan tot de bouw van 5 MW turbines is het aan te bevelen eerst een fotosimulatie te maken die eventueel later kan getoetst worden aan de werkelijkheid en gebruikt voor het inlichten van de bevolking.

De windturbines die in hetzelfde blok worden gebouwd als de windturbines van de pilootfase dienen allen dezelfde te zijn.

13. Verlichting en markering

13.1. *Gegevens uit het MER*

13.1.1. Algemeen

Volgens de richtlijnen van het IALA (IALA/AISM, 2000) dient tijdens de constructie- en afbraakfase de werkzone verlicht en gemarkeerd te worden volgens het IALA Maritime Bouyage System (MBS).

Met betrekking tot markering en belichting van het windmolenpark tijdens de exploitatiefase bestaan er geen wettelijke vereisten. IALA heeft echter aanbevelingen gedaan voor de markering van windturbines in de windmolenpark op zee (Referentie AISM O-117 mei 2000). Er wordt voorgesteld om overeenkomstig de IALA-aanbevelingen en conform de geldende gebruiken voor offshore constructies een veiligheidsomtrek te voorzien rond het windmolenpark (bijv. 500 m) die bijkomend moet worden gemarkeerd. Lichtsignalen van boeien, radarsignalen (radarbaken) en (geluids)signalisatie voor mistomstandigheden worden geïnstalleerd in coördinatie met de betrokken autoriteiten.

13.1.2. Kleur en markering

De zichtbaarheid van de windturbines wordt beïnvloed door de kleur van de windturbines. Maar gezien dit windmolenpark zich op een grote afstand tot de kust zal bevinden, zal de waarneming van de kleuren van de windturbines sterk vervagen. De kleur van de windturbines speelt dus een zeer geringe rol voor de landschapsbeleving. Er wordt geopteerd voor een grijsblauwe kleur met gele veiligheidsmarkeringen. De windturbines zullen dus niet contrasteren met de achtergrond. De standaardkleur voor de wieken is lichtgrijs (RAL 7035). Omwille van de veiligheid zullen de toppen van de wieken worden voorzien van een rode kleur (MER pp. 26,170). In overeenstemming met de IALA-aanbevelingen wordt het onderste gedeelte van de mast (tussen HAT en de positie van het bakenlicht) geel geverfd. De rest van de mast wordt geverfd in een milieuvriendelijke kleur om de visuele verstoring te minimaliseren.

Daarnaast wordt ook rekening gehouden met aanwijzingen van Belgocontrol en de Belgische militaire overheid met het oog op markeringen voor de luchtvaart. De markering en verlichting van het windmolenpark zal compatibel zijn met de specificaties van het ICAO en deze van het Belgisch Leger (MER, p.34).

13.1.3. Verlichting

Het verlichten van het gehele windpark is niet aan te raden omdat dit zeker tijdens slechte zichtomstandigheden juist vogels zal aantrekken (Buurma & van Gasteren, 1989). Deze laatste auteurs suggeren dat zelfs zwakke verlichting kan leiden tot een verhoogde aanvaringskans. Wel kan als onderdeel van de monitoring van de aanvaringslachtoffers onderzocht worden of puntverlichting (bv. rode lichten op de uiteinden van de rotorbladen), fluorescerende delen van de rotorbladen of geluidssignalen (ultrasoon) een reductie van het aantal slachtoffers kan betekenen. De waarschuwingssignalen zullen echter in overleg met de relevante autoriteiten dienen uitgewerkt te worden (MER, p.154)

Er is een constante nachtverlichting voorzien voor elke tweede turbine, en het

platform wordt verlicht met een rode medium intensiteit verlichting type B (2000 candela). De andere turbines zijn uitgerust met lage intensiteit verlichting type A (10 candela). Overdag wordt gebruik gemaakt van gesynchroniseerd signaallicht op alle turbines aan de rand van het park. De kleurmarkering is dezelfde als die voor windturbines aan land (MER, p.34).

Tenslotte dient opgemerkt te worden dat er momenteel onderhandelingen aan de gang zijn tussen de verschillende betrokken administraties om tot een overeenkomst te komen in verband met de gewenste signalisaties. Hierbij zal een evenwicht dienen gezocht te worden tussen aspecten van internationale reglementering, veiligheid en milieu-impact (MER, p.34).

13.2. *Stand van zake inzake de opgelegde voorwaarden voor verlichting en markering (februari 2004)*

13.2.1. Luchtvaart

Naar aanleiding van een eerste overleg tussen de bevoegde overheden en hun administraties⁷ stuurde de BMM , in het najaar van 2003, een nota naar de Minister van Begroting en Overheidsbedrijve waarin de BMM haar standpunt herhaalt i.v.m. de verlichting en markering van windturbines. De BMM vraagt dat de eerste 4 m van de wieken (wingtips) rood worden geleverd en dat er bij de verlichting een filtering zou gebeuren naar de kust toe. De rode wingtips verhogen de veiligheid van vluchten op lage hoogtes zoals o.a. de toezichtsvluchten en Search and rescue (SAR) (zie ook voetnota 10, op p.107).

In januari 2004 had een tweede overleg plaats waarbij het Kabinet van Mobiliteit en Vervoer een officieel advies vroeg van de DGLV, Belgocontrol en Defensie. Een afschrift van dit officiële advies ontving de BMM in februari.

Volgens dit advies dienen de windturbines als volgt bebakend te worden:

⁷ 1. Kabinet van de Minister van Mobiliteit en Vervoer, bevoegd voor civiele Luchtvaart in België
 2. Directoraat Generaal Luchtvaart (DGLV), is een administratie van deze FOD die zich bezighoudt met o.a. vliegverkeerregels
 3. Ministerie van Defensie, bevoegd voor militaire luchtvaart
 4. Kabinet van de Minister bevoegd voor de Noordzee, bevoegd voor de milieuvergunningen voor activiteiten in de Noordzee
 5. Belgocontrol (autonoom overheidsbedrijf), die als opdracht heeft de veiligheid van het luchtruim waarvoor de Belgische staat verantwoordelijk is, te verzekeren.

Dagbebakening:

- Op elke wiek van elke windturbine moet een rode kleurbebakening aangebracht worden zoals beschreven in Figuur 6.
- Op de top van elke windturbine moet een licht, "Medium Intensity Type A" aangebracht worden en dit volgens de Tabel 5.

Nachtbebakening:

- Op de top van elke windturbine aan de buitenkant van het windmolenpark moeten lichten, "Medium Intensity Type B" geplaatst worden en dit volgens de Figuur 6.⁸
- Op de top van elke windturbine aan de binnenkant van het windmolenpark moeten lichten, "Low Intensity Type B", geplaatst worden en dit volgens de Tabel 5.
- Als het technisch mogelijk is moeten de lichten gefilterd worden naar de kust toe.

⁸ Opmerking: meestal wordt er in het geval van windmolenparken gevraagd dat aan de buitenkant van het park, en voor zover dat de afstand tussen de windturbines meer dan 400m en minder dan 800m bedraagt, minstens één op twee windturbines worden uitgerust met "Medium Intensity Type B" lichten, en de andere met "Low Intensity Type B" lichten. Omwille van het feit dat het hier gaat om relatief kleine parken met maximaal zes windturbines op één rij en omwille van de uniformiteit en de symmetrie vragen wij dat alle windturbines aan de buitenkant zouden uitgerust worden met de "Medium Intensity Type B" lichten.)

Tabel 5 Overzicht lichten te gebruiken voor de dag-en nachtbebakening.⁹

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Licht type	Kleur	Type van het signaal/ (flitssnelheid)	Piek intensiteit (cd) bij een gegeven achtergrond helderheid			Verticale spreiding van de stralen (c)	Intensiteit (cd) in een gegeven hellingshoek wanneer het licht is gericht (d)				
			Meer dan 500 cd/m ²	50-500 cd/m ²	Minder dan 50 cd/m ²		-10° (e)	-1° (f)	± 0° (f)	+ 6°	+ 10
Lage intensiteit, Type B (vast obstakel)	Rood	Vast	N/T	32 min	32 min	10°	-	-	-	32 min (g)	32 min (g)
Medium intensiteit, Type A	Wit	Flits (20-60 fpm)	20 000 (b) ± 25%	20 000 (b) ± 25%	2000 (b) ± 25%	3° min	3% max	50% min 75% max	100% min	-	-
Medium intensiteit, Type B	Rood	Flits (20-60 fpm)	N/T	N/T	2000 (b) ± 25%	3° min	-	50% min 75% max	100% min	-	-

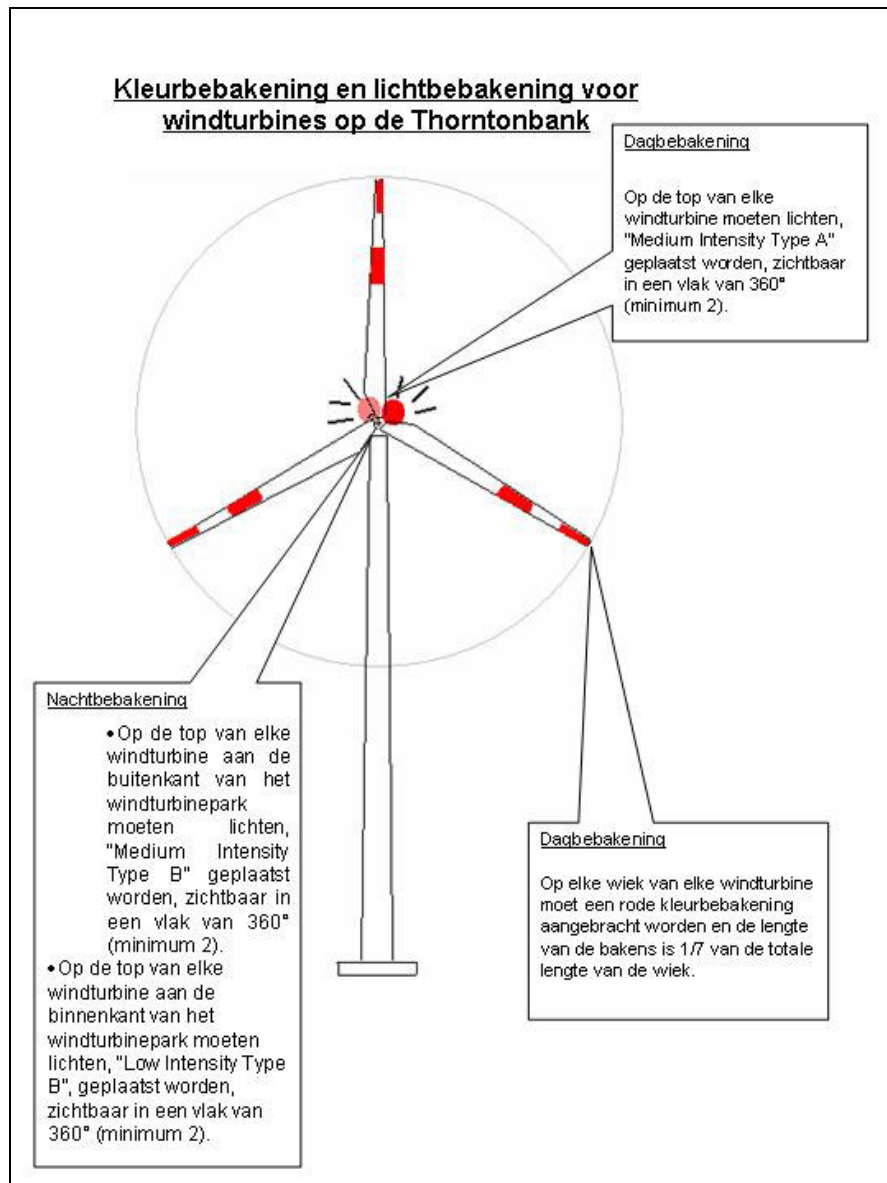
Opmerking: deze tabel bevat geen indicaties over de aanbevolen horizontale spreiding van de stralen. 5.4.11 vereist een bereik van 360° rond het obstakel. Daarom is het aantal lichten dat nodig is om aan deze eis te voldoen, afhankelijk van de horizontale spreiding van de stralen van elk licht alsook van de vorm van het obstakel. Dit wil zeggen, hoe smaller de horizontale spreiding van de stralen, hoe meer lichten er nodig zijn.

- a) zie 5.4.13.2
- b) effectieve intensiteit, zoals bepaald in de “Aerodrome Design Manual, Part 4, ICAO Doc9157”
- c) spreiding van de stralen is omschreven als de hoek tussen twee richtingen in een vlak van welke de intensiteit gelijk is aan 50% van de laagste toegestane waarde van intensiteit zoals beschreven in kolom 4, 5 en 6. Het stralenpatroon is niet noodzakelijk symmetrisch met de hellingshoek waarbij de piek intensiteit zich voordoet.
- d) geven de hellingshoeken ten opzichte van het horizontaal vlak
- e) de intensiteit volgens eender welke horizontale radiaal, als percentage van de effectieve piekintensiteit volgens dezelfde radiaal wanneer de lichten werken volgens elk van de in kolommen 4, 5 en 6 gegeven intensiteiten
- f) de intensiteit volgens eender welke horizontale radiaal, als percentage van de intensiteit met de laagste tolerantiewaarde weergegeven in de kolommen 4, 5 en 6
- g) naast de vermelde waarden, zullen de lichten voldoende intensiteit hebben om te garanderen dat ze zichtbaar zijn in elevatiehoeken tussen ± 0° en 50° ten opzichte van het horizontaal vlak
- h) de piek intensiteit is gelegen op ongeveer 2,5° ten opzichte van het horizontale vlak
- i) de piek intensiteit is gelegen op ongeveer 17° ten opzichte van het horizontale vlak

fpm=flitsen per minuut

N/T= niet toepasselijk

⁹ de eenheid van lichtsterkte is Candela (cd)



Figuur 6 Overzicht van de dag- en nachtbekening zoals voorzien in het advies.

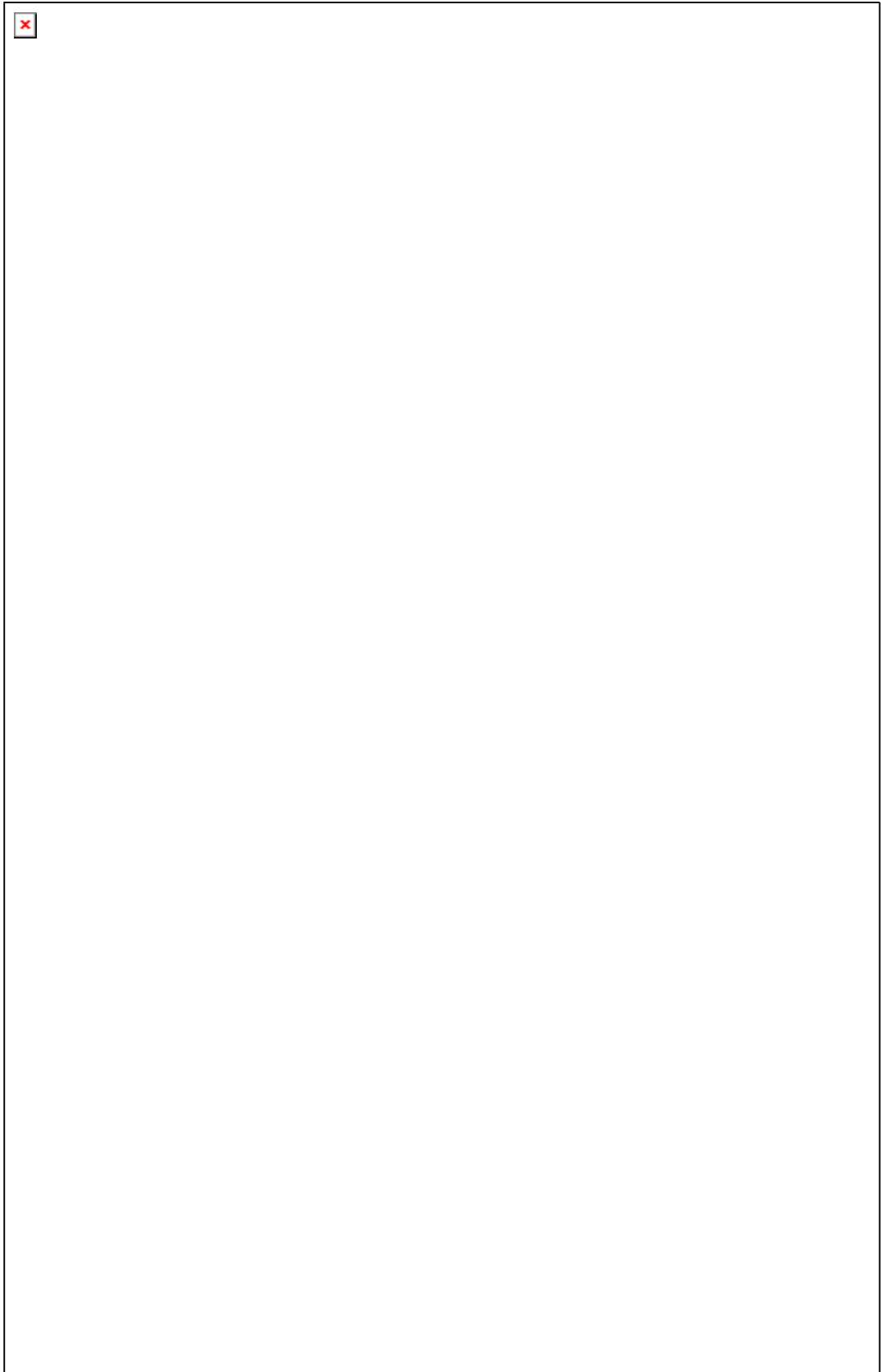
Hierbij moet nog rekening worden gehouden met het feit dat ook voor maritieme doeleinden eventuele lichten en/of kleurmarkeringen nodig zullen zijn.

De BMM gaat akkoord met de voorgestelde bekening door Luchtvaart. Gezien de BMM een strook van 4m rode markering op de wieken vroeg, is de voorgestelde markering van twee maal een band van 1/7 van de lengte van de wieken ruim voldoende. Indien technisch mogelijk moet het licht gefilterd worden naar de kust toe. Dit zal zeker dienen te gebeuren indien blijkt dat de verlichting van de 3.6 MW of 5 MW aan de kust zichtbaar zou zijn en van een hinderlijk niveau (eventueel te bepalen via een enquête).

13.2.2. Scheepvaart

Eind februari stelde de Dienst Scheepvaartbegeleiding volgende bebakening voor aan C-Power:

- Aan de noordkant van het windmolenpark aan iedere noordelijke hoek 1 noord kardinaal boei
- Aan de zuidkant van het windmolenpark aan iedere zuidelijke hoek 1 zuidkardinaal boei
- Aan de westelijke kant een west kardinaal boei
- Aan de oostelijke kant een oost kardinaal boei
- Een geel licht schitterend om de 5 sec met een dracht van 5 zeemijl op iedere buitenste paal van de twee zones
- Een geel licht schitterend om de 5 sec met een dracht van 3 mijl op ieder binnenste paal van de twee zones. Figuur B geeft een lijst van optische dracht in zeemijl bij heersend zicht.

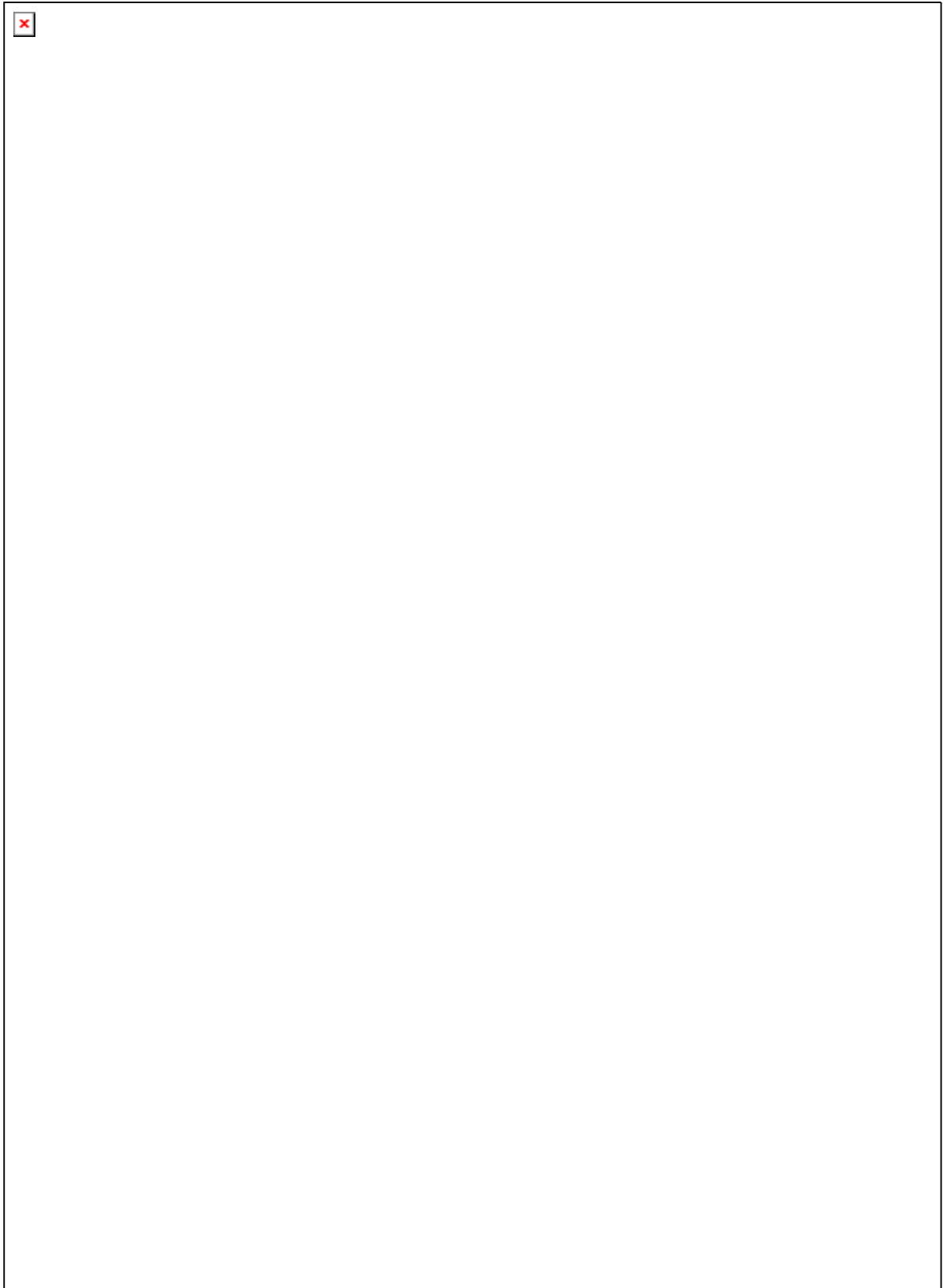


Figuur 7 Optische dracht in zeemijl bij heersend zicht.

13.3. *Recente gegevens/ aanvullingen aan het MER*

13.3.1. Luchtvaart

Figuur 7 werd gebruikt om de reikwijdte van de lichten (Tabel 5) opgelegd door de DG luchtvaart in te schatten. Voor de nachtbebakening kan gesteld worden dat de gegeven achtergrond (kolom 4/5/6 in Tabel 5) nooit meer dan 500 cd/m² zal zijn. De waarde voor een lage intensiteit type B (rood,vast), zowel voor een achtergrond van 50-500 cd/m² als voor een achtergrond van minder dan 50 cd/m² is 32 cd. Voor de medium intensiteit type B (rood, flits) zijn de waarden voor de achtergrond van 50-500 cd/m² niet van toepassing en voor een achtergrond van minder dan 50 cd/m² is de waarde 2000 cd. Voor de dagbebakening zijn de drie achtergronden van toepassing (kolom 4/5/6). Voor het medium intensiteit type A (wit, flits) licht is de gegeven waarde voor een achtergrond van meer dan 500 cd/m² en voor een achtergrond van 50-500 cd/m²: 20000 cd(+/- 25%,voor een achtergrond van minder dan 50 cd/m²: 2000 cd (+/- 25%). M.a.w. de worst-case toestand is 's nachts een licht van gemiddeld 2000 cd en overdag een licht van gemiddeld 20000 cd. Deze data werden uitgezet op Figuur 7 en het bekomen resultaat wordt gegeven in Figuur 8. Aangenomen wordt dat de zichtbaarheid (meteorologisch) 75% van de tijd minder dan 15 km bedraagt (zie hoofdstuk 12.2.1.3). In de tabel werd dus een lijn (rode lijn) geschat tussen de lijnen voor het meteorologisch zicht op 10 en 20 km. Als men vervolgens de worst-case waarden voor dag en nacht uitzet (groene lijnen) ziet men dat de optische dracht van het nachtlucht van 2000 cd ongeveer 9 zeemijl bedraagt en van het daglicht van 20000 cd ongeveer 13 zeemijl. Deze laatste waarde van 13 zeemijl (26 km) ligt zeer dicht bij de afstand van het park tot de kust. Er bestaat dus een kans, hoe klein ook, dat het daglicht aan de kust zichtbaar zal zijn.



Figuur 8 Berekening zichtbaarheid van dag-en nachtbekening

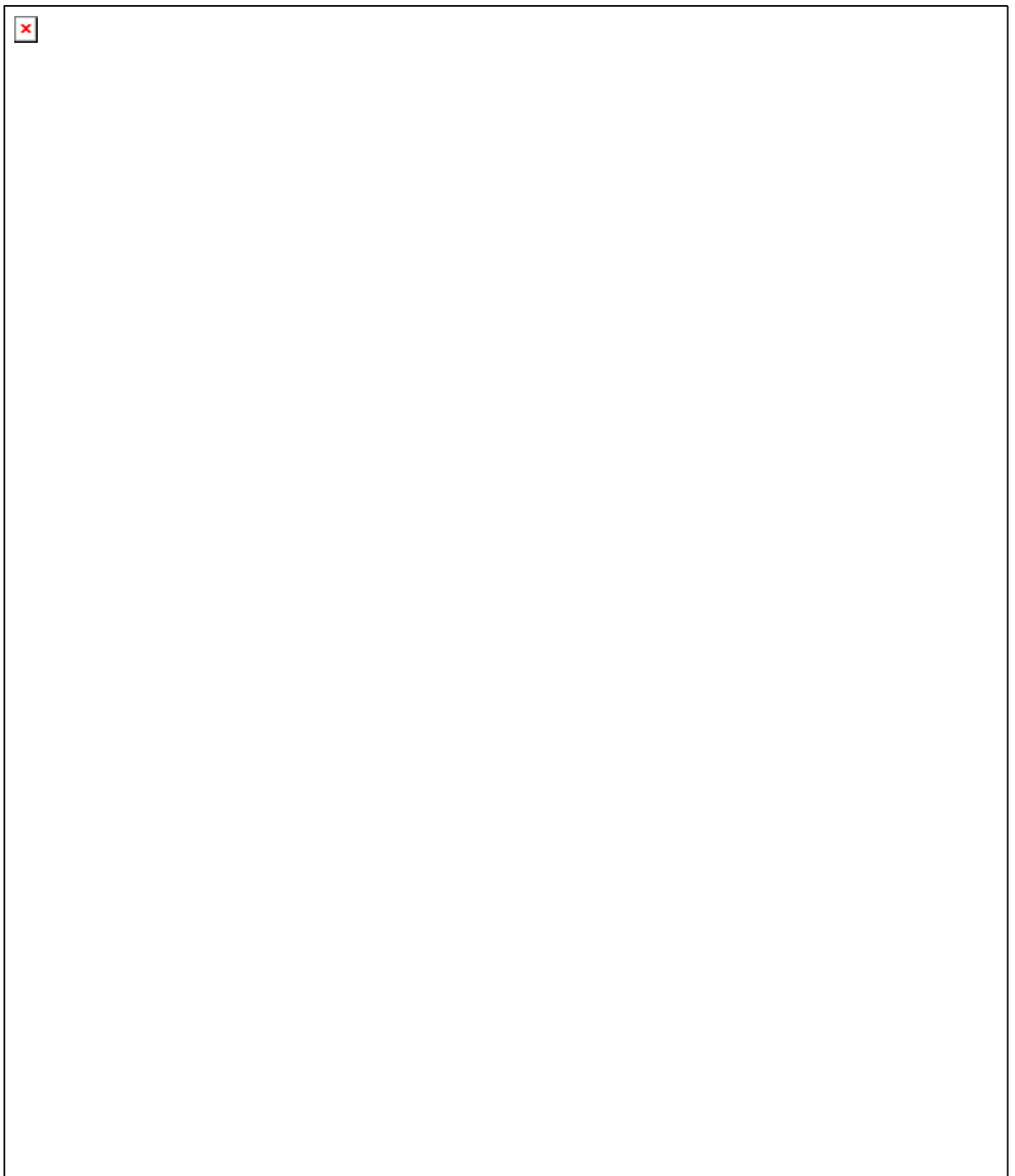
Uit het technische rapport van het Burbo offshore windpark in UK (Stanger, 2002) kan worden afgeleid (Tabel 6) dat de maximale afstand voor het waarnemen van een **sterk** licht op 60 m hoogte door een waarnemer op de brug van een schip

(16m boven zee), rekening houdend met de ronding van de aarde, 46 km bedraagt. Dezelfde redenering voor een waarneming op de dijk (2m) voor een licht op de top van de mast (80m) geeft 41 km. Momenteel ontbreken de gegevens over draagwijdte van eventuele lichten op de windturbines. Indien de lichten een groot bereik zouden hebben is het nuttig om het licht naar de kust toe te filteren indien dit de veiligheid van luchtvaart niet in het gedrang brengt.

Young Jr. et al (2003) onderzochten de respons van vogels op UV reflecterende verf gebruikt bij windmolens. De auteurs besluiten dat er geen sterke aanwijzingen zijn voor verschillen in gebruik door vogels, verschillen in mortaliteit of risico, tussen turbines waarvan de wieken geverfd werden met UV reflecterende verf en deze geverfd met gewone verf. Het kan zijn dat, omdat vogels in het UV bereik kunnen zien, zij een reflecterend object of UV uitzendend object simpelweg waarnemen als een verschillende kleur. Andere maatregelen om de zichtbaarheid bij vogels te verhogen kunnen minstens even effectief zijn. De schijnbaar lagere mortaliteit bij de grotere turbines kan door vele mogelijkheden worden verklaard inclusief grotere zichtbaarheid en trager draaiende wieken.

Stanger (2002) vermeldt i.v.m. de zichtbaarheid 's nachts dat de lichten ten behoeve van de luchtvaart constant zullen branden, maar enkel zichtbaar zijn vanuit de lucht niet vanop land. De verlichting ten behoeve van de scheepvaart zullen gericht zijn naar het zeeoppervlak en zichtbaar zijn tot 5 NM ver, m.a.w. te zwak om een enige nachtglinstering teweeg te brengen. Alleen de perimeterlichten zouden constant branden, enkel in geval van SAR zouden alle lichten ontstoken worden. Overdag zal de zichtbaarheid verhoogd worden door de basis van de mast fel geel te verven.

Tabel 6 Zichtbaarheidstabel



Jago et al (2002) onderzochten in hun studie voor het DTI de Europese ervaring en praktijk aangaande windturbines en luchtvaart. Er blijkt niet echt een Europese consensus te bestaan i.v.m. de verlichting en markering. Tabel 7 geeft een overzicht per land.

Tabel 7 overzicht van Europese ervaring i.v.m. windturbines en luchtvaart.

Land	Geen /markering	verlichting	Lichten	Rode markering
Denemarken	< 100m		- Flashing / Rood 100<x<150 en > 150 2 in de top - medium intensiteit voor hoekturbines en buitenste rij - overige windturbines lage intensiteit - Rood flashing/fixed? - nacht + > 100 m - lage intensiteit - op top van mast	100<x<150 en > 150 buitenste 1/7 van de wieken grote parken alle turbines gemarkeerd
Duitsland			indien wieken > 15 m int + freq. verhoogd	Alle turbines Top over 6 m rood geveerd Bijkomende band indien binnen 5 km een luchthaven OF (MAAR vootkeur voor markering¹⁰) Wit flashing lichten op de top van de mast
Nederland	< 300 ft (90 m) ¹¹		- Vast 300 < x < 750 ft (225m) - lage intensiteit indien binnen 120 m van autosnelweg of in militair laagvliegzone dag + nacht - anders enkel nacht "suitable" verlicht - fixed, > 150 m :hoog intensiteit licht op top en laag intensiteit op lagere niveaus, afstand tussen 2 lichten niet meer dan 75m ? flash/fixed, 60 < x 100m: laag intensiteit licht ? flash/fixed, 100 < x < 150 m: laag intensiteit licht aan de top en op lager niveau, tussen 2 lichten niet meer dan 75 m	
Noorwegen	> 60m ¹²			
UK ¹³			- Fixed, medium intensiteit - Indien in groep enkel deze in buitenste rij verlicht	

¹⁰ er bestaat een getuigenis van een helicopter crew in slechte weersomstandigheden en bij slecht zicht, in de nabijheid van een windpark. Het eerste dat ze hiervan merkten was toen een wiektip plots boven het wolkendeek verscheen voor de heli. Alle turbines van het park hadden een wit flashing toplicht dat echter door het lage wolkendeek verborgen werd en de witte kleur van de wieken was zeer moeilijk te onderscheiden!

¹¹ 1ft=0.30 m

¹² project ontwikkelaar bepaalt verlichting

¹³ data van voorstel UK ontvangen op BMIM

De Defence & Civil aviation interests working group (Verenigd Koninkrijk) meldt in hun interim Guidelines over windenergie en luchtvaart dat de meerderheid van de fixed wing militaire toestellen gedefinieerd wordt als laagvliegend indien zij zich beneden 2000 ft afstand tot ieder deel van de grond bevinden (BWEA, 2002). In België worden de vliegzones gedefinieerd vanaf grondniveau of vanaf het hoogste punt van een aanwezig obstakel (AIP Belgium and G.D. Luxembourg en MIL AIP Belgium). Als er m.a.w windmolens aanwezig zijn worden de vlieghoogtes gegeven vanaf het hoogste punt van de windmolen (wiek). Een goede effectieve kartering en gepaste verlichting zijn van het grootste belang voor de veiligheid van de luchtvaart.

Paul Gipe (1995) verwijst in zijn artikel naar bewegingsdetectoren die in Zuid California gebruikt worden om de nachtverlichting in werking te stellen indien nodig. Dergelijke systemen worden momenteel getest, maar zouden nog niet operationeel zijn in Europa (pers. com. Defensie).

13.3.2. Scheepvaart

Bij de constructie van het North Hoyle windpark in UK zullen alle turbines individueel genummerd moeten worden aan de basis en op de top van de gondel (Anoniem 2004,2). Iedere structuur wordt geel geleverd tot 10 m boven HAT (highest astronomical tide). De vier hoeken van het park hebben flitsende gele lichten, 2,5 seconden, 5 NM bereik op een hoogte van 10 m boven HAT. Bovendien bevindt er zich op deze turbines een misthoorn morse U, 30 s en radar reflectoren. De turbines in het midden van alle zijden van het park hebben ook een flitsend geel licht, 5s, 2 NM bereik op 10 m HAT. Tijdens de constructie dienen alle reeds afgewerkte funderingen een tijdelijk licht te dragen. Zowel de meteomast als het platform worden voorzien van gele markering tot 12 m MSL (mean sea level) en gele lichten 5 s , 5 NM bereik.

13.4. Beoordeling

Zoals uit Tabel 7 kan worden afgeleid variëren de standaarden voor verlichting en markering van land tot land, ondanks pogingen van verschillende landen om tot een gestandaardiseerd systeem te komen. De huidige ICAO richtlijnen vormen een basis voor de markering van obstakels, maar deze richtlijnen werden geschreven voor gebouwen en masten. Windmolens, waar de wiek (smal deel) het hoogste punt bereikt en daar maar een fractie van een seconde blijft, zijn hiermee moeilijk vergelijkbaar. Voorlopig blijven er problemen bestaan in de besluitvorming omtrent de beste, veiligste en milieuvriendelijkste verlichting van windmolens, ook in België.

13.5. Besluit/ aanvaardbaarheid voor het mariene milieu

De bevoegde overheden hebben een bebakening opgelegd of voorgesteld. De BMM is het eens met de dag- en nachtbebakening voor de luchtvaart. Betreffende de bebakening voor de scheepvaart is de BMM van mening dat een tijdelijke bebakening dient voorzien te worden tijdens de bouwphase van alle niet afgewerkte delen (zowel boven als onder water) (zie hoofdstuk risico's). Aanvullend acht de BMM het aangewezen enkele maatregelen als voorwaarden van de milieuvergunning op te nemen en maakt ze bijkomende aanbevelingen.

13.6. Aanbevelingen

Indien het standpunt over de bebakening van de bevoegde overheid verandert vraagt de BMM dat de eerste 4 m van de wieken (wingtips) rood worden geverfd. De rode wingtips verhogen de veiligheid van vluchten op lage hoogtes zoals o.a. de toezichtsvluchten en SAR.

Indien technisch mogelijk moet het licht gefilterd worden naar de kust toe. Dit zal zeker dienen te gebeuren indien blijkt dat de verlichting van de 3.6 MW of 5 MW aan de kust zichtbaar zou zijn en van een hinderlijk niveau (te bepalen via een enquête).

14. Voorwaarden

14.1. Algemeen

1. Voor zover relevant zijn alle voorwaarden ook geldig voor de meetmasten en het transformatorplatform die integraal deel uitmaken van deze vergunning en /of machtiging. Met “vergunningshouder” wordt in alle voorwaarden zowel de houder van de machtiging voor de bouw als van de vergunning voor de exploitatie bedoeld.

2. De vergunningshouder stelt op eigen kosten een certificatiemaatschappij aan en legt deze voor ter goedkeuring aan het Bestuur¹⁴. De door het Bestuur goedgekeurde certificatiemaatschappij gaat de naleving van de normen en standaarden tijdens het ontwerp, de bouw, de exploitatie (het onderhoud inbegrepen) en de ontmanteling van de installaties die voor de activiteit worden ingezet (inclusief de kabels en erosiebescherming) na.

3. De planning van de werken houdt verplicht een pilootfase in voor de bouw van de eerste 6 turbines samen met de geplande meetmasten, transformatorplatform en benodigde kabels.

De aanvrager stelt een certificatiemaatschappij aan die de conformiteit van de activiteit met de geldende nationale en internationale normen verifieert en de naleving van de vastgestelde normen gedurende de bouwfase certificeert.

Na afloop van de pilootfase verzoekt de aanvrager de certificatiemaatschappij om een evaluatierapport en maakt dit achteraf over aan het begeleidingscomité. De fase van de bouw van de 18 volgende windmolens kan slechts worden aangevat na goedkeuring van het rapport van de certificatiemaatschappij door de Minister, na advies van het Bestuur.

Na advies van het Bestuur behoudt de Minister het recht om na de pilootfase, op basis van de gegevens uit de rapporten van de certificatiemaatschappij, de uitvoeringsrapporten van de machtiginghouder en de monitoringresultaten of andere beschikbare informatie, eventuele wijzigingen aan het bouwproject door te voeren in overeenstemming met de wet en haar uitvoeringsbesluiten en met de bepalingen van dit besluit.

De zelfde werkwijze wordt gevolgd voor de uitvoering van de volgende bouwfasen van het project.

4. Binnen een termijn van 21 dagen die volgen op de ingebruikname van de machtiging voor de bouw van het windmolenpark wordt, op voordracht van het Bestuur, een begeleidingscomité opgericht. Het begeleidingscomité blijft voor de gehele duur van het project bestaan. Hierin zetelen het Bestuur, een

¹⁴ Voor de toepassing van de in dit hoofdstuk vermelde voorwaarden wordt verstaan onder “Het Bestuur”, het Bestuur zoals gedefinieerd in Art.1 3° van het KB van 07 september 2003 houdende de procedure tot vergunning en machtiging van bepaalde activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België

afgevaardigde van de FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie die de Minister bevoegd voor Energie uitgenodigd wordt aan te stellen, de vergunningshouder en de gekozen certificatiemaatschappij, aangesteld door de machtiginghouder en goedgekeurd door de Minister. Elke vervanging van een lid wordt, naargelang het geval, door het Bestuur of de Minister goedgekeurd. Het niet aanstellen van een afgevaardigde door de Minister bevoegd door de Minister bevoegd voor Energie is geen beletsel voor het bestaan en de werking van het begeleidingscomité.

Het comité wordt voorgezeten door een vertegenwoordiger van het Bestuur.

Het begeleidingscomité verenigt zich tijdens de bouw- en voorbereidende fase, ten minste één maal vóór en één maal na elke fase, en tijdens de normale exploitatiefase minstens één maal per jaar. Het comité kan te alle tijde worden bijeengeroepen op vraag van één van de leden. Voorstellen van het begeleidingscomité blijven onderworpen aan de goedkeuring van het Bestuur. Bij gebrek aan consensus legt het Bestuur het vraagstuk aan de Minister voor. Indien door zijn leden nodig geacht kan het begeleidingscomité zich laten bijstaan door andere overheidsdiensten en/of externe deskundige.

Het begeleidingscomité heeft als opdracht om de voorbereidende activiteiten, de bouw, de exploitatie en de ontmanteling van het windmolenpark, met inbegrip van de electriciteitskabels te volgen met het oog op de uitvoering van de wet en haar uitvoeringsbesluiten en het naleven van de bepalingen en gebruiksvoorwaarden van de vergunning en de machtiging.

Hiertoe werkt het begeleidingscomité de procedures uit voor:

- de goedkeuring van beslissingen die moeten genomen worden tijdens de voorbereidende, bouw-, exploitatie- en ontmantelingsfase;
- de goedkeuring van de gemaakte keuzes op vlak van technologieën, procedures, materialen, grond- en hulpstoffen, designs, voor alle structuren en kabels en voor de erosiebescherming;
- de stopzetting van de turbines, al dan niet voor een noodgeval;
- het onderhoud van het windmolenpark;
- de toegang door helikopters (indien van toepassing);
- de communicaties, met inbegrip van het controlestation van de vergunningshouder aan wal;
- het afleveren van bijkomende informatie van de machtigings- of vergunningshouder aan leden van het begeleidingscomité;
- het preliminaire onderzoek van klachten van derden tijdens alle fasen van het project;
- de alarmering van de leden in geval van een ongeval veroorzaakt door de activiteit zelf of door derden.

Bovenstaande lijst van procedures is niet limitatief. Op voorstel van het Bestuur kan de Minister te allen tijde de ontwikkeling van bijkomende procedures vragen.

Het begeleidingscomité stelt, op voordracht van de certificatiemaatschappij, een checklist op van de internationale en nationale normen (of, waar noodzakelijk door gebrek aan normen, van erkende standaarden) die moeten nageleefd worden door de vergunningshouder in de uitvoering van het project en de activiteit, en werkt deze zonedig bij.

Het begeleidingscomité kan te allen tijde bijkomende maatregelen voorstellen aan de Minister teneinde de bescherming van het mariene milieu te vrijwaren.

De toegang tot informatie is gedurende de volledige geldingstermijn van de vergunning en de machtiging gewaarborgd voor de Minister en voor alle leden van het begeleidingscomité.

Het begeleidingscomité kan te allen tijde bijkomende maatregelen voorstellen aan de Minister teneinde de bescherming van het mariene milieu te vrijwaren.

5. Alle wijzigingen aan het project die afwijken van de gegevens verstrekt in het MER bij de vergunningsaanvraag dienen door de vergunningshouder te worden gemeld aan het Bestuur. Het Bestuur oordeelt of de wijziging als ingreep of verandering moet worden beschouwd in toepassing van art.1 van het KB van 07 september 2003 houdende de procedure tot vergunning en machtiging van bepaalde activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België.

6. Indien beslist wordt over te gaan tot het oprichten van windturbines van meer dan 3.6 MW moet een actualisatie gebeuren van de technische beschrijving van de gekozen windturbine, inclusief de fundering, alsook een actualisatie van de relevante hoofdstukken van het MER. Op basis hiervan en op advies van het Bestuur keurt de Minister de modaliteiten van oprichting van deze windturbines goed.

7. Het Bestuur dient via het Begeleidingscomité op voorhand te worden verwittigd, samen met de nautische autoriteiten, van de datum of data waarop werkzaamheden in de vaargeul zullen plaatsvinden. De mogelijkheid dient aan het Bestuur te worden aangeboden om ter plaatse een waarnemer te sturen aan boord van de werkvaartuigen die door de machtigingshouder worden ingezet.

8. De vergunningshouder verbindt zich ertoe om alle drijvende of gezonken voorwerpen die om welke reden ook in zee terechtgekomen zijn tijdens de bouw-, exploitatie- of ontmantelingsfase, terug te vinden en te recupereren. Het Bestuur dient op de hoogte te worden gebracht van verloren materiaal en een bewijs van recuperatie dient naar het Bestuur te worden betekend.

9. De vergunningshouder wordt verplicht een jaarlijks uitvoeringsverslag in te dienen waarvan de modaliteiten betreffende de inhoud beschreven worden in Hoofdstuk 16 van de milieueffectenbeoordeling. In dit jaarlijkse uitvoeringsverslag moeten de relevante opmerkingen met betrekking tot de kabels in ieder hoofdstuk afzonderlijk worden vermeld. Dit rapport bevat tevens de resultaten van de uitgevoerde survey ter bepaling van de effectieve diepte van de kabels. De diepte van de kabel mag op geen enkel ogenblik minder dan 1 meter bedragen. Werken om hieraan tegemoet te komen vallen onder de huidige machtiging/vergunning.

10. Andere vergunnings- en/of machtigingsplichtige activiteiten die men in het concessiegebied zou wensen uit te oefenen worden sowieso aan een nieuwe milieueffectenbeoordeling onderworpen.

14.2. *Monitoring*

11. De in hoofdstuk 15 van de MEB, in bijlage 2 van het advies vermelde monitoring is een voorwaarde voor de geldigheid van de vergunning en/of machtiging.

12. Bij eventuele via deze monitoring vastgestelde negatieve evolutie van de impact van de voorgenomen activiteit op het mariene milieu zal het Bestuur deze impact evalueren en aan de bevoegde overheid de gepaste maatregelen voorstellen om deze impact te milderen of te niet te doen.

13. De retributie voor de monitoring dient betaald te zijn binnen de 6 weken van de verzending van de schuldvordering met de onkostennota door het Bestuur en is een voorwaarde voor het uitvoeren van de activiteit. De betaling van de retributie dient tenminste op jaarlijkse basis te gebeuren.

14. De vergunningshouder dient, mits goedkeuring door het begeleidingscomité en naleving van veiligheidsvoorwaarden die door het begeleidingscomité worden goedgekeurd, wetenschappelijk onderzoek kosteloos toe te laten binnen de concessiezone. Het Bestuur behoudt het recht om monitoring en wetenschappelijk onderzoek te voeren binnen het concessiegebied en op de structuren op voorwaarde dat de veiligheid wordt gerespecteerd en dat de vergunningshouder in kennis is gebracht van de intenties van de overheid.

15. Alle nuttige parameters gemeten van de meetmasten en andere installaties moeten in "real time" aan het Bestuur worden overgemaakt. Volgende parameters dienen minimaal te worden overgemaakt: luchttemperatuur, windkracht, windrichting, vochtigheid, luchtdruk en MOR ("Meteorological Optical Range") zichtbaarheid, minimaal om de vijf minuten gemeten. De modaliteiten (formaat, drager, aantal, inhoud, enz...) worden gezamenlijk gedefinieerd en door het Bestuur goedgekeurd.

14.3. *Sediment en Hydrodynamica*

16. De baggerspecie resulterende uit de werken dienen gestort te worden in een door het Bestuur aangeduide locatie.

14.4. *Risico's/veiligheid*

17. Overeenkomstig artikel 29 van het KB VEMA van 7 september 2003, moet de machtigings- en/of vergunningshouder, vóór de aanvang van de bouwfase, een noodplan ter goedkeuring van het Bestuur 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 machtigings- en/of vergunningshouder 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.

18. Inzake scheepvaartveiligheid dient de vergunningshouder 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 het Bestuur in gepaste tijd te worden geraadpleegd.

19. Gedurende de werkzaamheden om het windmolenpark in te richten 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.

20. De vergunninghouder 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 het Bestuur worden gemeld voor dat het betrokken middel wordt ingezet.

21. 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.

22. De vergunningshouder dient de nodige veiligheidsprocedure op te stellen om de signalisatie van het park en de structuren op ieder ogenblik te verzekeren.

23. Alle turbines moeten individueel genummerd worden aan de basis en op de top van de gondel.

24. Iedere windturbine en transformator dienen van opvangbakken voorzien te zijn.

25. 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.

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

27. Gedurende de exploitatiefase moet een speciaal uitgerust “multi-purpose” schip beschikbaar zijn, met als opdracht, naast de onderhoudsoperaties:

- autonome oliebestrijding en recuperatie (capaciteit van 400 m³ olie),
- recuperatie van drijvende of gezonken voorwerpen,
- het slepen van kleine schepen: ‘bollard pull’ van minstens 60 ton –conform de aanbeveling van Germanischer Lloyd (deelstudie, p. 116)–, remkracht 100 ton,
- brandbestrijding (600 m³/uur),
- eerste noodhulp aan personen,
- werkpost voor de overheid: accommodatie voor twee personen, ruimte en middelen om vanuit het schip de rol van *On Scene Commander* te kunnen uitvoeren, ruimte om vanuit het schip de bestuurlijke controle van de activiteit uit te voeren, ruimte om (beperkte) wetenschappelijke activiteiten uit te voeren.

28. De vergunningshouder dient 1 à 2 maal per jaar gesimuleerde nautische noodgevallen, noodsleepoefeningen en oliebestrijdingsoefeningen uitvoeren. Het Bestuur moet worden uitgenodigd op deze oefeningen. De oefeningen mogen gecombineerd worden met eventuele overheidsoefeningen.

14.5. *Schadelijke stoffen*

29. Alle vloeistoffen (inclusief de vloeistof in de kabels) en andere oplosbare stoffen moeten in een HNS (Hazardous en 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 het Bestuur worden voorgelegd. De inbreng van giftige stoffen in het milieu en op of in de structuren is niet toegelaten. Eveneens is de inbreng van afvalwateren en –stoffen in het mariene milieu niet toegelaten.

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

31. Voor de aanleg van de beschermingsmatrassen op de zeebodem moet de aanvrager verifiëren en certificeren dat alle gekozen componenten zonder gevaar voor enige uitloging kunnen gebruikt worden in het mariene milieu. De

samenstelling van de asfaltmatten dient ter goedkeuring voorgelegd te worden aan het Bestuur. Het gebruik van monolieten is hierbij verboden.

32. Bij elk voorstel van upgrade tot 5 MW zal de vergunninghouder het hoofdstuk “mogelijk schadelijke stoffen” van het MER moeten aanvullen/herzien en de nieuwe hoeveelheden SF₆, verven en afscheidsaluminium moeten berekenen. Deze informatie moet aan het bestuur ter goedkeuring worden overgemaakt samen met de aard en hoeveelheid verven en mogelijk bijkomende chemicaliën die zullen worden gebruikt.

14.6. *Bouwfase*

33. De aanvrager moet voor de bouw een side scan sonar survey (of minstens gelijkwaardige techniek) door het gebied, over het kabeltracé en over de aanvoerrote van de belangrijkste werkhaven naar het park toe, uitvoeren. Het Bestuur moet uitgenodigd worden om aanwezig te kunnen zijn tijdens deze survey. Alle obstakels die op de zeebodem gevonden worden moeten geplott worden. Een post constructie survey dient over dezelfde lijnen te gebeuren (rekening houdend met veiligheid en werkingslimieten), en ieder nieuw obstakel moet op kosten van de aanvrager verwijderd worden. Indien een wrak wordt “ontdekt” dient eerst het Bestuur 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.

34. Voordat met het plaatsen van het werk wordt begonnen, voert de vergunningshouder een gedetailleerd onderzoek uit naar de bodemgesteldheid en bodemvormen ter plekke van de windmolenfunderingen in verband met eventuele wijzigingen in het ontwerp van de funderingen. De ruwe data en resultaten van het bodemonderzoek worden ter kennis gebracht van het Bestuur.

35. De opvolging van de bouwfase en de voorbereidende onderzoeken (jaar 0) houdt in dat het Bestuur voortdurend op de hoogte wordt gehouden door de certificatiemaatschappij. Indien de opvolging uitwijst dat een keuze moet worden gemaakt tussen nog niet vastgelegde formules, procedures of opties, dan moet de certificatiemaatschappij de nodige vergaderingen van het begeleidingscomité bijeenroepen om toestemming van het Bestuur te krijgen.

36. Tenminste 6 maanden voor de aanvang van de effectieve bouwwerken moet het certificaat van het definitieve basisontwerp, met inbegrip van de beschrijvingen van alle aangenomen opties die in de aanvraag niet definitief werden gekozen, aan het Bestuur worden voorgelegd.

37. 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).

14.7. Zeezoogdieren

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

39. Er dienen preventieve maatregelen genomen te worden om te vermijden dat tijdens het heien van de palen en het grondonderzoek blijvende gehoorschade aangericht wordt bij zeezoogdieren die zich in de nabijheid zouden kunnen bevinden. Deze maatregelen kunnen eruit bestaan 'pingers' en 'seal scarers' in te zetten tijdens een periode die het heien voorafgaat (ten minste een half uur).

14.8. Avifauna

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

14.9. Landschap

41. De verlichting van de turbines ten behoeve van de scheep- en luchtvaart zullen de specificaties volgen zoals opgegeven door de bevoegde instanties. Deze dienen te voldoen aan de internationaal bestaande richtlijnen zoals IALA (scheepvaart) en ICAO (luchtvaart) en worden samengevat in het verlichtingsplan (zie hoofdstuk 13 van het MEB) . Eventuele bijkomende specificaties en veranderingen in huidig gekende specificaties na datum van de MEB zullen ter kennis van het Bestuur worden gebracht. Indien technisch mogelijk moet het licht gefilterd worden naar de kust toe. Dit zal zeker dienen te gebeuren indien blijkt dat de verlichting van de 3.6 MW tot 5MW turbines aan de kust zichtbaar zou zijn en van een hinderlijk niveau (te bepalen via een enquête).

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

14.10. Exploitatiefase

43. Alle kabels die definitief buiten gebruik worden gesteld tijdens de exploitatiefase, zoals kabels die vervangen worden door andere kabels, moeten verwijderd worden.

14.11. *Ontmantelingsfase*

44. Bij het verlopen van de vergunning en/of machtiging of het stopzetten van de activiteit dienen de bevoegde administraties door de vergunningshouder op de hoogte worden gebracht van hun intenties en voorstellen. De vergunningshouder dient de nodige financiële middelen te voorzien om na de exploitatiefase de kabels te verwijderen en de site (inclusief eventueel verwijderen van de meetmasten en transformatorplatform) terug in zijn oorspronkelijke staat te herstellen. Na overleg, en op advies van het Bestuur, beslist de bevoegde Minister over de maatregelen en modaliteiten volgens welke de site in zijn oorspronkelijke staat wordt hersteld. De verwijdering van de erosiebescherming dient te gebeuren volgens deze maatregelen en modaliteiten.

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

46. De kabels dienen volledig uitgegraven/verwijderd te worden. Indien het gebruik van de kabels wordt verlengd, door de aanvrager of ieder andere gebruiker, dient deze verlenging het onderwerp uit te maken van een nieuwe aanvraag conform de wet van 20 januari 1999 ter bescherming van de zeegebieden onder rechtsbevoegdheid van België.

47. Na de uitbatingperiode van de kabels dienen alle stukken die deel uitmaken van de voorziene kruisingsopstelling verwijderd te worden. Dit geldt voor de asfaltmatten evenals samenhangende structuren (naast de verwijdering van de steenbestortingen en de kabels).

14.12. *Communicatie -administratie*

48. De contactgegevens van de persoon die instaat voor de technische coördinatie van alle activiteiten tijdens de bouw dienen aan het Bestuur te worden overgemaakt voor de aanvang van de werken. Wijzigingen aan deze gegevens dienen onverwijld aan het Bestuur te worden overgemaakt.

49. Personeelsleden die ingevolge hun functie direct of indirect betrokken zijn bij de gang van zaken in of op de inrichting, zijn op de hoogte van de voorschriften die in deze vergunning en/of machtiging met betrekking tot deze inrichting zijn gesteld.

50. Voor alle metingen en onderzoeksdata die aan het Bestuur dienen te worden overgemaakt tijdens de geldigheid van de vergunning en/of machtiging worden alle modaliteiten (formaat, drager, aantal, inhoud enz...) door het

Bestuur in overleg met de vergunnings-en/of machtigingshouder gedefinieerd en door het Bestuur goedgekeurd.

51. Er worden voorlopig geen andere voorwaarden opgelegd. De aandacht van de vergunningshouder wordt gevestigd op art.45 van het KB van 07 september 2003 houdende de procedure tot vergunning en machtiging van bepaalde activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België, m.b.t. mogelijke bijkomende gebruiksvoorwaarden.

14.13. *Andere*

De aandacht van de Minister wordt gevestigd op diverse bijkomende voorwaarden die geen rechtstreeks verband houden met milieubescherming, dan wel met de algemene veiligheid. De eerste 7 maatregelen worden door Germanischer Lloyd voorgesteld in hun studie, bijgevoegd aan het door de aanvrager ingediende MER. De laatste maatregel wordt in Nederland opgelegd op de uitbaters van windmolens op zee. Het ware nuttig deze voorwaarden ter kennis te brengen van de terzake bevoegde autoriteiten en de oplegging ervan op de vergunnings- en/of machtigingshouder in overweging te nemen.

- 1.** Een heliplatform voor SAR voorzien op het transformator platform
- 2.** Twee VHF eenheden met DSC functie in de verkeersleidingkamer om schepen op een aanvaringsroute te waarschuwen.
- 3.** Installatie van een MF/HF eenheid (transmitter en receiver) en een telefoon in de verkeersleidingskamer om schepen met averij te kunnen rapporteren naar SRCC en VTS
- 4.** Redundant signaal transmissie naar de controlekamer voor controle en monitoring van de turbines
- 5.** Installatie van 2 redundant AIS transponders
- 6.** Bouwmaterialen dienen de lichten te dragen van schepen met beperkte manoeuvreerbaarheid
- 7.** Continue waarchuwingen op VHF kanaal 6 via VTS
- 8.** Het plaatsen van misthoorns op de hoekturbines. De misthoorns dienen automatisch te worden ingeschakeld bij een meteorologische zichtbaarheid van minder dan 2 zeemijlen.

15. Monitoring

15.1. Algemeen

Het Bestuur 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 voor 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 het Bestuur een wetenschappelijke workshop organiseren in samenwerking met de vergunningshouder. Op deze workshop zullen de resultaten van de monitoring en de relevante gegevens uit de jaarlijkse verslagen worden uiteengezet. Vanuit deze informatie zal het Bestuur voorstellen formuleren voor de inhoud en de uitvoering van het verdere monitoringsprogramma, samen met mogelijke voorstellen van wijzigingen van de voorwaarden. Het Bestuur zal hierover adviseren aan de bevoegde minister.

Alle monitoringsgegevens die door de vergunningshouder worden verzameld dienen volgens een op voorhand met het Bestuur afgesproken formaat en drager (papier, CD-R, digitaal doorzenden) aan het Bestuur 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 monitoringgegevens behalve deze die rechtstreeks noodzakelijk zijn voor de bouw en exploitatie van het park worden eigendom 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 vergunnings-en/of machtigingshouder. Het Bestuur verbindt zich deze kosten binnen het budget te houden, rekening houdende met de gewone indexstijging. Het Bestuur behoudt echter het recht om het monitoringprogramma 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 werkzaamheden zich in de omgeving van het concessiegebied kunnen uitstrekken.

De vergunnings –en machtigingshouder dient, mits goedkeuring door het begeleidingscomité, wetenschappelijk onderzoek kosteloos toe te laten binnen de concessiezone. Het Bestuur 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 vergunningshouder in kennis wordt gebracht van de intenties van de overheid.

Op het transformatorplatform of (een) andere geschikte locatie(s) binnen het park dient ruimte voorzien te worden vanwaar onderzoek kan uitgevoerd worden. De mogelijkheid moet voorzien worden om op het 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 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 aantoonde dat in bepaalde omstandigheden onaanvaardbare aantallen aanvaringsslachtoffers vallen onder vogels, dan dienen maatregelen genomen te worden om deze aantallen te verminderen.

De locatie vanwaar de monitoring gebeurt (transformatorplatform of andere (een) andere geschikte locatie(s)) moet, in overleg met de exploitant, en mits goedkeuring van de begeleidingscomité toegankelijk zijn voor onderzoekers, ook indien dit niet voor onderzoek is dat specifiek kadert in dit monitoringprogramma.

15.2. *Voorgestelde programma*

15.2.1. Programma

In het MER worden door het studiebureau interessante voorstellen gedaan met betrekking tot het uit te voeren monitoringsprogramma. Niettemin oordeelt het Bestuur dat niet alle voorstellen voor monitoring in het MER strikt gerechtvaardigd zijn, gezien de voorziene milieu-effecten die te verwachten zijn. Hieronder wordt, rekening houdend met de voorstellen uit het MER en met de resultaten van de milieu-effectenbeoordeling (MEB), een monitoringsplan voorgesteld door de BMM.

De tabel hieronder geeft een overzicht weer van de monitoring voor alle disciplines tijdens de 6 jaren.

Tabel 8 Overzicht van alle monitoringsprogramma's tijdens de 6 jaren.

jaar 0	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5
	Pilootfase	fase 2	fase 3		
Bodem-onderzoeken	6 WT	24 WT	60 WT	60 WT	60 WT
HYDRO	HYDRO				
	SED	SED	SED	SED	SED
	TRIL	TRIL	TRIL	TRIL	TRIL
OWG	OWG	OWG			
	BWG	BWG			
METEO	METEO	METEO	METEO	METEO	METEO
	ENQU	ENQU?	ENQU		
	VIS	VIS	VIS	VIS	VIS
	HARD	HARD	HARD	HARD	HARD
ZACHT	ZACHT	ZACHT	ZACHT	ZACHT	ZACHT
AVI REF	AVI REF	AVI REF	AVI REF	AVI REF	AVI REF
	AVI SED	AVI SED	AVI SED	AVI SED	AVI SED
	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		

15.2.2. 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 het Bestuur gebeuren. Hiervoor werd voor jaar 0 en jaar 5, twee manjaren voorzien, en 1 manjaar tijdens de overige jaren (jaar 1 tot 4).

15.2.3. 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 vergunningshouder (CP) 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 (BMM).

De tabel hieronder geeft een overzicht weer van de uitvoerders van de voorgestelde onderzoeken.

Tabel 9 Overzicht van de uitvoerders van het programma

	veldwerk	onderzoek	rapportering	beoordeling
HYDRO/SEDT	CP	CP	CP	BMM
TRIL/BWG	CP	CP	CP	BMM
OWG	BMM	BMM	BMM	BMM
METEO	CP	BMM	BMM	BMM
ENQU	BMM	BMM	BMM	BMM
BENTHOS/VIS	BMM	BMM	BMM	BMM
AVI	BMM	BMM	BMM	BMM
EMV	CP	CP	CP	BMM

De onderzoeken worden op kostprijs gefactureerd aan de aanvrager. Tenzij specifiek geformuleerd gaat het voorziene budget uit van een basisvergoeding van 395 euro per mandag, te indexeren volgens de index der consumptieprijzen. Uitrusting en materiaal worden eveneens op kostprijs berekend in de schatting van het te voorzien budget.

De scheepstijd valt ten laste van de exploitant en wordt in de berekening van dit budget niet meegerekend.

Het budget dat voorgesteld wordt, is het maximum budget. Aan de exploitant worden de reële kosten verrekend.

In de volgende hoofdstukken wordt een schatting gemaakt van het aantal stalen en van de werklust 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 belooft een totaal bedrag van 2.676.400 euro in constante waarde op 2 maart 2004. De BMM behoudt het recht om de werklust van de verschillende programma's in de loop van de uitvoeringsperiode aan te passen en zonodig naar beneden te herzien om die in overeenkomst te houden met de beschikbare financiële middelen.

15.3. *Hydrodynamica en sedimenten*

15.3.1. Bodemonderzoek

Vóór de werken zal een grondig bodemonderzoek (boringen, korrelgroottedistributies, ...) worden uitgevoerd door de vergunningshouder. De resultaten hiervan moeten aan het Bestuur binnen een redelijke termijn worden overgemaakt.

15.3.2. Watermetingen (HYDRO)

Vóór de werken, tijdens de werken en na de werken (in de pilootfase) zullen metingen worden uitgevoerd van de stromingen en golven en van de turbiditeit. De stroommetingen zullen worden uitgevoerd met een ADCP. De metingen van de golven en van de turbiditeit zullen worden uitgevoerd vanaf frames, die op de bodem worden geplaatst. De metingen zullen steeds worden uitgevoerd in twee zones tegelijk, namelijk op de Thorntonbank, ter hoogte van de werken, en op een locatie verder van de werken, om de natuurlijke achtergrondwaarden in dezelfde buurt te meten. De metingen worden steeds tijdens een periode van 15 dagen uitgevoerd.

15.3.3. Erosie rond de palen (SED EROS)

Na de werken moet vooral de evolutie van de morfologie rond de palen regelmatig worden opgemeten. Er wordt aanbevolen de morfologie op te meten direct na het plaatsen van de palen, na 1 maand, na de eerste zware storm en 1 maand na die storm. Verder moet gedurende de eerste vijf jaren jaarlijks een opmeting van de morfologie rond de palen worden uitgevoerd. De metingen worden uitgevoerd rond de palen op de top van de zandbank, aangezien daar de stromingen en de bodemspanningen het hoogste zijn, in het zuidelijke punt van het windmolenpark, omdat daar het materiaal het fijnste is, en op de hoeken van het windmolenpark.

15.3.4. Erosie langs kabeltracé (SED KAB)

Na de werken moeten ook de begravingsdiepte van de kabels regelmatig worden gecontroleerd. Er wordt aanbevolen de morfologie op te meten na de eerste zware storm en 1 maand na die storm en verder één maal per jaar.

15.3.5. Budget

Er wordt gesteld dat deze monitoring wordt uitgevoerd door de aanvrager. De monitoring omvat de meetcampagnes, de evaluatie en interpretatie van de resultaten en de rapportage. Alle opgemeten gegevens zullen ook aan de BMM worden overgemaakt.

De kosten voor de BMM blijven beperkt tot de controle en de evaluatie van de monitoring. Deze kosten kunnen worden geraamd als in volgende tabel.

Tabel 10 Schatting van de werklast 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	10	10	10	10	10	10	60

15.4. Geluid

15.4.1. Onderwatergeluid (OWG)

Vóór en tijdens de bouw en in de beginmaanden van de inbedrijfstelling zal een monitoringsprogramma van het onderwatergeluid uitgevoerd worden door het Bestuur.

Het betreft het meten van het spectrum van het onderwatergeluid:

- 1) om het (achtergrond) referentieniveau te bepalen, op drie verschillende plaatsen (en diepten) binnen het concessiedomein, bij hoog- en laagtij en onder diverse meteorologische omstandigheden (jaar 0 en jaar 1) (OWG REF)
- 2) op verschillende afstanden (50 m, 100 m, 400 m) en op verschillende diepten ("near-surface", "near-bottom" en midden van de waterkolom) tijdens het gebruik van het heiblok, synchroon met metingen van het geluid boven water (jaar 1 en jaar 2), (OWG HEI)
- 3) op verschillende afstanden (midden van het park; 50 m, 100 m, 400 m

“naar buiten” vanaf een buitenste rij windturbines), op verschillende diepten (“near-surface”, “near-bottom” en midden van de waterkolom) en onder diverse werkregimes van de dichtstbijzijnde windturbines (stilgelegd, half optimaal en optimaal werkregime op de overeenkomstige minimum en maximum windsnelheden) vanaf het begin van de inbedrijfstelling van de windmolens, synchroon met metingen van de trillingen van de mast (jaar 1 en jaar 2), (OWG EXP)

De metingen dienen minstens 1 uur te duren en zullen herhaald worden voor elk type fundering (monopaal/tripode) of turbine.

15.4.2. Geluid boven water (BWG)

Tijdens de bouw en in de beginmaanden van de inbedrijfstelling zal een monitoringsprogramma van het geluid boven water uitgevoerd worden door de vergunningshouder.

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, zie hierboven (jaar 1 en jaar 2), op de meetmast of op de best geschikte plaats;
- 2) tijdens de exploitatiefase, door middel van op de meetmasten bevestigde sonometers, gedurende minstens 14 dagen tweemaal per jaar (jaar 1 en jaar 2).

De resultaten dienen aan het Bestuur binnen een redelijke termijn overgemaakt te worden.

15.4.3. Trillingen (TRIL)

Trillingen in masten zullen door de vergunningshouder continu gemeten worden (vanaf jaar 1). De metingen van het onderwatergeluid (zie hierboven), moeten gesynchroniseerd verlopen met de metingen van de trillingen in de dichtstbijzijnde masten (jaar 1 en jaar 2). De resultaten ervan dienen aan het Bestuur binnen een redelijke termijn overgemaakt te worden.

15.4.4. Nominaal geluidsvermogen van de turbines (BWG WT)

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

15.4.5. Budget

Tabel 11 Schatting van de werklust voor de monitoring van het geluid (OWG, BWG, TRIL)

	Jaar 0	Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3	Jaar 4	Jaar 5	Totaal	
Mandagen	110	110	110	10	10	10	360	mandagen
Afschrijving	3000	3000	3000				9000	euro
Hydrofoons								

15.5. Risico's (METEO)

Sensoren dienen in het SCADA-systeem¹⁵ te worden voorzien om de defecten met mogelijke gevolgen voor het milieu (brand, lek, ...) onmiddellijk te signaleren.

De meteorologische gegevens die vanop de twee meetmasten en andere installaties worden gemeten moeten in digitale vorm in (near-)real time aan de BMM overgemaakt worden, om toe te laten de risico's verbonden aan de scheepvaart beter te kunnen schatten en mogelijke incidenten in het licht van de omstandigheden te plaatsen. 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.

De werklust werd berekend als volgt (Tabel 12). Het eerste jaar (jaar 0) worden het materiaal en de methoden op punt gesteld. In jaar 1 en 2 worden de eerste reeksen gegevens ontvangen en verwerkt. Tijdens jaar 3 tot 5 wordt een meer routinematige verwerking van de gegevens uitgevoerd.

Tabel 12 Schatting van de werklust voor de monitoring van METEO

	Jaar 0	Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3	Jaar 4	Jaar 5	Totaal
Mandagen	15	25	20	10	10	10	90

15.6. Schadelijke stoffen

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

¹⁵ "SCADA": Supervisory Control And Data Acquisition

15.7. *Benthos en vissen*

15.7.1. Inleiding

De oprichting van een windmolenpark zal effecten hebben op het onderwaterleven. De palen en de erosiebescherming eromheen zullen in een gebied waar oorspronkelijk alleen zachte substraten voorkwamen, een *nieuw* soort habitat in de zeegebieden vormen, namelijk een kunstmatig hard substraat. Daarnaast zal het gebied principieel gesloten worden voor de visserij. Dit zal gevolgen hebben zowel in het gebied als daarbuiten. Mogelijk zijn er ook effecten tijdens de operationele fase als gevolg van de werking van de windmolens.

In deze nieuwe habitat, gevormd door de palen en de erosiebescherming, zullen zich organismen vestigen die voorheen niet in het gebied voorkwamen. Dit kunnen soorten zijn die reeds elders in de zuidelijke Noordzee voorkomen, maar ook exotische soorten zouden van de gelegenheid kunnen gebruik maken om zich in dit nieuwe biotoop te vestigen. De impact daarvan op het mariene milieu is onzeker en moet dus opgevolgd worden. Dit onderzoek dient uitgevoerd te worden op kosten van de exploitant.

Er vallen ook voordelige effecten te verwachten op de endo- en epifauna van de zachte substraten en op de visfauna indien het concessiegebied zou gesloten worden voor de visserij. Het is noodzakelijk dat ook die onderzocht zouden worden.

15.7.2. Algemene opmerkingen

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

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.

De monitoring moet het mogelijk maken om eventuele veranderingen in het onderwaterleven als gevolg van de inplanting van een windmolenpark te kunnen detecteren. Opdat eventuele permanente veranderingen zouden kunnen vastgesteld worden, is een grondige en voldoende lange monitoring van de diverse gemeenschappen noodzakelijk.

Wanneer zou gedacht worden aan het opstarten van aquacultuur, dient een dergelijk project het voorwerp uit te maken van een nieuw MER.

15.7.3. Pelagische en demersale vis (VIS)

Artificiële harde substraten zijn aantrekkelijk voor vissen. 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. De bedoeling van de monitoring is om deze verandering vast te stellen.

Observaties van de visfauna rond de palen zijn, gezien de fysische gesteldheid

van het gebied - met relatief sterke stromingen en mogelijk periodes met slechte zichtbaarheid - niet altijd evident. Een combinatie van technieken zoals duiken en het zetten van fuiken of warrelnetten zal daarom nodig zijn.

Daarnaast zal het ook nodig zijn om het onderzoek te verrichten op de meest geschikte momenten namelijk die dagen waarop de storende omgevingsparameters zoals de turbiditeit minimaal zijn.

Voor het onderzoek van de visfauna rond de palen kan een onderzoeksfrequentie van 2 maal per jaar, eenmaal in het voorjaar en eenmaal in het najaar, rond 3 geselecteerde turbines – te beschouwen als 3 replicaten - volstaan.

Opdat de permanente effecten zouden meetbaar worden dient voldoende lang in de tijd gemonitord te worden.

Tabel 13 Staalname intensiteit visfauna (VIS)

Duur (jaar)	Frequentie Staal-names	Aantal Wind-molens	Aantal staal-names	Aantal stalen per jaar	Totaal aantal stalen
5	2/jaar	3	1	6	30

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

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

Een bepaling van de T_0 situatie, dit is van de visfauna zonder artificiële substraten, en van de natuurlijk optredende fluctuaties in de vispopulaties in het omringende gebied, kan gebeuren gebruik makend van reeds lopende programma's.

15.7.4. Aangroei harde substraten (HARD)

Het betreft hier een nieuw habitat dat nog niet voorkomt in de zeegebieden en dus ook niet gekend is. De bedoeling van de monitoring is om de vestiging en de ontwikkeling en de aard (inheems, niet inheems) van het leven op de harde substraten, gevormd door de turbinepalen en de erosiebescherming, vast te stellen. Omdat het hier een nieuw habitat betreft is het niet mogelijk om een referentiestadium te bepalen.

Er moeten stalen genomen worden in het subtidaal van de erosiebescherming en in een zone op de palen zelf. Daarnaast dienen ook stalen genomen te worden in de intertidale zone op de palen.

De windmolens zullen niet allemaal in een keer geplaatst worden. Er zal eerst gestart worden met een pilootproject met 6 windmolens. Daarna zullen geleidelijk aan de andere gefaseerd aangevuld worden. Eerst zal de eerste zone vervuld worden tot 24 windmolens, daarna zal de tweede zone met nog eens 36 windmolens ingericht worden.

Erosiebescherming (HARD ER)

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 openvolging van de ene gemeenschap door de andere.

Er is nog geen vergelijkbare situatie gekend zodat een gedetailleerde opvolging nuttig zou zijn. Er is ook nog niets gekend over de ontwikkelingstijd die nodig is om een climaxgemeenschap te bereiken. Daarom moet de staalname-intensiteit in de eerste jaren vrij intensief zijn. In het eerste jaar (pilootfase), tijdens de kolonisatie, kan bijvoorbeeld geopteerd worden voor een seizoenale opvolging van het proces op een aantal van de 6 eerst gebouwde windmolens. Tijdens de daaropvolgende 4 jaar dienen meer windmolens in het onderzoek betrokken te worden maar zou het aantal opnames per jaar kunnen beperkt worden tot bijvoorbeeld 2 maal per jaar.

Omdat er feitelijk nog geen zekerheid bestaat over de reële ontwikkelingstijd

nodig om tot een climaxgemeenschap te komen zouden de resultaten van de kolonisatiefase dienen afgewacht te worden om, indien nodig, de intensiteit van de staalnames aan te passen. Na het bereiken van de climaxgemeenschap, na zowat 5 jaar, zouden de staalnamecampagnes kunnen verminderd worden tot minimum 1 (zomersituatie).

Teneinde permanente veranderingen te kunnen vaststellen dient het monitoringsprogramma wel over een voldoende lange tijdsspanne te lopen.

Tabel 14 Staalname-intensiteit erosiebescherming (HARD ER)

Duur (jaar)	Frequentie staalnames	Aantal molens	Aantal staalnames	Aantal stalen
1	4/jaar	3	2	24
2	2/jaar	6 (1 + 1 rij van 3)	2	24
3	2/jaar	15 (1 + 4 rijen van 3)	2	24
4	2/jaar	15 (1 + 4 rijen van 3)	2	24
5	2/jaar	15 (1 + 4 rijen van 3)	2	24

Opdat men de verschillende staalnamepunten zou kunnen terugvinden onder water kan gedacht worden aan het bevestigen van een metalen plaat die dan met een metaaldetector kan weergevonden worden. Er kan ook gedacht worden om tijdens de bouwphase staalnameblokken uit hetzelfde materiaal als het steenstort in de erosiebescherming te incorporeren. Die kunnen dan tijdens de staalname opgehaald, bemonsterd en teruggeplaatst worden. Voor een praktische uitwerking is reeds in een vroeg stadium overleg nodig tussen de exploitant en het Bestuur.

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 bedekkingsgraad van de sessiele organismen. Indien mogelijk worden semi-kwantitatieve schattingen van het aantal individuen per m² uitgevoerd.

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

Aangroei op de palen

De subtidale aangroei op de palen (HARD SUB) zal verschillen van die van de erosiebescherming, maar is minder afhankelijk van de diepte. In eerste instantie kunnen een aantal, bvb. 3 van de 6 eerst geplaatste windmolens, onderzocht worden.

Voor het onderzoek in de intertidale zone (HARD INT) kan hetzelfde aantal van de 6 windmolens van het pilootproject gevolgd worden. Daarna kan het aantal windmolens zowel voor het inter- als subtidaal onderzoek uitgebreid worden tot 6.

Dezelfde technieken en methodes als voor het bemonsteren van de erosiebescherming kunnen gebruikt worden.

Tabel 15 Staalname-intensiteit begroeiing palen (subtidaal) (HARD SUB)

Duur (jaar)	Frequentie staalnames	Aantal turbines	Aantal staalnames	Aantal stalen
1	4/jaar	3	1	12
2	2/jaar	6	1	12
3	2/jaar	6	1	12
4	2/jaar	6	1	12
5	2/jaar	6	1	12

Tabel 16 Staalname-intensiteit begroeiing palen (intertidaal) (HARD INT)

Duur (jaar)	Frequentie staalnames	Aantal turbines	Aantal staalnames	Aantal stalen
1	4/jaar	3	1	12
2	2/jaar	6	1	12
3	2/jaar	6	1	12
4	2/jaar	6	1	12
5	2/jaar	6	1	12

15.7.5. Kwalitatieve waarnemingen

Naast de kwantitatieve bemonsteringen dienen ook kwalitatieve opnames te gebeuren met duikers die op geregelde tijdstippen, bijvoorbeeld eenmaal per jaar, een totaalopname maken van de evolutie van de gemeenschappen. Die zouden bijvoorbeeld samen kunnen uitgevoerd worden met een bemonstering van de visfauna en/of de begroeiing.

15.7.6. Macro bentische endo- en epifauna (ZACHT)

Als gevolg van het sluiten van het concessiegebied voor de boomkorvisserij waardoor de bentische gemeenschappen niet langer verstoord worden, kunnen voordelige effecten op de endo- en epifauna van de zachte substraten verwacht worden. Het is wenselijk dat ook die onderzocht zouden worden. Dit kan ook nuttig zijn in het licht van de oprichting van de mariene beschermde gebieden en de discussies rond het beperken van effecten van de boomkorvisserij.

De opstellers van het MER wijzen er op dat de referentiesituatie niet voldoende gekend is en dat het daarom noodzakelijk is om in het projectgebied uitgebreid benthosstalen te nemen en dit vanaf de aanvang van het project en dat bovendien de staalnames zeker tijdens verschillende perioden van het jaar dienen plaats te vinden zodat een jaarlijks verloop kan worden bestudeerd.

Alvorens het project te starten dient men daarom een grondige studie uit te voeren van de biota in het eigenlijke inplantingsgebied, opdat men over een T_0 situatie zou kunnen beschikken en een inzicht in de *bestaande* variatie aan onderwaterleven. Met dit als referentie kunnen dan eventuele veranderingen in de bentische fauna als onrechtstreeks gevolg van de aanleg van het windmolenpark vergeleken worden.

Na de installatie is onderzoek nodig in een monitoringsprogramma op korte, middellange en lange termijn. Daarmee kan men de temporele impact op het milieu bepalen en de variaties in het onderwaterleven voor en na de inplanting van de windmolens.

Aangezien de natuurlijke fluctuaties qua soortensamenstelling, densiteiten en biomassa zeer groot zijn en er daarnaast nog andere langdurige processen gaande zijn (broeikas-effect, eutrofiëring) moet, om een eventuele invloed van het windmolenpark zelf te kunnen inschatten, de duur van de monitoringsperiode voldoende lang zijn, want de permanente effecten zullen pas op lange termijn merkbaar worden. Daarnaast moeten ook de effecten tijdens en na de ontmantelingfase nagegaan worden.

De resultaten van de monitoring gedurende de eerste jaren kunnen gebruikt worden bij het opstellen en bijsturen van een onderzoeksprogramma voor de volgende jaren. De staalname-intensiteiten die hieronder aangegeven worden zijn dan ook slechts indicatief.

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 te 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.

15.7.6.1. *Macrobenthische infauna (ZACHT END)*

In het inplantingsgebied dient de densiteit en de biomassa van de aanwezige organismen bestudeerd te worden en dit zowel voor als tijdens de bouw-, werkings- en afbraakfase van het windmolenpark.

Daartoe worden stalen genomen van het sediment. De meest aangewezen methode is met een Van Veen grijper. Indien nodig kunnen andere toestellen zoals boxcorers gebruikt worden. Deze 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.

Om de T_0 te bepalen start men minstens een jaar op voorhand met minstens een halfjaarlijkse bemonstering. x

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 (nazomer) 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 worden is een voldoende lange periode nodig, zeker 5 jaar. Hoe frequenter de staalnames en hoe meer staalnamepunten, hoe betrouwbaarder de gegevens, echter hoe duurder het onderzoek.

Idealiter gaat men op voorhand na hoeveel staalnamepunten er zouden moeten geselecteerd worden voor een optimaal resultaat, d.w.z. een goede verhouding tussen resultaat en prijs.

Een jaarlijkse remote sensing survey van het gebied inclusief referentiegebied is aangeraden om belangrijke veranderingen in het habitat te kunnen evalueren, eventueel veranderingen binnen de monitoringsstations ten opzichte van geselecteerde strata te kunnen evalueren en om de monitoringsdata afkomstig van de monitoringsstations gebiedsdekkend te kunnen extrapoleren.

Indien uit preliminair onderzoek blijkt dat er habitat structureerde soorten zoals bvb. *Lanice* banken voorkomen dan kan daar, zoals in het MER ook opgemerkt, speciale aandacht aan besteed worden.

Aangezien dit allemaal nu nog niet kan bepaald worden werd het aantal stations zo gekozen opdat het gebied toch min of meer adequaat zou kunnen bemonsterd worden (met het risico dat er eerder te weinig dan te veel bemonsteringspunten aangeduid werden).

Mogelijk kunnen de bemonsteringcampagnes voor de endofauna gecombineerd worden met campagnes voor het bepalen van andere parameters.

De metingen zouden zeker lange tijd moeten doorgaan teneinde de permanente effecten vast te kunnen stellen.

Tabel 17 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

15.7.6.2. *Macrobenthische epifauna (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 TO bepaald te worden die kan dienen als referentie.

De staalnames kunnen gebeuren met een boomkor. Een frequentie van 2 maal per jaar, eenmaal in het voorjaar en eenmaal in het najaar, op 5 staalnamepunten kan volstaan. 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 18 Staalname intensiteit macrobenthische epifauna (ZACHT EPI)

Duur (jaar)	Frequentie Staalnames	Aantal punten	Aantal staalnames	Aantal stalen per jaar	Totaal aantal stalen
0	2/jaar	5	1	10	10
1-5	2/jaar	5	1	10	50

Opmerkingen

In een Duits voorstel stelt men gedurende de voorstudie en de volgende 5 jaar een staalnamefrequentie voor van 3 maal per jaar (lente, zomer, winter) en stelt men voor om reeds 2 jaar op voorhand te starten

Een andere mogelijkheid om de veranderingen in de epifauna na te gaan, is het nemen van videobeelden [cfr Duits voorstel]. Gezien de zone vrij klein is en een boomkor altijd schade aanbrengt, zou een monitoring door middel van een videosysteem eigenlijk beter zijn, maar dat zal bijkomende kosten voor de apparatuur met zich meebrengen.

Eventueel zou een deel van de slepen voor epibenthos kunnen vervangen worden door een video-opname.

15.7.7. Budget

Tabel 19 Overzicht van het geschatte aantal stalen voorzien voor de monitoring van de benthos en de vissen

STALEN	jaar0	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	TOTAAL
VIS	0	6	6	6	6	6	30
HARD ER	0	24	24	24	24	24	120
HARD SUB	0	12	12	12	12	12	60
HARD INT	0	12	12	12	12	12	60
HARD TOT	0	48	48	48	48	48	240
ZACHT END	30	30	30	30	30	30	180
ZACHT EPI	10	10	10	10	10	10	60
ZACHT TOT	40	40	40	40	40	40	240
TOTAAL	40	94	94	94	94	94	510

Tabel 20 Overzicht van de geschatte werklust voorzien voor de monitoring van de benthos en de vissen

MANDAGEN	jaar0	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	TOTAAL
Plan/beoordeling	110	20	20	20	20	20	210
VIS	0	20	20	20	20	20	100
HARD ER	0	60	110	140	140	140	590
HARD SUB	0	60	55	30	30	30	205
HARD INT	0	60	55	30	30	30	205
HARD TOT	0	180	220	200	200	200	1000
HARD/VIS TOT	0	220	220	220	220	220	1100
ZACHT END	70	70	70	70	70	70	420
ZACHT EPI	40	40	40	40	40	40	240
ZACHT TOT	110	110	110	110	110	110	660
TOTAAL	220	330	330	330	330	330	1870

Hieronder worden de geschatte scheepstijden voor de monitoring van de benthos weergegeven.

Tabel 21 Aantal scheepstijd nodig voor de monitoring van de benthos

SCHEEPSTIJD	jaar0	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	totaal
VIS		2	2	2	2	2	10
HARD		18	4	4	4	4	34
ZACHT	4	4	4	4	4	4	24
TOTAAL	4	24	10	10	10	10	68

15.8. *Avifauna*

Over de mogelijke effecten (bvb. aanvaringen, effecten op de migratie), van 3.6 MW tot 5 MW offshore windturbines op typisch offshore vogels zoals jan van genten en noordse stormvogels, of op zeekoeten en alken, of migrerende landvogels, is vrijwel niets gekend. Er kan een invloed zijn op bepaalde soorten door het creëren van fysieke rustplaatsen in dit offshore gebied, en door de verlichting van de turbines. De impact van windparken is op elke locatie verschillend; vandaar dat ook op elke locatie een monitoring van deze impact noodzakelijk is. D.m.v. de monitoring voorgesteld in dit plan, moeten een aantal vragen beantwoord worden over de werkelijke impact op de avifauna in dit gebied.

15.8.1. Monitoringplan

De monitoring van de invloed van het park op de avifauna moet voorafgegaan worden door een gedetailleerd monitoringsplan. Daarin dient onder meer een uitgebreide literatuurstudie m.b.t. de monitoring van de impact van windturbines op vogels gemaakt te worden, en moeten de geschikte monitoringfrequenties en periodes worden geselecteerd. Voor het opstellen van dit monitoringplan dienen 55 mandagen te worden voorzien (jaar 0).

Gezien de technieken die gebruikt worden voor het vaststellen van migraties en aanvaringen tamelijk recent ontwikkeld werden, en nog in ontwikkeling zijn, is het niet mogelijk om reeds het meest geschikte systeem aan te duiden. Bovendien is het noodzakelijk dat onderzoekers vertrouwd raken met het gebruik van de voorgestelde methoden. Hiervoor dienen eveneens 55 mandagen te worden voorzien (jaar 0).

Eventueel kan een andere verdeling van de tijd en middelen voorgesteld worden in het monitoringsplan, dan hieronder weergegeven (mits het respecteren van het voorziene budget). Het monitoringsplan dient, aan de hand van de ervaringen, jaarlijks bijgestuurd te worden. De scheepstijd nodig voor de monitoring (voor scheepstellingen, transfers van en naar het windpark voor onderzoek vanaf het transformatorplatform) valt ten koste van de exploitant van het windpark, en wordt niet in het voorgestelde budget meegerekend.

De monitoring moet uitgevoerd worden met de meest geschikte middelen. Zo moet een telplatform (schip, vliegtuig) geschikt zijn voor tellingen op zee (hoogte van het observatieplatform, navigatiemiddelen,...). Ook de apparatuur (voorgesteld in het monitoringsplan) noodzakelijk voor het schatten van bepaalde negatieve aspecten van offshore windturbines op vogels (bvb. radar), en de uitrusting van het telplatform in het windpark, vallen ten koste van de exploitant. Het transformatorplatform moet uitgerust zijn met een geschikte plaats voor het opstellen van wetenschappelijke apparatuur (bvb. radar, kijkers) en met een datalink naar een kuststation. Bovendien moet een schuilruimte met communicatiemiddelen naar de wal

voorzien worden, waarin twee personen enkele dagen kunnen verblijven indien men door omstandigheden op dit platform komt vast te zitten (bvb. door veranderde weersomstandigheden).

Indien meerdere windparken in hetzelfde gebied zouden geplaatst worden, kunnen de kosten, inspanningen en materieel voor de monitoring, waar relevant, verdeeld worden tussen de exploitanten van deze windparken.

15.8.2. Monitoring van de referentiesituatie (AVI REF)

De referentiesituatie voor wat betreft het voorkomen en de verspreiding van zeevogelsoorten gedurende het jaar in Belgische zeegebieden is relatief goed gekend (bvb. BMM/IN, 2004, in druk; Stienen & Kuijken, 2003; gegevens verzameld door het Instituut voor Natuurbehoud tijdens scheepstellingen vanaf 1992). Voor wat betreft de migraties, vooral 's nachts, bestaan echter leemten in de kennis, zowel voor wat betreft land- als zeevogels. Ook voor wat betreft de vlieghoogtes is nog weinig gekend.

Gezien de aantallen en soorten vogels die in een gebied voorkomen van jaar tot jaar belangrijke variaties kunnen vertonen, is het niet noodzakelijk om de referentiesituatie meer in detail te bepalen in het jaar vóór de constructieactiviteiten een aanvang nemen. Er bestaan echter wel leemtes in de kennis m.b.t. de migraties, de vlieghoogtes en de invloed van de weersomstandigheden op de vlieghoogtes. Er dient onderzoek uitgevoerd te worden over deze aspecten voor de soorten waarvoor het windpark enig belang heeft. Dit onderzoek zal gedeeltelijk bestaan uit veldwerk, en gedeeltelijk uit een literatuurstudie, en dient in het jaar voor de werken een aanvang te nemen. Het zal 20 scheepsdagen en 110 mandagen in beslag nemen. Daarna worden jaarlijks 10 mandagen voorzien voor het nagaan van de literatuur ter zake.

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

Er dient een inschatting van het effect van het park gemaakt te worden door het vergelijken van de aantallen vogels per soort die tijdens de constructiefase en de exploitatiefase in het gebied van het windpark verblijven, met de aantallen in vergelijkbare referentiegebieden buiten het park. Er dient vooral aandacht uit te gaan naar soorten die in het gebied van het windpark in tamelijk hoge dichtheden voorkomen (voorkwamen) en die mogelijk verstoord worden (bvb. zeekoet en alk), en soorten die mogelijk kwetsbaar zijn voor aanvaringen (bvb. jan van gent, noordse stormvogel, grote meeuwen,...). Dergelijk onderzoek kan uitgevoerd worden door tellingen vanaf schepen of vliegtuigen met gestandaardiseerde methodes (Tasker et al., 1984; Komdeur et al., 1992). Het zal tijdens de eerste 5 jaar (vanaf de aanvang van de werken) 15 scheepsdagen (of 30 vliegtuiguren indien uit het monitoringplan blijkt dat dit een volwaardig alternatief is) en in totaal 100 mandagen per jaar in beslag nemen.

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

Door middel van de best beschikbare technieken (bvb. visuele observaties, radar, literatuurstudies,...; zie onder meer Krijgsveld *et al.*, 2003) dient een inschatting gemaakt te worden van de effecten van het windpark op de migratie van zeevogels en niet-zeevogels. Het onderzoek moet een antwoord geven op de vraag in welke mate de verschillende vogelsoorten hun migratie- en vliegbewegingen aanpassen als gevolg van de aanwezigheid van het park, overdag en 's nachts. Verder dient een inschatting te worden gemaakt van het gebruik van de funderingen en de aanmeringsplaatsen van de turbines (indien relevant) als rustplaatsen, en de mogelijke gevolgen. Voor deze monitoring worden jaarlijks gedurende de eerste 5 jaar na de aanvang van de werken 100 mandagen voorzien. Het veldwerk dient vooral gespreid te worden over de belangrijkste migratieperiodes (februari-april en oktober-december).

15.8.5. Monitoring van aanvaringen (AVI COL)

Observaties van het aanvlieggedrag van vogels zijn zeer arbeidsintensief. De kans om aanvaringen waar te nemen is zeer gering. Vandaar dat een aantal technieken en combinaties van technieken ontwikkeld werden en nog worden. Voor dit onderzoek dienen de meest geschikte technische middelen en statistische methoden gebruikt te worden, zoals geïdentificeerd in het monitoringplan. Mogelijke middelen om dergelijk onderzoek uit te voeren zijn visuele observaties, horizontale en verticale radar (bvb. Desholm *et al.*, 2003; Krijgsveld *et al.*, 2003), detectie met behulp van geluid (bvb. Verhoef *et al.*, 2002; 2003), detectie met infraroodcamera's (bvb. Desholm, 2003) of het opsporen van dode en gewonde vogels in het water rond de turbines. Gezien het feit dat aanvaringen het meest waarschijnlijk zijn bij slechte zichtomstandigheden, moet het gebruikte systeem daarop voorzien zijn. Het voorkomen van falls kadert binnen dit onderzoek, evenals de mogelijke invloed van de verlichting op het aantal aanvaringsslachtoffers. Het onderzoek moet een inschatting maken van de invloed op de populaties door het geschatte aantal aanvaringsslachtoffers.

Een gedeelte van deze monitoring moet bestaan uit een studie van recente publicaties over onderzoekstechnieken gebruikt bij de exploitatie van offshore windparken in het buitenland en de resultaten van het onderzoek. Aan de hand daarvan kan het monitoringprogramma bijgestuurd worden. Voor de monitoring van aanvaringen, falls, effecten van verlichting, dienen na de aanvang van de werken jaarlijks 100 mandagen te worden voorzien.

Tabel 22 Overzicht van de werklust voor de monitoring van de vogels

MANDAGEN	jaar 0	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	TOTAAL
AVI PLAN+BEOORD	55	20	20	20	20	20	155
AVI COL + MIG	55	200	200	200	200	200	1055
SUB TOTAAL	110	220	220	220	220	220	1210
AVI REF	110	10	10	10	10	10	160
AVI SED	0	100	100	100	100	100	500
SUB TOTAAL	110	110	110	110	110	110	660
TOTAAL	220	330	330	330	330	330	1870

Tabel 23 Overzicht van het aantal scheepstijd voor de monitoring van de vogels

SCHEEPSTIJD	jaar 0	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	TOTAAL
AVI REF	20	0	0	0	0	0	20
AVI SED	0	15	15	15	15	15	75
TOTAAL	20	15	15	15	15	15	95

15.9. Zeezoogdieren en EM Velden

15.9.1. Zeezoogdieren

15.9.1.1. Referentiesituatie

Er dient geen specifieke monitoring te gebeuren van de referentiesituatie m.b.t. zeezoogdieren. Waarnemingen van zeezoogdieren en eventueel hun gedrag, kunnen opgenomen worden in de rapportering van de monitoring van zeevogels.

Eventueel kan een monitoring van de aanwezigheid van bruinvissen uitgevoerd worden d.m.v. POD's tijdens de constructiefase en daarna. Dit onderzoek kan een meerwaarde geven aan het onderzoek van het geluid (zie deel Geluid), door het mogelijk aantonen van oorzaak-effect relaties.

15.9.1.2. Effecten

Tijdens de exploitatiefase worden slechts geringe en tijdelijke effecten verwacht, indien de voorwaarden nageleefd worden. Vandaar dat geen monitoring voorzien wordt in deze fase. Waarnemingen van zeezoogdieren en hun gedrag, kunnen deel uitmaken van de rapportering van de monitoring van zeevogels.

Gezien de geringe kennis van de effecten van het onderwatergeluid geproduceerd door windmolens tijdens de exploitatiefase, dient een monitoring te worden voorzien die de niveaus van het geluid, en de frequentieverdeling bepaalt bij verschillende weersomstandigheden, onafhankelijk van de effecten op zeezoogdieren (zie deel Geluid). Daarnaast dient de literatuur m.b.t. effecten op zeezoogdieren van geluid geproduceerd door windmolens, te worden geraadpleegd. Gezien er weinig effecten te verwachten vallen, kunnen de occasionele waarnemingen van zeezoogdieren, met hun verspreiding en gedrag, gerapporteerd worden in het verslag van de monitoring van zeevogels.

15.9.2. Elektromagnetische velden

Kraakbeenvissen worden over het algemeen beschouwd als het meest gevoelig voor veranderingen in elektromagnetische velden. De meest voorkomende kraakbeenvissen in het zuiden van de Noordzee zijn onder meer de stekelrog *Raja clavata* en de hondshaai *Scyliorhinus canicula*. Deze soorten zijn er echter relatief zeldzaam geworden. Vandaar dat het niet opportuun is om in dit gebied een monitoring uit te voeren van de effecten van de gegenereerde elektromagnetische velden op deze soorten.

Er dienen wel – zoals in het MER eveneens voorgesteld – in situ metingen te

worden uitgevoerd van de elektromagnetische velden die gegenereerd worden rond de kabel, en dit in functie van de afstand tot de kabel en de stroom die door de kabel loopt. Een methodologie hiervoor wordt onder meer beschreven in CMACS (2003). Aansluitend daarop dient de literatuur te worden geraadpleegd over recente en nieuwe studies m.b.t. de effecten op vissoorten van elektromagnetische offshore elektriciteitskabels, en de mitigerende maatregelen die er eventueel in voorgesteld worden. De in situ metingen kunnen uitgevoerd worden door de vergunningshouder.

15.9.3. Budget zeezoogdieren en EM Velden

Een beoordelingstijd wordt voorzien voor de BMM evenals tijd voor het opstellen van een methodologie.

Tabel 24 Voorziene werklast voor het beoordelen van de monitoring van de zeezoogdieren en de elektromagnetische velden

MANDAGEN	jaar 0	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	totaal MD
ZZD	5	5	5	5	5	5	30
EMV	5	5	5	5	5	5	30

15.10. Zeezicht (ENQU)

15.10.1. Voor de bouw(jaar 0)

Opstellen van een methodologie voor het landschappelijke – beeldonderzoek en het socio-landschappelijk onderzoek.

15.10.2. Na de bouw van de pilootfase 6 MW (jaar 1), eventueel na de eerste fase 24 MW(jaar 2) en op het einde van 60 MW(jaar 3):

- Landschappelijk - beeldonderzoek: verzameling en analyse van beeldmateriaal (foto's) op een wetenschappelijke wijze. De gemaakte beelden zullen worden gebruikt tijdens de enquêtes.
- Een socio - landschappelijke studie die de beleving onderzoekt bij verschillende doelgroepen (met een minimum van 1000 personen boven 18 jaar) en die minstens volgende punten bevat: een enquête waarbij de vergelijking van de gesimuleerde fotomontage met de realiteit gebeurt, een toetsing naar de maatschappelijke relevantie betreffende duurzame ruimtelijke ontwikkeling en de invloed van de actieve impact (draaiende wiken) van de turbines. Er wordt 1 enquête per jaar voorzien.
- Tevens zal de zichtbaarheid gemeten worden (zie hoofdstuk risico's) over 6 jaar (jaar 0 t.e.m. 5).

Het al dan niet uitvoeren van een enquête na de eerste fase van 24 MW zal bepaald worden door het resultaat van het eerste onderzoek na het plaatsen van pilootfase van 6 MW.

Eventueel kan op langere termijn (10 jaar) nog een onderzoek gepland worden om na te gaan of er gewenning optreedt.

15.10.3. Budget

De voorziene enquêtes worden uitgevoerd en verwerkt in een rapport door een nog te bepalen onderaannemer. Er wordt voorzien dat bij ieder deelonderzoek ongeveer 1000 mensen worden bevraagd. De beoordeling van het rapport gebeurt door de BMM en wordt geschat op 25 mandagen (inclusief enquête in jaar 2).

Tabel 25 Overzicht werklast en budget beoordeling enquêtes

	Jaar 0	Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3	Jaar 4	Jaar 5	Totaal	
Beoordeling	10	10	10	10	5	5	50	mandagen
Uitvoeren enquêtes		100.00 0	50.00 0	100.00 0			250.00 0	Euro

15.11. Globale werklast en budget

Tabel 26 Globale werklast voor de uitvoering van de monitoringsprogramma

MANDAGEN	jaar 0	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	totaal
	Bodem-onder.	Pilootfase 6 WT	Fase 1 24 WT	Fase 2 60 WT	Exploit 60 WT	Exploit° 60 WT	MD
COORDINATIE	440	220	220	220	220	440	1760
HYDRO/SED	10	10	10	10	10	10	60
TRIL/OWG/BWG	110	110	110	10	10	10	360
METEO	15	25	20	10	10	10	90
ENQU	10	10	10	10	5	5	50
BENTHOS	220	330	330	330	330	330	1870
AVIFAUNA	220	330	330	330	330	330	1870
ZZD	5	5	5	5	5	5	30
EMV	5	5	5	5	5	5	30
SS TOTAAL MD	1035	1045	1040	930	925	1145	6120

Tabel 27 Globale budget voor de uitvoering van de monitoringsprogramma

BUDGET	jaar 0	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5	TOTAAL
	Bodem-onder.	Pilootfase 6 WT	Fase 1 24 WT	Fase 2 60 WT	Exploit 60 WT	Exploit° 60 WT°	EUR
COORDINATIE	173800	86900	86900	86900	86900	173800	695200
HYDRO/SED	3950	3950	3950	3950	3950	3950	23700
TRIL/OWG/BWG	43450	43450	43450	3950	3950	3950	142200
METEO	5925	9875	7900	3950	3950	3950	35550
ENQU	3950	3950	3950	3950	1975	1975	19750
BENTHOS	86900	130350	130350	130350	130350	130350	738650
AVIFAUNA	86900	130350	130350	130350	130350	130350	738650
ZZD	1975	1975	1975	1975	1975	1975	11850
EMV	1975	1975	1975	1975	1975	1975	11850
SS TOTAAL	408825	412775	410800	367350	365375	452275	2417400
enquêtes		100000	50000	100000			250000
Afschr. Hydroph.	3000	3000	3000				9000
TOTAAL							2676400

Overzicht van alle monitoringsprogramma's

Code	soort meting	waar	wanneer	frequentie
HYDRO	Stroomsnelheid, golfinformatie, zandconcentratie (ADCP, druk sensor, OBS)	Thorntonbank en referentieplaats	Jaar 0 (voor de werken) en jaar 1 (tijdens en na de werken)	15 dagen opeenvolgende metingen/ jaar 0 // 2*15 dagen/jaar 1 (op 2 plaatsen) Jaar 1: direct na het plaatsen, na een maand, na de eerste storm, 1 maand na storm. Jaar 2 tot 5: jaarlijks
SEDT EROS	Evolutie van de morfologie / erosie	Rond de palen	Jaar 1 tot jaar 5	Jaar 1: direct na eerste storm, dan 1 maand na storm. Daarna jaarlijks.
SEDT KAB	Evolutie van de morfologie / controleren diepte	Langs transportkabels	Jaar 1 tot jaar 5	Op 3 plaatsen (top, midden, bottom bank)/bij hoog en laag tij/ 3 types meteo omstandigheden = 18 metingen gedurende 1 u.
OWG REF	Onderwatergeluid/hydrophones	Thorntonbank	Jaar 0/jaar 1	Afstand 50m, 100m, 400m /near surface, near bottom, midden waterkolom // ev. op 2 versch. types funderingen = 9 (*2) metingen gedurende 1 u
OWG HEI	Onderwatergeluid/hydrophones	In het park tijdens gebruik heiblok	Jaar 1	Afstand 50m, 100m, 400m van externe WT + ev. te midden v.park // near surface, near bottom, midden waterkolom // turbine standby, gemiddelde snelheid, maximale snelheid // = 27 metingen gedurende 1 u. per jaar (evt te herhalen voor elk type fundering)
OWG EXPL	Onderwatergeluid/hydrophones	In het park, tijdens normale exploitatie	Jaar 1/jaar 2	Tijdens heien (jaar 1 en jaar 2), zie OWG // Tijdens exploitatie: 2 meetcampagnes van min. 14 dagen/jaar
BWG MMT	Bovenwatergeluid / sonometers	Op de meetmasten	Jaar 1 en jaar 2	Continu (jaar 1 tot 5)+ tijdens de OWG meetings (jaar 1 en jaar 2)
TRIL WT	Metingen trillingen in masten	In/op 3 WT	Jaar 1 tot jaar 5	Evt. op elke types WT, op optimale en maximale windsnelheden
BWG WT	Nominale vermogen WT	Op 1 WT	Jaar 1 en jaar 2	
METEO	Meteorologische parameters en MOR zichtbaarheid	Park	Jaar 0 tot jaar 5	continu (om de 5 minuten)
ENQU	Belevingsonderzoek	Kust	Jaar 1 (na bouw), jaar 2,	1 enquête per jaar
VIS	Duikobservaties / fuiken	Op 3 WT	jaar 3 (na bouw 60 WT)	2 maal per jaar (voorjaar, najaar)
		Op 3 WT (jaar 1) /op 6 WT (jaar 2)/op 15 WT (jaar 3 tot 5)	Jaar 1 tot jaar 5	4/jaar (jaar 1) / 2 jaar (jaar 2 tot 5)
HARD ER	Staalnames op erosiebeschermingen (subtidale)	Op 3 WT	Jaar 1 tot jaar 5	4/jaar (jaar 1) / 2 jaar (jaar 2 tot 5)
HARD SUB	Staalnames op palen (subtidale)	Op 3 WT	Jaar 1 tot jaar 5	9/jaar (jaar 1) / 2 jaar (jaar 2 tot 5)
HARD INT	Staalnames op palen (intertidale)	Op 3 WT	Jaar 1 tot jaar 5	2/jaar 20 en 2/jaar 10 (jaar 0 tot 5)
ZACHT END	Staalnames	In park	Jaar 0 tot jaar 5	2/jaar 10 en 2/jaar 5 (jaar 0 tot 5)
ZACHT EPI	Staalnames	In park	Jaar 0 tot jaar 5	
AVI REF	t0, tellingen op schip?, bepaling hoogtes en effecten meteo	windpark	Jaar 0	20 dagen scheepstijd te verdelen doorheen het jaar
AVI SED	Observaties pleisterende vogels (obs. schip + PF?)	windpark + ref. gebied	Jaar 1 tot jaar 5	15 dagen scheepstijd te verdelen doorheen het jaar
AVI MIG	Observatie invloed park op migrerende vogels, hoogtes, effecten meteo, evt. mbv.RADAR of IR	windpark	Jaar 0 tot jaar 5	te bepalen / vermoedelijk wekelijks tijdens migratieperiode
AVI COL	Observatie aanvaringen/falls, evt. mbv.RADAR of IR	windpark	Jaar 0 tot jaar 5	te bepalen / vermoedelijk wekelijks tijdens migratieperiode
ZZD	samen met AVI REF/SED/MIG		Jaar 1 tot jaar 5	-
EMV	metingen rond kabels	langs kabels + in park	jaar 1 tot jaar 3	1 keer/type kabel/belasting // in relatie tot afstand kabel

16. Inhoudsbepalingen jaarlijks uitvoeringsverslag

Ter ondersteuning van voornoemde milieueffectenbeoordeling is de vergunningshouder of machtigingshouder verplicht tot het jaarlijks indienen bij het bestuur 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 het Bestuur 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
De meteorologische parameters die op elke windmolen 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.
8. 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 (ttz. 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 het Bestuur. De modaliteiten (formaat, drager, enz...) worden gezamenlijk gedefinieerd en door het Bestuur goedgekeurd. Het verslag zelf bevat slechts de gesynthetiseerde en geanalyseerde resultaten.

17. Literatuurlijst

2/ Wetgeving

Agenda 21, 1993. Agenda 21 in Robinson, N.A. (ed.), Agenda 21: Earth's action plan, New York, Oceana publications, 308 p.

ASCOBANS, 1992. Overeenkomst inzake de bescherming van kleine walvisachtigen in de Noordzee en de Oostzee.

Bern - Verdrag, 1979. Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, 19 september 1979, published in A.C. KISS, Selected Multilateral Treaties in the field of the Environment, Nairobi, UNEP, 1983. Wet van 20 April 1989. B.S. 29 december 1990.

Biodiversiteitsverdrag, 1992. Rio de Janeiro.

Boedeker, D. & von Nordheim, H. (Eds.), 2002. Application of NATURA 2000 in the marine environment. Report of the workshop at Vilm, 27 June – 1 July 2001. BfN (Federal Agency for Nature Conservation) Skripten 56, Bonn, 105p.

Bonn Verdrag, 1979. Bonn Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals, 23 June 1979. Wet van 27 April 1990. B.S. 29 December 1990.

BWEA, English Nature, RSPB, WWF-UK, 2001. Wind farm development and nature conservation. 16 p.

Cliquet, A., 2000. Natuurbehoud in het mariene en kustzonemilieu. Overzicht en analyse van de juridische mogelijkheden, met bijzondere aandacht voor het mariene en kustzonemilieu van België, Gent.

Convention on Wetlands, 1999. Strategic framework and guidelines for the future development of the List of Wetlands of International Importance of the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran 1971). 7th Meeting of the Conference on Wetlands (Ramsar, Iran 1971), San José, Costa Rica, 10-18 mei 1999

Espoo Verdrag, 1991. "Convention on environmental impact assessment in a transboundary context".

Europese Commissie - DG milieu, 2000. Beheer van "NATURA 2000"-gebieden, De bepalingen van artikel 6 van de habitatrichtlijn (Richtlijn 92/43/EEG), Luxemburg, april 2000 (45p.).

Europese Commissie, 2000. Communication du 2 février 2000, sur le recours au principe de précaution. Website <http://www.europa.eu.int>.

Europese Commissie, 2000. Towards Sustainable Economic and Development Co-operation. Environmental Integration Manual: Environmental Tools Explained - Strategic Environmental Assessment. website <http://www.europa.eu.int>.

European Commission, 2000. Managing NATURA 2000 sites. The provisions of Article 6 of the 'Habitats' Directive 92/43/EEC. European Communities, 2000, Luxemburg, 69p.

European Commission, 2002a. Presidency conclusions of the nature and forest directors' meeting, Denmark, 2-4 October 2002.

European Commission, 2002b. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament: towards a strategy to protect and conserve the marine environment; COM(2002)0539, 64p.

European Commission, 2001. Directive 2001/42/EC of the European Parliament and of the council, 27 June 2001, on the assessment of the effects of certain plans and programmes on the environment.

European Commission, 1999. Natura 2000 Interpretation Manual of European Union

- Habitats, Version EUR15, European Commission DGXI, Environment, Nuclear Security and Civil Protection.
- Europese richtlijn 85/337/EG van de Raad van 27 juni 1985 betreffende de milieueffectbeoordeling van bepaalde openbare en particuliere projecten, zoals gewijzigd bij richtlijn 97/11/EG van de Raad van 3 maart 1997
- Europese Vogelrichtlijn 79/409/EEG van de Raad van 2 april 1979 inzake het behoud van de vogelstand
- Europese Habitatrichtlijn 92/43/EEG van de Raad van 21 Mei 1992 inzake de instandhouding van de natuurlijke habitats en de wilde fauna en flora
- IMI, 2002. *Paralia Nature*, report phase 1. 47 p.
- Jacques, T.G. & Haelters, J., 1998. The North Sea. In: Van Goethem, J., Baute, P. & Peeters, M. (eds.), 1998. First National report of Belgium tot the Convention on biological biodiversity. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Brussel, p. 49-56.
- Jacques, T.G., 1995. La pratique Belge et le droit de la mer: La protection de l'environnement marin. *Revue belge de droit international* 1995/1, Editions Bruylant, Bruxelles, 127-146 pp.
- Johnston, C.M., Turnbull, C.G. & Tasker, M.L., 2001. Natura 2000 in UK offshore waters: advice to support the implementation of the EC Habitat and Birds Directives in UK offshore waters. JNCC report 325, 162p.
- Koninklijk Besluit van 7 september 2003 houdende de procedures tot vergunning en machtiging van bepaalde activiteiten in de zeegebieden onder rechtsbevoegdheid van België. B.S. 25.01.01.
- Koninklijk besluit van van 9 september 2003 houdende 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. B.S. 25.01.01.
- Koninklijk besluit van 4 augustus 1981 houdende politie- en scheepvaartreglement voor de Belgische territoriale zee, de havens, en de stranden van het Belgisch kust. Belgisch Staatsblad 1 september 1981.
- Noordzeeconferentie, 2002. The Bergen declaration. Fifth International Conference on the protection of the North Sea, 20-21 March 2002, Bergen, Norway. Ministry of the Environment, Norway, 2002, 171p
- OSPAR, 1992. Verdrag van Parijs inzake de bescherming van het mariene milieu van de noordoostelijke Atlantische Oceaan, ondertekend te Parijs op 22 september 1992.
- OSPAR Commission, 2003. Guidance for dealing with applications for the licensing or permitting of wind farm installations. Document presented at the meeting of the OSPAR Biodiversity Committee, Doc. BDC 03/4/3
- OSPAR, 1999 Guidelines on Artificial Reefs in relation to Living Marine Resources. Meeting of the OSPAR Commission, Kingston upon Hull 21-24 June 1999, 99/15/1-E, Annex 6, ref 3.24:5pp.
- OSPAR Commission, 2000. Quality Status Report, Region II – the greater North Sea. OSPAR, London, 136p.
- OSPAR Commission, 2001. Summary record of the Meeting of the Biodiversity Committee, London, 5-9 November 2001, Annex 6, 2p.
- OSPAR Commission, 2002. Summary record of the fourth workshop on marine protected areas in the OSPAR area. Roscoff, France, 8-12 July 2002.
- OSPAR Commission, 2003. Bremen Statement. Ministerial Meeting of the OSPAR Commission, Bremen, 25 juni 2003.

- Ramsar- Verdrag, 1971. Convention on Wetlands of International Importance, Ramsar, 2 february 1971. Wet van 22 februari 1979, B.S. 12 april 1979. Website <http://www.Ramsar.org>
- Seys, J., 2001. Sea- and coastal bird data as tools in the policy and management of Belgian marine waters. Doctoraal Proefschrift, Universiteit Gent, niet gepubliceerd.
- Turnbull, C., Audcent, G, Baker, H. & Johnston, C., 2002. Natura 2000 in offshore waters: note on the European Seminar on 17-18 June 2002 at Gatwick, UK, on the implementation of the EC Habitats and Birds Directives in offshore waters and concluding principles. DEFRA, European Wildlife Division, Bristol, 28p.
- UNCLOS, 1982. United Nations Convention On the Law of the Sea, Montego Bay, Jamaica. Ocean Yearbook 5, 402-442
- Vigin, L., 1998. Integraal Ruimtelijk Beheer van het Belgisch continentaal plat. I. Interacties mens-mens. Vakgroep Aquatische Ecologie. Katholieke Universiteit Leuven. Website van het Ministerie landbouw, natuur en voedselkwaliteit, <http://www.minlnv.nl/>, 2004. Gehele Voordelta aangewezen als Vogelrichtlijngebied.
- Wet van 13 Juni 1969 inzake de exploratie en de exploitatie van niet-levende rijkdommen van de territoriale zee en het continentaal plat van België. B.S. 8 oktober 1969.
- Wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België. B.S.12 maart 1999.
- Wet van 22 april 1999 betreffende de Exclusieve Economische Zone van België in de Noordzee. B.S. 10 juli 1999.

3 /Hydrodynamica & Sedimentologie

- CA-OWEE, 2001. Offshore Wind Energy, Ready to Power a Sustainable Europe. Final Report, Concerted Action of Offshore Wind Energy in Europe, Report Duwind 2001.006, 289 pp. Danish Wind Industry Association, 2002. Website <http://www.windpower.dk>
- Cooper, B. & F. Beiboer, 2002. Potential effects of offshore wind developments on coastal processes. Report ETSU W/35/00596/00/REP, URN 02/1335, ABP Marine Environmental Research Ltd. & Metoc plc., 70 pp. + app.
- E-Connection, 2001. Milieueffect Rapport Offshore Windpark Q7-WP, 309 pp.
- Edelvang, K., A.L. Møller, C.M. Steenberg, R. Zorn, E.A. Hansen & K. Mangor, 1999. Horns Rev Wind Power Plant, Environmental Impact Assessment of Hydrography, Danish Hydraulic Institute.
- Fettweis, M. & D. Van den Eynde, 1999. Bepaling van de Sedimentbalans voor de Belgische kustwateren (SEBAB), Activiteitsrapport 1 : Literatuurstudie. Voorbereid voor Afdeling Waterwegen Kust, contract SEBAB, ref. SEBAB/1/XX/199912/NL/AR/1, 35 pp.
- Fettweis, M. & D. Van den Eynde, 2000. Bepaling van de Sedimentbalans voor de Belgische kustwateren (SEBAB), Activiteitsrapport 2 : Berekeningen met sedimenttransportmodellen. Voorbereid voor Afdeling Waterwegen Kust, contract SEBAB, ref. SEBAB/1/MF/200006/NL/AR/2, 104 pp.
- Fettweis, M. & D. Van den Eynde, 2000. Bepaling van de Sedimentbalans voor de Belgische kustwateren (SEBAB), Activiteitsrapport 3 : Berekeningen met sedimenttransportmodellen. Voorbereid voor Afdeling Waterwegen Kust, contract SEBAB, ref. SEBAB/1/MF/200011/NL/AR/3, 35 pp., 7 app.
- 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.

Fettweis, M., F. Francken, V. Pison en D. Van den Eynde, 2003. Bepaling van de Sedimentbalans voor de Belgische Kustwateren (SEBAB-III). Activiteitsrapport 2 (oktober 2002 – maart 2003) : Naar een 3D model van het BCP en de sedimentologische analyse van bodemstalen. BMM-rapport SEBAB/3/MF/200304/NL/AR/2, 26 pp.

Fettweis, M., F. Francken, B. Nechad en D. Van den Eynde, 2003. Monitoring en Modelleren van het cohesieve sedimenttransport en evaluatie van de effecten op het mariene ecosysteem ten gevolge van bagger- en stortoperaties (MOMO-I). Activiteitsrapport 1 (april 2003 – september 2003) . BMM-rapport MOMO/1/MF/200310/NL/AR/1, 34 pp, 5 app..

Malherbe, B., 1991. A case study of dumping of dredged material in open areas. *Terra et Aqua*, 45, 5-32.

Mani, J.S., 2001. Numerical prediction of scour around piles in nearshore region. In: Proc. 2001 IAHR Congress.

OSPAR Commission, 2000. Quality Status Report 2000, Region II, Greater North Sea, OSPAR Commission, London, 136+xiii pp.

Sumer, B.M., R.J.S. Whitehouse & A. Tørum, 2001. Scour around coastal structures: a summary of recent research. *Coastal Engineering*, 44, 153-190.

Sumer, B.M. & J. Fredsøe, 1999. Wave scour around structures. In: *Advances in Coastal and Ocean Engineering*, P.L.F. Liu (ed.), World Scientific, Ch. 4, 191-249.

Sumer, B.M. & J. Fredsøe, 2001a. Wave scour around a large vertical circular cilinder. *Journal of Waterway, Port, Coastal en Ocean Engineering*, 127, 3, 125-134.

Sumer, B.M. & J. Fredsøe, 2001b. Scour around pile in combined waves and current. *Journal of Hydraulic Engineering*, 127, 403-412.

Sumer, B.M., J. Fredsøe, N. Christiansen & S.B. Hansen, 1994. Bed shear stress and scour around coastal structures. In: Proc. 24th International Coastal Engineering Conference, ASCE, Kobe, Japan, 2, 1595-1609.

Seanergy, Tijdelijke Vereniging Electrabel – Ondernemingen Jan De Nul, 2001. Brief 01089-TSA.

Seanergy, Tijdelijke Vereniging Electrabel – Ondernemingen Jan De Nul, 2002. Brief 02013-TSA.

Van den Eynde, D., 2004. Interpretation of tracer experiments with fine-grained dredging material at the Belgian coast by the use of numerical models. Accepted for publication in *Journal of Marine Systems*, Special Issue on the 34th Liège Colloquium on Ocean Dynamics – Tracer Methods in Geophysical Fluids, 19 pp.

Van den Eynde, D. & M. Fettweis, 2004. Modelling of fine-grained sediment transport and dredged material on the Belgian Continental Shelf. Accepted for publication in *Journal of Coastal Research*, SI 39 (Proceedings of the 8th International Coastal Symposium), Itajai, SC – Brazil, ISSN 0749-0208, 6 pp.

4/ *Geluid en trillingen*

Anonymous (BMM–UGMM), 2002. Milieueffectbeoordeling van het project “Seanergy” ingediend door de tijdelijke vereniging Electrabel–Jan De Nul.

Degn, U., 2000. Offshore wind turbines VVM – Underwater noise measurements, analysis, and predictions, Report prepared by Ødegaard & Danneskiold–Samsøe as on behalf of SEAS, Doc. No. 00.792.

Engell–Sørensen, K., 2002. Possible effects of the offshore wind farm at Vindeby on the outcome of fishing – The possible effects of electromagnetic fields and noise,

- Report prepared by Bio Consult as on behalf of SEAS, Doc. No. 1920-003-001.
- Engell-Sørensen, K., & Skyt, P.H., 2002 Evaluation of the effect of noise from offshore pile-driving on marine fish, Report prepared by Bio Consult as on behalf of SEAS, Doc. No. 1980-1-03-1.
- Henriksen, O., Teilmann, J., Dietz, R., & Miller, L.A. Does underwater noise from offshore wind farms potentially affect seals and harbour porpoises? http://www.middelgrunden.dk/MG_UK/article/sealsnoise.htm
- Komanoff, Ch., & Shaw, H., 2002, Drowning in noise: noise costs of jet skis in America. <http://www.nonoise.org/library/drowning/>.
- Koschinski, S., Culik, B.M., Damsgaard, O., Tregenza, N., Ellis, G., Jansen, Ch. & Kathe, G., 2002. Behavioural reactions of free-ranging porpoises and seals to the noise of a simulated 2 MW windpower generator. Mar. Ecol. Prog. Ser., 265, 263-273.
- McKenzie Maxon, Ch., 2000. Offshore wind-turbine construction – Offshore pile-driving underwater and above-water noise measurements and analysis, Report prepared by Ødegaard & Danneskiold-Samsøe as on behalf of SEAS & Enron Wind, Doc. No. 00.877

5/ *Risicos*

- Anonymous (BMM-UGMM), 2002. Milieueffectbeoordeling van het project “Seanergy” ingediend door de tijdelijke vereniging Electrabel-Jan De Nul.
- Anonymous (Germanischer Lloyd), 2003. Offshore Wind Energy Park Thorntonbank: Technical Risk analysis, Report No. GL 0-03-291.
- Anonymous (WL – Delft hydraulics), 2003, Olie dispersie studie ter hoogte van het C-Power windmolenpark op de Thorntonbank.
- Pichot, G., Scory, S., & Vigin, L., 2002. Development of mathematical models assessing the possibility of accidental spills and the resulting damage on the environmental and socio-economic level, in: Maes, F. (Ed.) (2002). Assessment of marine degradation in the North Sea and proposals for sustainable management: final report November 2002 (Ministerial Order BA3673, Contract nr. MN/02/71). pp. 579-638.
- Van Lil, E., & Trappeniers, D., 2003. Studie van de effecten van een windmolenpark op de Thorntonbank.

6/ *Schadelijke stoffen*

- Anoniem, 2001. Baltic offshore pipeline. Environmental Impact Assessment, October 2001. Appendix 1.
- CIGRE, 2003. Website: <http://www.cigre.sc23org/SF>

7/ *Benthos Vis Biodiversiteit*

- Anoniem, Standarduntersuchungskonzept für Genehmigungsverfahren nach Seeanlagenverordnung. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. 26p.
- Anoniem, 2001. Monitoring- en Evaluatie programma near shore windpark (MEP-NSW). Ministerie van Economische Zaken, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
- Boon A.R. 2000. Effecten offshore windmolenpark op visserij. RIVO –DLO Rapport C0032/00. Rijksinstituut voor Visserijonderzoek IJmuiden Nederland, 15pp
- Cattrijsse, A. & Vincx, M., 2001. Biodiversity of the benthos and avifauna of the

- Belgian coastal waters. Summary of data collected between 1970 and 1998. Federal Office for Scientific, Technical & Cultural Affairs, Brussels: 48 pp.
- De Clerck R. Delbaere D. & B. Maertens. 2003. De analyse van macro- en epibenthos en geëxploiteerde visbestanden in en rond het geplande offshore windmolenpark op de Thorntonbank. Departement voor Zeevisserij.
- de Groot, S.J. 1999. Effecten windpark op visserij. RIVO –DLO Rapport C040/99. Rijksinstituut voor Visserijonderzoek IJmuiden Nederland, 12pp
- Gill, A.B. & Taylor, H. 2001. The potential effects of electromagnetic fields generated by cabling between offshore wind turbines upon Elasmobranch fishes. Report to Countryside Council for Wales.
- Engell-Sørensen, K. & Skyt, P.H. 2000. Evaluation of the Effect of Noise from Offshore Pile-Driving on Marine Fish. Bio/consult report prepared for SEAS, Doc. No. 1980-1-03-1-rev. 2.UK.
- Engledow, H., Spanoghe, G., Volckaert, A., Coppejans, E., Degraer, S., Vincx, M. & Hoffmann, M., 2001. Onderzoek naar de fysische karakterisatie en de biodiversiteit van strandhoofden en andere harde substraten langs de Belgische kust. Eindrapport in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Afdeling Waterwegen en Zeewezen: 109 pp.
- Jensen, A.C., Collins, K.J & Lockwood, A.P.M. (Eds) (2000) *Artificial reefs in European seas*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 508pp. ISBN 0-7923-5845-7
- Jensen, A. ed. 2002. Seventh International Conference on Artificial Reefs and Related Aquatic Habitats. Proceedings of a meeting held in San Remo, Italy 7-11 October 1999, *ICES Journal of Marine Science*, 59(Supplement 1):1-363.
- Kerckhof, F. & Houziaux, J. S. (2003). Biodiversity of the Belgian marine areas. Pp 350-385 in Peeters, M.; Franklin, A.; Van Goethem, J. (Ed.): *Biodiversity in Belgium*. Royal Belgian Institute of Natural Sciences: Brussels, Belgium.
- 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-report*, 2000(9). Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee: Den Burg, Texel, The Netherlands. 25 pp.
- Leewis, R.J., I. de Vries, H.C. Busschbach, M. de Kluyver and G.W.N.M. van Moorsel 1997. Kunstriffen in Nederland. Final report project Kunstrif. Rijkswaterstaat, North Sea Directorate, Den Haag: pp. 1-31.
- Massin, Cl., Norro, A. & Mallefet, J., 2002. Biodiversity of a wreck from the Belgian Continental Shelf: monitoring using scientific diving. Preliminary results. Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Biologie, 72: 67-72.
- OSPAR, 1999 Guidelines on Artificial Reefs in relation to Living Marine Resources. Meeting of the OSPAR Commission, Kingston upon Hull 21-24 June 1999, 99/15/1-E, Annex 6, ref 3.24:5pp
- Reise K, 1998. Pacific oysters invade mussel beds in the European Wadden Sea. *Senckenbergiana Maritima* 28(4/6): 167-175
- Seaman, W. J. & Sprague, L. M. (Eds.). 1991. Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries. San Diego: California. Academic Press, IX, 285p

8&9/ Zeezoogdieren & Avifauna

- Camphuysen, C.J., Lavaleye, M.S.S. & Leopold, M.F., 1999. Vogels, zeezoogdieren en macrobenthos bij het zoekgebied voor gaswinning in mijnbouwwak Q4 (Noordzee).

- NIOZ-rapport 1999-4, Texel, Nederland. 72p.
- Camphuysen, C.J. & Leopold, M.F., 1998. Kustvogels, zeevogels en bruinvissen in het Hollandse kustgebied. NIOZ-rapport 1998-4, Texel, Nederland. 72p.
- 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. NERI Report 2003, April 10th edition, Dep. Of Coastal Zone Ecology, Denmark, 65p.
- Delaney, S. & Scott, D., 2002. Waterbird population estimates, third edition. Wageningen, Nederland, 219p.
- 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, 27p.
- Desholm, M., Petersen, I.K., Kahlert, J. & Clausager, I., 2003. Base-line investigation of birds in relation to an offshore wind farm at Rødsand, results and conclusions 2002. Report commissioned by Energi E2 A/S. National Environmental Research Institute, Ministry of the Environment, Denmark, 64p.
- Dolman, S.J., Simmonds, M.P. & Keith, S., 2003. Marine wind farms and cetaceans. International Whaling Commission, doc. IWC/SC/55/E4, 17p. (ook beschikbaar op <http://www.wdcs.org>)
- Evans, P.G.H., 2003. Shipping as a possible source of disturbance to cetaceans in the ASCOBANS region. Document ASCOBANS MOP4/17/Rev.1, 91p.
- Everaert, J., Devos, K., Stienen, E. & Kuijken, E., 2001. Plaatsing van windturbines langs de westelijke havendam te Zeebrugge. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota Instituut voor Natuurbehoud IN.A.2001.82. 32p.
- Exo, K-M., Hüppop, O & Garthe, S., 2003. Birds and offshore wind farms a hot topic in marine ecology. Waders Study Group Bulletin 100: 50-53
- Haelters, J., Kerckhof, F. & Stienen, E.W.M., 2003. Het Tricolor-Incident: de gevolgen voor zeevogels in de Belgische zeegebieden. Rapport van de Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee (BMM/KBIN), Brussel, september 2003, 36p.
- Henriksen, O.D., Teilmann, J. & Karstensen, J., 2003. Effects of the Nysted offshore wind farm construction on harbour porpoises – the 2002 annual status report for the acoustic T-POD monitoring programme. Technical report commissioned by ENERGI E2 A/S, August 2003. National Environmental Research Institute, Ministry of the Environment, Denmark. 44p.
- JNCC, 1998. Guidelines for minimising acoustic disturbance to marine mammals from seismic surveys. Joint Nature Conservation Committee, UK, April 1998 Version.
- Komdeur, J., Bertelsen, J. & Cracknell, G. (Eds), 1992. Manual for aeroplane and ship surveys of waterfowl and seabirds. Wetlands International Publication 19. 37p.
- Krijgsveld, K.L., van Lieshout, S.M.J., Schekkerman, H., Lensink, R., Poot, M.J.M. & Dirksen, S., 2003. Base line studies North Sea Wind Farms: strategy of approach for flying birds. Alterra rapport 03-043, 50p.
- Meininger, P.L., Witte, R.H. & Graveland, J., 2003. Zeezoogdieren in de Westerschelde: knelpunten en kansen. Rapport RIKZ/2003.041, Middelburg, Nederland. 72p.
- Minlnv, 2004. Website van het Ministerie landbouw, natuur en voedselkwaliteit,

<http://www.minlnv.nl/vogelrichtlijn>; 20 januari 2004.

Percival, S.M., 2001. Assessment of the effects of offshore wind farms on birds. Report ETSU/W/00565/REP; DTI/Pub URN 01/1434, 96p.

Pettersson, J., 2003. Bird observation in southern Karlmar Sound, spring and autumn 2002. Report from stage 3 of programme for follow-up of the impact of the windmills on the bird life with reference to wind farms at Utgrunden and Yttre Stengrund in southern Kalmar Sound. Färjestaden, Sweden, 39p.

Reid, J.B., Evans, P.G.H. & Northridge, S.P. (Eds.), 2003. Atlas of cetacean distribution in north-west European waters. JNCC, Peterborough, UK. 76p.

Seys, J., 2001. Sea- and coastal bird data as tools in the policy and management of Belgian marine waters. Doctoraal proefschrift, niet gepubliceerd. Universiteit Gent, oktober 2001, 133p., 10 appendices.

Stienen, E.W.M., Van Waeyenberge, J. & Kuijken, E., 2002. Studie ter beoordeling en monitoring van de impact van een offshore windpark op de mariene avifauna en zeezoogdieren. Rapport Instituut voor Natuurbehoud.A.2002.244, 60p.

Stienen, E.W.M. & Kuijken, E., 2003. Het belang van de Belgische zeegebieden voor zeevogels. Rapport IN.A.2003.208. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel. 33p.

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.

Tech-Wise, 2003. Elsam. Offshore wind farm Horns Rev. Annual status report for the environmental monitoring programme, 1 January 2002 – 31 December 2002.

Tech-Wise report 166717, Fredericia, Denmark, 59p.

Tougaard, J., Carstensen, J., Henriksen, O.D., Skov, H. & Teilmann, J., 2003. Short-term effects of the construction of wind turbines on harbour porpoises at Horns Rev. Technical report to TechWise A/S. HME/362-02662, Hedeselskabet, Roskilde, Denmark. 71p.

Verhoef, J.P., Westra, C.A., Korterink, H. & Curvers, A., 2002. WT-Bird. A novel bird impact detection system. Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten, Nederland, 4p. (<http://www.ecn.nl/>)

Verhoef, J.P., Westra, C.A., Eecen, P.J., Nijdam, R.J. & Korterink, H., 2003. Development and first results of a bird impact detection system for wind turbines. Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten, Nederland ECN-RX-03-035, 9p. (<http://www.ecn.nl/>)

10/ Elektromagnetische velden

CMACS, 2003. A baseline assessment of electromagnetic fields generated by offshore windfarm cables. COWRIE Report EMF-01-2002 66. 71 p.

Engell-Sørensen, K., 2002. Possible effects of the offshore wind farm at Vindeby on the outcome of fishing. The possible effects of electromagnetic fields and noise. SEAS, Bio/Consult as. 21 p.

Gill, A. & Taylor, H., 2001. The potential effects of electromagnetic fields generated by cabling between offshore wind turbines upon Elasmobranch Fishes Research project for Countryside Council for Wales, UK, CCW Science Report No. 488. 73 p.

Greenpeace, 2000. Greenpeace, 2000. North Sea offshore wind – a powerhouse for Europe; technical possibilities and ecological considerations. Greenpeace e.V., Hamburg. 88p.

11/ Menselijke activiteiten

- Boon A.R. 2000. Effecten offshore windmolenpark op visserij. RIVO –DLO Rapport C0032/00. Rijksinstituut voor Visserijonderzoek IJmuiden Nederland, 15pp
- De Clerck R. Delbaere D. & B. Maertens. 2003. De analyse van macro- en epibenthos en geëxploiteerde visbestanden in en rond het geplande offshore windmolenpark op de Thorntonbank. Departement voor Zeevisserij.
- WES, 2002. Landschappelijke beleving van windmolenparken in zee, 74 pp. + bijlagen.
- WES, 2003. Landschappelijke beleving van far-shore windmolenparken, 25 pp. + bijlagen.

12/ Zeezicht

- Anoniem, 2004, 1. 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>
- Anoniem, 2000. Photography and turbine depiction issues. Website: <http://www.cprw.org.uk/campaign/scarweather.htm>
- Gipe P., 1995. Design as if people matter: aesthetic guidelines for the wind industry, 10pp. Website: <http://www.chelseagreen.com/Wind/articles/tilting.htm>
- Gipe P., 2004. Tilting at windmills: public opinion towards wind energy, 11 pp. Website: <http://www.chelseagreen.com/Wind/articles/tilting.htm>
- 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.
- MORI Scotland, 2002. Tourist attitudes towards wind farms. Research study conducted for Scottish renewables forum & the British wind energy association. Summary Report, 5 pp.
- MORI Scotland, 2003. Public attitudes to windfarms. Research findings N°12/2003, 20 pp.
- Pers.comm. Sinclair G.: e-mail berichten 16/01/04 en 01/02/04
- Pers.comm. Briggs J.: e-mail berichten 12/01/04
- Simon A.M., 1996. A summary of research conducted into attitudes to wind power from 1990-1996. British wind energy association, 11 pp. Website: <http://www.bwea.com/ref/survey.htm>
- 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, 2p. Website: <http://www.cprw.org.uk/wind/scarweathersands>
- Stanger C, 2002. Burbo Offshore Wind farm: volume 4. Technical report N°4: Seascape and visual assessment. Ref 10446.01.02/v1. Seascape Energy Ltd, UK, 87 pp.
- WES, 2002. Landschappelijke beleving van windmolenparken in zee, 74 pp. + bijlagen.
- WES, januari 2003. Landschappelijke beleving van far-shore windmolenparken, 25 pp. + bijlagen.

13/Verlichtingsplan

- Anoniem, 2004,2. North Hole Offshore wind farm – Lighting & Marking. Website:

<http://www.natwindpower.co.uk/northhoyle/lightingmarking.htm>

BWEA, 2002. Wind energy and aviation interests- Interim guidelines. Wind energy, defence & civil aviation interests working group. ETSU W/14/00626/REP, 55 pp.
Jago P., Taylor N., 2002. Wind turbines and aviation interests- European experience and practice. ETSU W/14/00624/REP. DTI PUB URN N° 03/515. Stasys, 52 pp. + bijlagen.

Young D.P.Jr., Erickson W.P., Strickland M.D., Good R.E. and Sernka K.J., 2003. Comparison of avian responses to UV_Light-Reflective Paint on wind turbines. Subcontract report July 1999-December 2000. National Renewable Energy Laboratory, 38 pp. + bijlagen

.

COLOPHON

This report was issued by MUMM in maart 2004.

- Status
- ☐ draft
 - ☒ final version
 - ☐ revised version of document
 - ☐ confidential
- Available in
- ☐ English
 - ☒ Dutch
 - ☐ French

If you have any questions or wish to receive additional copies of this document, please send an e-mail to *info@mumm.ac.be*, quoting the reference, or write to:

MUMM
100 Gulledele
B-1200 Brussels
Belgium
Phone: +32 2 773 2111
Fax: +32 2 770 6972
<http://www.mumm.ac.be/>

MANAGEMENT UNIT OF THE
NORTH SEA MATHEMATICAL MODELS

SECTIE 15

