

Milieueffectenrapport voor een Offshore Windturbinepark op de Thorntonbank

Deel 2: Hoofddocument MER

C-Power N.V.

Ref 03/07469/PV

September 2003

Milieueffectenrapport voor een offshore Windturbinepark op de Thorntonbank

Deel 2: hoofdrapport

C-Power N.V.

03/07469/PV

September 2003

Opdrachtgever:

C-Power N.V.

Scheldedijk 30, Haven 1025,

2070 Zwijndrecht

Uitgevoerd door:

Ecolas N.V.

Lange Nieuwstraat 43,

2000 Antwerpen

WOORD VOORAF

Dit milieueffectenrapport (MER) over de plaatsing en uitbating van een windturbinepark op de Thorntonbank bestaat uit verschillende onderdelen.

Een eerste deel is de niet technische samenvatting. Dit deel kan als alleenstaand onderdeel gelezen worden door de geïnteresseerde lezer die minder boodschap heeft aan al de technische gegevens en beschrijvingen zoals deze uitgebreid in de volgende hoofdstukken en bijlagen van het MER beschreven staan.

Een tweede deel omvat de uitvoerige technische bespreking van het voorgestelde project. Dit omvat een bespreking van de projectinhoud, de gekende technieken die toegepast zullen worden, de juridische en beleidsmatige randvoorwaarden, de bespreking van de effecten op het milieu en, waar nodig, voorstellen van maatregelen die de milieu-impact kunnen verminderen, milieu-impact kunnen compenseren alsook voorstellen voor de monitoring in de toekomst van mogelijke milieu-impacts. De figuren zijn als een afzonderlijk deel opgevat om het de lezer mogelijk te maken figuren en tekst simultaan te raadplegen.

Er zijn een aantal deelstudies uitgevoerd in het kader van deze MER die afzonderlijk toegevoegd zijn. De auteurs van deze deelstudies zijn verantwoordelijk voor de respectievelijke inhoud hiervan. In deze deelstudies wordt nog dieper ingegaan op bepaalde deelaspecten van het MER.

Tenslotte dient opgemerkt te worden dat deze MER een lichtjes aangepaste versie is van de editie van juni 2003 waarbij maximaal rekening is gehouden met de nieuwe juridische situatie, de bekomen concessievergunning en bijkomende technische gegevens over de elektrische kabels.

INHOUD

Lijst met Figuren	XI
Lijst met Tabellen	XV
Lijst van Bijlagen	XIX
Lijst van Afkortingen	XXI
1 Voorstelling van het project	1
1.1 Inleiding	1
1.1.1 Beknopte voorstelling van het project	1
1.1.2 Toetsing aan de MER-plicht	1
1.1.3 De initiatiefnemer en het college van deskundigen	2
1.1.3.1 Concessieaanvrager	2
1.1.3.2 Consortium	2
1.1.3.3 Experts	4
1.1.4 Procedure verloop	4
1.2 Situering en justificatie van het project	4
1.2.1 Beschrijving van de doelstellingen	4
1.2.1.1 Algemene doelstellingen inzake hernieuwbare energie	4
1.2.1.2 Doelstellingen van de initiatiefnemer	5
1.2.1.3 Motivatie van de locatiekeuze	5
1.2.1.4 Ruimtelijke situeren van het project	6
1.3 Juridische en beleidsmatige randvoorwaarden	6
1.3.1 Juridische randvoorwaarden	6
1.3.1.1 Nationaal	6
1.3.1.2 Internationaal	8
1.3.2 Beleidsmatige randvoorwaarden	12
1.3.2.1 Doelstellingen voor Europa	12
1.3.2.2 Doelstellingen voor België en Vlaanderen	13
2 Projectbeschrijving	15
2.1 beschrijving van de off-shore kabels	15
2.1.1 Het leggen van de offshore kabels	15
2.1.1.1 150 kV kabels	15
2.1.1.2 36 kV kabels	19
2.1.2 De exploitatie en het onderhoud van de offshore kabels	23
2.1.3 De buiten gebruikstelling van de offshore kabels	23
2.2 Beschrijving van het windenergiepark	24
2.3 Beschrijving van de technologie	25
2.3.1 Windturbines	25
2.3.1.1 Type windturbine	25
2.3.1.2 Rotor	26
2.3.1.3 Gondel	26
2.3.1.4 Tandwielkast	27
2.3.1.5 Elektrisch systeem	27
2.3.1.6 Besturing	27
2.3.1.7 Mast	27
2.3.1.8 Specifieke ontwikkelingen voor het offshore concept	28
2.3.1.9 Corrosiebescherming	28

2.3.1.10	Olie- en vetopvang binnen de turbine	29
2.3.2	Funderingen	31
2.3.2.1	Monopaal	31
2.3.2.2	Driepoot.....	31
2.3.2.3	Corrosiebescherming	31
2.3.2.4	Erosiebescherming	32
2.3.3	Het offshore transformatorplatform	32
2.3.4	Bekabeling en netkoppeling	33
2.3.5	Markering en belichting	33
2.4	Fasering van het project	34
2.5	Beschrijving van de verschillende activiteiten en uitvoeringswijzen:	35
2.5.1	Constructiefase	35
2.5.1.1	De windturbines en toren	35
2.5.1.2	De funderingen.....	36
2.5.1.3	Bouw van de offshore transformator	38
2.5.2	Exploitatiefase	38
2.5.2.1	Maximale bedrijfszekerheid van de windturbines.....	38
2.5.2.2	Afstandscontrole en bediening	38
2.5.2.3	Onderhoud	39
2.5.2.4	Aangepaste werk- en vaartuigen	39
2.5.3	Ontmantelingfase.....	39
2.5.3.1	Windturbines	40
2.5.3.2	Funderingen	40
2.5.3.3	Erosiebescherming	41
2.5.3.4	Kabels.....	41
3	Alternatieven.....	43
3.1	Naar locatie	43
3.1.1	Uitgesloten zones.....	43
3.1.2	Andere zones.....	44
3.1.2.1	Kwalitatieve elementen:	45
3.2	Naar configuratie.....	47
3.3	Naar kabeltracé.....	49
3.4	Naar wijze van uitvoering.....	49
3.4.1	De fundering	49
3.4.2	Het vermogen van de turbine.....	50
3.4.3	Het ingezette materieel.....	51
3.4.4	Erosiebescherming	51
3.4.5	Kabellegging	51
4	Beschrijving en beoordeling van de milieu-effecten per discipline	53
4.1	Bodem	53
4.1.1	Referentiesituatie	53
4.1.1.1	Locatie van het onderzoeksgebied	53
4.1.1.2	Morfologie en morfodynamiek	54
4.1.1.3	Geologie.....	55
4.1.1.4	Granulometrie van het sediment.....	57
4.1.1.5	Kwaliteit van het sediment.....	58
4.1.1.6	Seanergy project.....	59
4.1.2	Evaluatie van de milieueffecten	59
4.1.2.1	Autonome ontwikkeling	59

4.1.2.2	Constructiefase (inclusief bekabeling)	60
4.1.2.3	Exploitatiefase	62
4.1.2.4	Afbraakfase	66
4.1.3	Leemten in de kennis	66
4.1.4	Mitigerende maatregelen	67
4.1.5	Monitoring	67
4.2	Water	68
4.2.1	Referentiesituatie	68
4.2.1.1	Hydrografie	68
4.2.1.2	Temperatuur	68
4.2.1.3	Saliniteit	68
4.2.1.4	Turbiditeit	68
4.2.1.5	Hydrodynamica	69
4.2.1.6	Chemische karakterisering van het zeewater	70
4.2.1.7	Seanergy project	76
4.2.2	Autonome ontwikkeling	76
4.2.3	Effecten	77
4.2.3.1	Inrichtingsfase	77
4.2.3.2	Exploitatiefase	79
4.2.3.3	Ontmantelingsfase	81
4.2.3.4	Kabels	81
4.2.4	Leemten in de kennis	81
4.2.5	Mitigerende maatregelen en compensaties	82
4.2.6	Monitoring	82
4.3	Klimaat	83
4.3.1	Methodologie	83
4.3.2	Referentiesituatie	83
4.3.3	Autonome ontwikkeling	87
4.3.4	Effecten	88
4.3.4.1	Inrichtingsfase	88
4.3.4.2	Exploitatiefase	89
4.3.4.3	Ontmantelingsfase	90
4.3.4.4	Kabels	90
4.3.5	Leemten in de kennis	91
4.3.6	Mitigerende maatregelen en compensaties	91
4.3.7	Monitoring	91
4.4	Lucht	92
4.4.1	Methodologie	92
4.4.2	Referentiesituatie	92
4.4.2.1	SO ₂	92
4.4.2.2	NO _x	93
4.4.2.3	PM10 (Stof)	93
4.4.2.4	CO	93
4.4.2.5	Vluchtige organische stoffen	94
4.4.2.6	Evaluatie van de actuele luchtkwaliteit	94
4.4.3	Autonome ontwikkeling	94
4.4.4	Effecten	95
4.4.4.1	Inrichtingsfase	95
4.4.4.2	Exploitatiefase	99
4.4.4.3	Ontmantelingsfase	100
4.4.5	Leemten in de kennis	101
4.4.6	Mitigerende maatregelen en compensaties	101

4.4.7	Monitoring	101
4.5	Geluid en trillingen	102
4.5.1	Afbakening studiegebied	102
4.5.2	Methodiek	102
4.5.3	Referentiesituatie	103
4.5.3.1	Algemene situering	103
4.5.3.2	Bepaling van het huidige omgevingsgeluid	104
4.5.4	Autonome ontwikkeling.....	108
4.5.5	Bepaling van het specifieke geluid in de bouwfase	108
4.5.5.1	Identificatie van de relevante geluidsbronnen	108
4.5.5.2	Berekening en beoordeling van het specifieke geluid	109
4.5.6	Bepaling van het specifieke geluid in de exploitatiefase	109
4.5.6.1	Identificatie van de relevante geluidsbronnen	109
4.5.6.2	Berekening van het specifieke geluid	113
4.5.6.3	Beoordeling van het specifieke geluid	118
4.5.7	Bepaling van het specifieke geluid in de afbraakfase	123
4.5.8	Bepaling van het specifieke geluid bij de bekabeling.....	123
4.5.9	Beoordeling van trillingshinder.....	124
4.5.10	Grensoverschrijdende geluidseffecten.....	124
4.5.11	Leemten in de kennis.....	124
4.5.12	Milderende maatregelen	124
4.5.13	Monitoringprogramma.....	125
4.6	Fauna en flora.....	127
4.6.1	Invertebraten en vissen	127
4.6.1.1	Methodologie.....	127
4.6.1.2	Referentiesituatie.....	128
4.6.1.3	Autonome ontwikkeling	131
4.6.1.4	Effecten	132
4.6.2	Vogels.....	142
4.6.2.1	Methodologie.....	142
4.6.2.2	Referentiesituatie.....	143
4.6.2.3	Autonome ontwikkeling	150
4.6.2.4	Effecten	150
4.6.2.5	Leemten in de kennis	153
4.6.2.6	Mitigerende maatregelen en compensaties	153
4.6.2.7	Monitoring.....	154
4.6.3	Zoogdieren	155
4.6.3.1	Methodologie.....	155
4.6.3.2	Referentiesituatie.....	155
4.6.3.3	Autonome ontwikkeling	156
4.6.3.4	Effecten	157
4.6.3.5	Leemten in de kennis	157
4.6.3.6	Mitigerende maatregelen en compensaties	158
4.6.3.7	Monitoring.....	158
4.7	Monumenten en landschappen	159
4.7.1	Methodologie.....	159
4.7.1.1	Berekening zichtbaarheid.....	159
4.7.1.2	Fotosimulatie.....	160
4.7.2	Referentiesituatie	163
4.7.2.1	Zeegezicht.....	163
4.7.2.2	Cultureel erfgoed	165
4.7.3	Autonome ontwikkeling.....	167

4.7.4	Effecten	168
4.7.4.1	Inrichtingsfase	168
4.7.4.2	Exploitatiefase	169
4.7.4.3	Ontmantelingsfase	172
4.7.4.4	Kabels.....	173
4.7.5	Leemten in de kennis	173
4.7.6	Mitigerende maatregelen en compensaties	173
4.7.7	Monitoring	173
4.7.8	Besluit.....	174
4.8	Menselijke activiteiten en de mens	175
4.8.1	Inleiding	175
4.8.2	Visserij	175
4.8.2.1	Methodologie.....	175
4.8.2.2	Referentiesituatie	176
4.8.2.3	Autonome ontwikkeling	178
4.8.2.4	Effecten tijdens de inrichtingsfase, exploitatiefase, ontmantelingsfase en door de kabels 179	
4.8.2.5	Leemten in de kennis	181
4.8.2.6	Mitigerende maatregelen en compensaties	181
4.8.2.7	Monitoring	182
4.8.3	Zand en grindontginning	183
4.8.3.1	Methodologie.....	183
4.8.3.2	Referentiesituatie en Autonome ontwikkeling.....	183
4.8.3.3	Effecten	185
4.8.3.4	Leemten in de kennis	185
4.8.3.5	Mitigerende maatregelen en compensaties	185
4.8.3.6	Monitoring	185
4.8.4	Baggeren en storten van baggerspecie.....	186
4.8.4.1	Referentiesituatie	186
4.8.4.2	Autonome ontwikkeling	186
4.8.4.3	Effecten	186
4.8.4.4	Leemten in de kennis	186
4.8.4.5	Mitigerende maatregelen en compensaties	186
4.8.4.6	Monitoring	187
4.8.5	Kabels en pijpleidingen	187
4.8.5.1	Referentiesituatie en autonome ontwikkeling	187
4.8.5.2	Effecten:	187
4.8.5.3	Leemtes in de kennis.....	188
4.8.5.4	Monitoring	188
4.8.5.5	Mitigerende maatregelen en compensaties	188
4.8.6	Andere windturbineparken	188
4.8.6.1	Referentiesituatie en Autonome ontwikkeling.....	188
4.8.6.2	Effecten	189
4.8.6.3	Leemten in de kennis, mitigerende maatregelen en compensaties, monitoring	189
4.8.7	Militaire activiteiten en luchtvaart	189
4.8.7.1	Referentiesituatie	189
4.8.7.2	Autonome ontwikkeling	189
4.8.7.3	Effecten	189
4.8.7.4	Leemten in de kennis	189
4.8.7.5	Mitigerende maatregelen en compensaties	189
4.8.7.6	Monitoring	190
4.8.8	Scheepvaart	190
4.8.8.1	Methodologie.....	190

4.8.8.2	Referentiesituatie	190
4.8.8.3	Autonome ontwikkeling	190
4.8.8.4	Effecten	191
4.8.8.5	Mitigerende maatregelen en compensaties	191
4.8.8.6	Leemten in de kennis	191
4.8.8.7	Monitoring	191
4.8.9	Toerisme en recreatie	191
4.8.9.1	Methodologie	191
4.8.9.2	Referentiesituatie	192
4.8.9.3	Autonome ontwikkeling	192
4.8.9.4	Effecten	192
4.8.9.5	Leemten in de kennis	193
4.8.9.6	Mitigerende maatregelen en compensaties	193
4.8.9.7	Monitoring	193
4.8.10	Luchtverkeer	193
4.8.11	Archeologie	194
4.8.12	Mens	194
4.8.13	Natuurgebieden	194
4.8.13.1	Referentiesituatie en autonome ontwikkeling	194
4.8.13.2	Effecten	194
4.8.13.3	Mitigerende maatregelen, leemten in de kennis en monitoring	194
4.8.14	Oceanologische observatiestations	195
4.9	Veiligheidsaspecten	196
4.9.1	Installaties	196
4.9.1.1	Methodologie	196
4.9.1.2	Risico's en Effecten	196
4.9.1.3	Leemten in de kennis	197
4.9.1.4	Mitigerende maatregelen en compensaties	198
4.9.1.5	Monitoring	198
4.9.2	Scheepvaart	198
4.9.2.1	Methodologie	198
4.9.2.2	Referentiesituatie	198
4.9.2.3	Autonome ontwikkeling	202
4.9.2.4	Effecten op de scheepvaartveiligheid	202
4.9.2.5	Leemten in de kennis	205
4.9.2.6	Mitigerende maatregelen en compensaties	205
4.9.2.7	Monitoring	205
4.9.3	Radar en Scheepscommunicatie	205
4.9.3.1	Methodologie	205
4.9.3.2	Referentiesituatie en autonome ontwikkeling	206
4.9.3.3	Effecten	206
4.9.3.4	Mitigerende maatregelen	208
4.9.4	Olieverontreiniging	208
4.9.4.1	Methodologie	208
4.9.4.2	Referentiesituatie	209
4.9.4.3	Effecten van een olieverontreiniging	212
4.9.4.4	Leemten in de kennis	224
4.9.4.5	Mitigerende maatregelen	224
5	Analyse van de effecten van een vermogensverhoging tot 5 MW turbines	225
5.1	Klimaat	225
5.2	Bodem	225

5.3	Water.....	225
5.4	Lucht.....	226
5.4.1	Constructiefase	226
5.4.2	Exploitatiefase	226
5.4.3	Ontmantelingfase.....	227
5.4.4	Besluit.....	227
5.5	Geluid	227
5.6	Fauna.....	228
5.7	Monumenten en landschappen	228
5.8	Mens en menselijke activiteiten	228
5.9	veiligheid.....	228
6	Synthese en conclusies	231
6.1	Ingreep-effectrelaties	231
6.2	Conclusies	232
7	Referenties.....	231

LIJST MET FIGUREN

Figuur 1.1.1: Schematisch overzicht van de procedures tot het bekomen van vergunning (BMM website; 06/2003).	4
Figuur 1.2.1: Algemene situering van de bekomen concessie (gesplitste inplanting) en het bestudeerde alternatief (gegroepeerde inplanting) van C-Power in de wateren onder Belgische rechtsbevoegdheid.....	6
Figuur 1.2.2: Gedetailleerde opstelling van de bekomen concessie	6
Figuur 1.3.1: Voorgestelde vogelrichtlijngebieden, en habitatrichtlijngebied en Ramsar gebied in de Belgische mariene wateren.....	10
Figuur 2.1.1: Schematische voorstelling van de kabelpositionering in de vaargeulen.	18
Figuur 2.1.2: Schematische voorstelling van de kruising van de elektriciteitskabels met de PEC kabel. ...	19
Figuur 2.1.3: Schematische voorstelling van de kruisingen tussen de elektriciteitskabels en de Concerto South 1 telecom-leiding.....	23
Figuur 2.1.4: Schematische voorstelling van de kruisingen tussen de elektriciteitskabels en de Interconnector gaspijpleiding.....	23
Figuur 2.2.1: 3D evocatie van de inplanting op de Thorntonbank.	24
Figuur 2.3.1: Foto van een GE 3,6MW monopaal turbine	26
Figuur 2.3.2: Principe schema van een monopaal fundering	31
Figuur 2.3.3: Principe schema van een driepootfundering	31
Figuur 2.3.4: Schematische voorstelling van de erosiebescherming.....	32
Figuur 2.3.5: Tekening van de opbouw van een 150 kV en een 36 kV kabel.	33
Figuur 2.3.6: Grafische voorstelling van de signalisaties op de windmolens	34
Figuur 2.5.1: Grafische voorstelling van het installeren van een monopaaalfundering.....	37
Figuur 2.5.2: Grafische voorstelling van het installeren van de driepootfundering.....	37
Figuur 3.1.1: Weergave van de potentiële alternatieve gebieden voor een windturbinepark.	44
Figuur 3.1.2: Afbakening van verschillende vlieggebieden	45
Figuur 4.1.1: Algemene situering van het project	55
Figuur 4.1.2: Uittreksel uit de kaart van het Budgetproject rond natuurlijk zandtransport op het BCP, met de resultaten (vectoren) van het zandtransportmodel grid 750 m * 750 m (BMM, 2000) voor het gebied waarop het project betrekking heeft (Lanckneus et al. 2001).	55

Figuur 4.1.3: Illustratie van de erosiebescherming	61
Figuur 4.1.4: Stromingspatroon rond een cilinderstructuur (Breusers, 1991).....	62
Figuur 4.1.5: Relatieve erosiediepte (K_d) als functie van de verhouding waterdiepte (Y_0) / paaldiameter (b) (Ettema, 1980, Chiew, 1984, Chee, 1982).	64
Figuur 4.2.1: Frequentiedistributie van stroomsnelheden (BMM, 2000).....	70
Figuur 4.2.2: Frequentiedistributie van stromingsrichtingen (BMM, 2000).....	70
Figuur 4.2.3: Stroming rond een cilinder (Bloomer, 2000).....	79
Figuur 4.3.1: Klimatologische gemiddelden in Ukkel (België) voor de periode 1961 - 1990.....	83
Figuur 4.3.2: Situering van de meetpalen	85
Figuur 4.3.3: Windroos met de gemiddelde frequentie van voorkomen van de windrichting (in %) in het meteostation van Cadzand, voor de periode maart 1991 tot mei 1998 (Bron 3E).....	86
Figuur 4.3.4: Windroos met de gemiddelde frequentie van voorkomen van de windrichting (in %) voor MOW7, Westhinder, op 33 km van de kust, voor de periode maart 1994 tot september 2001. (Bron 3E).....	86
Figuur 4.3.5: Windroos van de Nederlandse observatiepost op de Vlake van de Raan, 16 km van de kust, voor de periode november 1988-mei 1998 (Bron 3E).....	86
Figuur 4.3.6: Frequentiedistributie van de windsnelheid voor MOW 7.....	86
Figuur 4.3.7: Gemiddelde maandelijkse windsnelheid gemeten in het meteostation in Cadzand.....	87
Figuur 4.3.8: Gemiddelde maandelijkse windsnelheid gemeten op Westhinder (MOW7)	87
Figuur 4.3.9: Effect van een windmolen op de lokale windsnelheid achter de windmolen.....	90
Figuur 4.3.10: Cumulatief effect van verschillende windmolens op één rij achter elkaar (met een windrichting parallel aan de windturbines)	90
Figuur 4.5.1: Natuurlijke geluidsbronnen van het omgevingsgeluid onder water	104
Figuur 4.5.2: Minimum en maximum geluidsniveaus van antropogene geluidsbronnen onder water....	105
Figuur 4.5.3: Geluidsniveau van verschillende schepen op 100 m afstand in ondiep water in de Waddenzee [3].....	105
Figuur 4.5.4: Totale geluidsdruk niveau in functie van de windsnelheid [6][8]	107
Figuur 4.5.5: Het specifieke geluid onder water van twee windturbines op twee verschillende afstanden [12] , [13], [14] en [15].....	110
Figuur 4.5.6: Specifieke immissie onder water van de twee windturbines in functie van de afstand. ...	114
Figuur 4.5.7: Zone, waarin het geluid propageert, die ontstaat door enerzijds de windgradiënt en anderzijds het akoestisch harde zeeoppervlak	117

Figuur 4.5.8: Spectra van het golfgeluid en van het windturbinegeluid in de meest kritische situatie ter hoogte van de waarnemer.....	120
Figuur 4.5.9: Spectra van het golfgeluid en van het windturbinegeluid in de meest kritische situatie ter hoogte van de waarnemer.....	121
Figuur 4.5.10: Geluidscontouren van het specifieke geluid van het "Seanergy" windturbinepark boven water berekend met het INDUS overdrachtsmodel in de referentiesituatie	125
Figuur 4.5.11: Berekende contouren van het specifieke geluid van het windturbinepark boven water, van het gesplitst windturbinepark (bekomen concessie) met 3,6 MW offshore.....	125
Figuur 4.5.12: Berekende contouren van het specifieke geluid van het windturbinepark boven water, van het gesplitst windturbinepark (bekomen concessie) met 5 MW windturbines van het type M5 REPower samen met het "Seanergy" windturbinepark, volgens het overdrachtsmodel INDUS.....	126
Figuur 4.5.13: Berekende contouren van het specifieke geluid van het windturbinepark boven water, van het gegroepeerd windturbinepark (alternatieve inplanting) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines samen met het "Seanergy" windturbinepark, volgens het overdrachtsmodel INDUS	126
Figuur 4.5.14: Berekende contouren van het specifieke geluid van het windturbinepark boven water, van het gegroepeerd windturbinepark (alternatieve inplanting) met 5 MW windturbines van het type M5 REPower samen met het "Seanergy" windturbinepark, volgens het overdrachtsmodel INDUS.....	126
Figuur 4.5.15: Berekende contouren van het specifieke geluid van het windturbinepark boven water, van het gesplitst windturbinepark (bekomen concessie) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines zonder het "Seanergy" windturbinepark, volgens het overdrachtsmodel INDUS.....	126
Figuur 4.5.16: Berekende contouren van het specifieke geluid van het windturbinepark boven water, van het gesplitst windturbinepark (bekomen concessie) met 5 MW windturbines van het type M5 REPower zonder het "Seanergy" windturbinepark, volgens het overdrachtsmodel INDUS	126
Figuur 4.5.17: Berekende contouren van het specifieke geluid van het windturbinepark boven water, van het gegroepeerd windturbinepark (alternatieve inplanting) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines zonder het "Seanergy" windturbinepark, volgens het overdrachtsmodel INDUS	126
Figuur 4.5.18: Berekende contouren van het specifieke geluid van het windturbinepark boven water, van het gegroepeerd windturbinepark (alternatieve inplanting) met 5 MW windturbines van het type M5 REPower zonder het "Seanergy" windturbinepark, volgens het overdrachtsmodel INDUS	126
Figuur 4.6.1: Situering van de biozones met namen en nummers uit Cattrijse & Vincx (2001) en met aanduiding van het projectgebied	128
Figuur 4.6.2: Situering van het windpark (bekomen concessie: roze gestippelde polygonen, alternatieve inplanting: rode polygoon;) en de afbakening van het doelgebied (rood gestippelde polygoon) en het BCP (rode lijnen).....	143
Figuur 4.6.3: Posities op het BCP en de directe omgeving daarvan (rode punten) waar tellingen van zeevogels zijn uitgevoerd.	143
Figuur 4.6.4: De gemiddelde dichtheid aan zeevogels in het doelgebied en op het BCP tijdens de verschillende jaargetijden.....	144
Figuur 4.6.5: Het relatieve belang van de verschillende zeevogels in het doelgebied vergeleken met dat op het BCP.....	144

Figuur 4.6.6: Visualisering migratiecorridor bij de bekomen domeinconcessie	149
Figuur 4.6.7: Visualisering migratiecorridor bij de alternatieve inplanting.....	149
Figuur 4.6.8: Waarnemingen van Witsnuitdolfijn, Gewone Zeehond en Grijze Zeehond op het BCP en omringende gebieden op basis van tellingen vanaf schepen uitgevoerd door het IN tijdens de periode 1992-2002.	156
Figuur 4.7.1: Cumulatieve procentuele verdeling van de zichtbaarheid vanuit Middelkerke.....	159
Figuur 4.7.2: Cumulatieve procentuele verdeling van de zichtbaarheid op zee op de observatieplatforms Lichteiland Goeree en het Euro-platform.....	159
Figuur 4.7.3: Fotosimulatie van de windturbine parken van C-power en Seanergy vanaf het strand van Blankenberge.....	163
Figuur 4.8.1: Kaart met de verschillende gebruikers van het BCP.....	175
Figuur 4.8.2: Situatie van de visvakken met betrekking tot het BCP en het project.....	176
Figuur 4.8.3: Garnalenvangst en visintensiteit per maand in 1995.	177
Figuur 4.8.4: Geraamde vangst in 10^6 ton per jaar; de biomassa aanwezig in 10^7 ton vis met een hoog trofisch niveau in het Noord-Atlantisch gebied tussen 1950 en 1999. De verhouding tussen vangst en biomassa is een leidraad voor de intensiteit van de visserij (volgens Christensen et al., 2002).	178
Figuur 4.8.5: Tendens in het aantal Belgische vissersvaartuigen en de hoeveelheid visaanvoer (links) en de aanvoerwaarde in absolute en relatieve cijfers (rechts) voor 1950-2000 (bron: Welvaert 2001).	178
Figuur 4.9.1: Kaart van de belangrijkste scheepvaartroutes op het BCP.	199
Figuur 4.9.2: Bijdrage van de verschillende categorieën (links), aanwezigheid van gevaarlijke goederen en tonnage (rechts) van de schepen die Westrond route 1 volgen ten zuiden van de Thorntonbank op basis van de gegevens van dienst Scheepvaartbegeleiding	200
Figuur 4.9.3: Overzicht van de alternatieve inplanting en de radars van de Schelderadarketen.....	206
Figuur 4.9.4: Globale radardekking voor de alternatieve inplanting van het windturbinepark van C-Power (magenta) en de windturbineparken van Seanergy (wit) en Fina Eolia (zwart)	207
Figuur 4.9.5: Olievervuiling door schepen in het zuidelijk deel van de Noordzee in de periode 1991-2001.	210
Figuur 4.9.6: Oppervlakte van de olievlek in functie van de tijd voor de simulatie hyd17_w2 (wind aan 17 m/s vanuit NNO bij springtij met 3% frictie-coëfficiënt).....	217
Figuur 4.9.7: Oppervlakte van de olievlek in functie van de tijd voor de simulatie hyd17_s02w3 (wind aan 17 m/s vanuit W bij springtij met 5% frictie-coëfficiënt).....	217
Figuur 4.9.8: Oppervlakte van de olievlek in functie van de tijd voor de simulatie SW7_spring_5d (wind aan 7 m/s vanuit ZW bij springtij met 3% frictie-coëfficiënt).....	217
Figuur 4.9.9: Oppervlakte van de olievlek in functie van de tijd voor de simulatie SW1_neap_5d (wind aan 1 m/s vanuit ZW bij doortij met 3% frictie-coëfficiënt).	217

LIJST MET TABELLEN

Tabel 2.1.1: Gedetailleerd overzicht van het bekabelingsplan – 36 kV kabels	21
Tabel 2.3.1: Technische beschrijving van 3,6 MW Offshore GE Wind Energy	26
Tabel 2.3.2: Corrosieklassen volgens de Deense DS/R454 norm	28
Tabel 2.3.3: Olieproducten aanwezig in een GE 3,6 MW turbine	30
Tabel 3.1.1: Synthetische evaluatie van de potentiële locaties	47
Tabel 4.1.1: Globaal overzicht van de belangrijkste vervuilingconcentraties (in het sediment afkomstig van de bodem van de Noordzee (bij de 'Wenduinebank', gegevens AWZ, 1986)	58
Tabel 4.1.2: Natuurlijke concentraties en ecotoxicologische evaluatiecriteria (OSPAR, 1997).	58
Tabel 4.2.1: Chemische samenstelling van oceaankwater voor de meest voorkomende verbindingen aangegeven (Postma, 1990).	71
Tabel 4.2.2: Belangrijke sporenelementen en nutriënten in oceaankwater (Postman, 1990)	71
Tabel 4.2.3: Concentratie van zware metalen (OSPAR 2000a), voor uitleg over EAC, zie tekst.	72
Tabel 4.2.4: Nutriëntenconcentraties voor de Noordzee (periode 1993-1996)	75
Tabel 4.3.1: Klimatologische normalen van het station Ukkel voor een volledig jaar	83
Tabel 4.3.2: Maandelijks normale voor een aantal klimaatsaspecten	84
Tabel 4.3.3: Windsnelheid (gemiddelde van de jaargemiddelden) (Bron 3E)	86
Tabel 4.3.4: Windsnelheid op open zee (>10 km van de kust) voor 5 standaard hoogtes (Bron: RISØ in Söker et al, 2000)	86
Tabel 4.3.5: De gevolgen voor de atmosferische wijziging, klimaat en zeeniveau. (Bron IPCC)	87
Tabel 4.3.6: Verwachte uitstoot aan CO ₂ (in Giga ton) (bron: Mira S 2000, IPCC 2001)	88
Tabel 4.3.7: Aandeel van de reductie aan broeikasgasemissie door het toepassen van windenergie in België (Bron: Söker et al, 2000)	88
Tabel 4.4.1: Gemiddelde, P50 en P98-waarde voor SO ₂ in de omgeving van de kust (dagwaarden in µg/m ³)	92
Tabel 4.4.2: Gemiddelde, P50 en P98-waarde voor NO en NO ₂ in de omgeving van de kust (uurwaarden in µg/m ³)	93
Tabel 4.4.3: Gemiddelde en P98-waarde voor stof in de omgeving van de kust (dagwaarden in µg/m ³)	93
Tabel 4.4.4: Gemiddelde en P98-waarde voor CO in de omgeving van de kust (dagwaarden in µg/m ³)	93
Tabel 4.4.5: Emissiefactoren voor verschillende scheepstypes 'op zee' en tijdens het 'manoeuvreren' (g/kWh)	95

Tabel 4.4.6: Totale vrachten afkomstig van vaartuigen ingezet bij de constructie van het windturbinepark in relatie tot de vrachten als gevolg van scheepvaart in de Noord- en Baltische Zee in 2000.....	97
Tabel 4.4.7: Emissiefactoren voor CO ₂ , SO ₂ en NO _x gelinkt aan de productie van verschillende materialen.	97
Tabel 4.4.8: Inschatting van het materiaalverbruik voor de aanleg van het windturbinepark van C-Power.	98
Tabel 4.4.9: Emissies als gevolg van het materiaalverbruik in het windturbinepark van C-Power	98
Tabel 4.4.10: Emissiefactoren voor klassieke en nucleaire elektriciteitsproductie in België in 2000	99
Tabel 4.4.11: Vermeden emissies (ton/jaar) als gevolg van de werking van het windturbinepark, samen met de emissies van klassieke productie in België voor 2000.	100
Tabel 4.5.1: Berekend specifieke geluid (Lsp) boven water van het "Seanergy" windturbine park in de referentie situatie voor een matig belastende situatie (volgens het INDUS overdrachtsmodel)	106
Tabel 4.5.2: Berekend specifieke geluid (Lsp) boven water van het "Seanergy" windturbine park in de referentie situatie voor een kritische situatie (bij windafwaartse propagatie)	106
Tabel 4.5.3: Geluidsvermoggenniveau van verschillende types heiblokken.	108
Tabel 4.5.4: Het geluidsspectrum en het geluidsvermoggenniveau LW van een 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbine en de 5 MW windturbine van het type M5 REPower voor een ashoogte van 80 m.	113
Tabel 4.5.5: Vermogen van een stil type transformator	113
Tabel 4.5.6: Berekend specifiek geluid boven water van een gesplitst windturbinepark (bekomen domeinconcessie) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines samen met het "Seanergy" windturbine park, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)	115
Tabel 4.5.7: Berekend specifiek geluid boven water van een gesplitst windturbinepark (bekomen domeinconcessie) met 5 MW windturbines van het type M5 REPower samen met het "Seanergy" windturbine park, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)	115
Tabel 4.5.8: Berekend specifiek geluid boven water van een gegroepeerd windturbinepark (alternatief) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines samen met het "Seanergy" windturbine park, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)	115
Tabel 4.5.9: Berekend specifiek geluid boven water van een gegroepeerd windturbinepark (alternatief) met 5 MW windturbines van het type M5 REPower samen met het "Seanergy" windturbine park, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)	115
Tabel 4.5.10: Berekend specifiek geluid boven water van een gesplitst windturbinepark (bekomen domeinconcessie) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines zonder het "Seanergy" windturbine park, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)	115
Tabel 4.5.11: Berekend specifiek geluid boven water van een gesplitst windturbinepark (bekomen domeinconcessie) met 5 MW windturbines van het type M5 REPower zonder het "Seanergy" windturbine park, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)	115

Tabel 4.5.12: Berekend specifiek geluid boven water van een gegroepeerd windturbinepark (alternatief met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines zonder het "Seanergy" windturbine park, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)	116
Tabel 4.5.13: Berekend specifiek geluid boven water van een gegroepeerd windturbinepark (alternatief met 5 MW windturbines van het type M5 REPower zonder het "Seanergy" windturbine park, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)	116
Tabel 4.5.14: Berekend specifieke geluid ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn op ca. 27 km voor de 4 alternatieven enerzijds met en anderzijds zonder het "Seanergy" windturbinepark	116
Tabel 4.5.15: Afstand (in kilometer t.o.v. windturbinepark) voor het berekend specifieke geluid van het windturbinepark boven water, in de meest kritische situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)	117
Tabel 4.5.16: Berekend specifieke geluid van het "C-Power" windturbinepark en het "Seanergy" park samen, in de meest kritische situatie ter hoogte van de waarnemer op de kustlijn	117
Tabel 4.5.17: Vergelijking van het geluidsniveau ter hoogte van de woningen met de referentiesituaties in de situatie met een gesplitst windturbinepark (bekomen concessie) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines	122
Tabel 4.5.18: Vergelijking van het geluidsniveau ter hoogte van de woningen met de referentiesituaties in de situatie met een gesplitst windturbinepark (bekomen concessie) met 5 MW windturbines van het type M5 REpower	122
Tabel 4.5.19: Vergelijking van het geluidsniveau ter hoogte van de woningen met de referentiesituaties in de situatie met een gegroepeerd windturbinepark (alternatieve inplanting) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines	122
Tabel 4.5.20: Vergelijking van het geluidsniveau ter hoogte van de woningen met de referentiesituaties in de situatie met een gegroepeerd (Alternatieve inplanting) windturbinepark met 5 MW windturbines van het type M5 REpower	123
Tabel 4.6.1: De gemiddelde dichtheid aan zeevogels (aantal vogels/km ²) en het aantal minuuthokken waarop het gemiddelde is gebaseerd in het doelgebied rond de windparksite en op het gehele Belgisch Continentaal Plat (BCP) in de winter, lente, zomer en herfst op basis van scheepstellingen in de periode 1992-2002.	146
Tabel 4.6.2: Schematische voorstelling van de status van de relevante soorten.	147
Tabel 4.6.3: Schematische voorstelling van de verwachte impact op zeevogels van een windpark op de Thorntonbank (verstorende effect, aanvaringsaspect en geïntegreerde afweging).	152
Tabel 4.7.1: Aantal inwoners, overnachtingen (NIS) en ééndagstoeristen aan de Belgische en Zeeuwse kust	163
Tabel 4.7.2: Beschermde monumenten en landschappen langs de kustlijn en op de zeedijk op de lijn Knokke-Oostende	166
Tabel 4.7.3: Relictzone, ankerplaats en puntrelicten langs de kustlijn Knokke-Oostende	167
Tabel 4.8.1: Vangsten in 2000 (bron: Redersvereniging).	177

Tabel 4.8.2: Uitsplitsing van het oppervlak en de verhouding van verschillende dieptecategorieën in het BCP en in de delen van het BCP die bevestigd kunnen worden.....	179
Tabel 4.8.3: Geeft de relatieve betekenis weer van de aangevraagde concessie voor de oppervlakken die bevestigd kunnen worden en geclassificeerd zijn volgens de dieptecategorie.....	180
Tabel 4.8.4: Productiestatistieken per zone (bron MAGIS www.sandandgravel.com 2002).	184
Tabel 4.8.5: Vergelijking van de oppervlakte van de inplantingen ten opzichte van de zandwinningszones en de Thorntonbank	184
Tabel 4.9.1: Overzicht van de scheepvaartdensiteiten op het zuidelijke deel van het BCP volgens Dienst Scheepvaartbegeleiding, voor de periode oktober 2001 tot september 2002, en volgens Anatec.	200
Tabel 4.9.2: Risicowaarden voor verschillende soorten ongevallen volgens verscheidene bronnen.....	201
Tabel 4.9.3: Accidentele olievervuiling (- en aandeel in %) veroorzaakt door tankers tussen 1974 en 2000, verdeeld in vervuiling van minder dan en meer dan zeven ton en in het soort activiteit (ITOPF, 2001).	210
Tabel 4.9.4: Overzicht van het percentage observaties van windsnelheden groter dan 16,5 m/s op verschillende meetposten op het BCP voor specifieke windrichtingen.....	211
Tabel 4.9.5: Overzicht van het % observaties met een specifieke windrichting	212
Tabel 4.9.6: Simulatieparameters	214
Tabel 4.9.7: Hoogste concentraties in de onderscheiden fracties van de waterkolom.....	215
Tabel 4.9.8: Berekening van de directe verliezen in het "worst-case" scenario	216
Tabel 4.9.9: Kwetsbaarheidsindex van vogelsoorten in het BCP (Vandenbroele et al., 1997).....	218
Tabel 4.9.10: Impact van zware stookolie op het vogelbestand in open zee bij worst-case scenario (windsnelheid 17 m/s)	219
Tabel 4.9.11: Impact van zware stookolie op het vogelbestand in open zee bij gemiddelde en lage windsnelheid (7m/s en 1m/s)	220
Tabel 4.9.12: Vergelijking van de impact op de avifauna met incidenten uit het verleden	221
Tabel 4.9.13: Berekening van de impact van zware stookolie op de avifauna t.h.v. de Belgische en Nederlandse kust (17 m/s)	223
Tabel 5.4.1: Vermeden emissies (ton/jaar) als gevolg van de werking van het windturbinepark – 5 MW alternatief	226
Tabel 6.1.1: Overzicht van de ingreep effect relaties voor de verschillende disciplines.	231

LIJST VAN BIJLAGEN

De bijlagen zijn gebundeld in het derde deel na de figuren, de deelstudies zijn afzonderlijk toegevoegd.

1. Technische bijlagen 3,6 MW turbine
2. Technische bijlage 5 MW turbine
3. Technische bijlage kabels
4. Technische bijlage transformator platform
5. Technische bijlage schepen
6. Geluidstechnische gegevens en extrapolatie voor een 5 MW turbine
7. Geluidstechnische gegevensfiches van een GE 3,6 MW windturbine
8. Ecotoxicologische dataset gebruikt voor de impactanalyse van de resultaten van de oliedistributiesimulaties
9. Standaard normaal, cumulatieve probabilliteit voor negatieve waarden van Y_0

LIJST VAN AFKORTINGEN

µm	micrometer
µM	micromolair
µPa	micropascal
AIS	automatic identification system
AMINAL	administratie milieu-, natuur-, land-, en waterbeheer van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
ASCOBANS	Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic and North Seas
AWZ	administratie water en zeewezen van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
BCP	Belgisch Continentaal Plat
BMM	Bestuurseenheid voor het Mathematisch Model van de Noordzee
BP	before present
CH ₄	methaan
CLC	international conventions on civil liability for oil pollution damage
CLO	centrum voor landbouwkundig onderzoek
CLO-DVZ	centrum voor landbouwkundig onderzoek - departement voor zeevisserij
cm	centimeter
CO	koolstofmonoxide
CO ₂	koolstofdioxide
COLREG	Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea
CPUE	catch per unit effort
dB	decibel
DGPS	differential global positioning system
DWTC	federale diensten voor wetenschappelijke technische en culturele aangelegenheden
EAC-waarde	ecotoxicologische analysecriteria
EC	Europese comissie
EEG	Europese Economische Gemeenschap
EU	Europese Unie
FM	frequentiemodulatie
GIS	gass insulated system
GL	Germanischer Lloyd
GLLWS	gemiddelde laag laagwater spring
GT	gross tonnage
GWh	gigawatt uur = 1 miljoen kilowatt uur
Hz	hertz
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
ICES	International Council for the Exploration of the Sea
IMO	International Maritime Organisation
IN	Instituut voor Natuurbehoud
IOPC fund	International Oil Pollution Compensation fund
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
kg	kilogram; duizend gram
KHz	kiloherz
km	kilometer
KMI	Koninklijk Meteorologisch Instituut
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KV	kilovolt
KW	Kilowatt
l	liter
m	meter
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships

MBS	maritime bouyage system
MER	milieueffectenrapport
mg	milligram; 1 duizendste van een gram
mln	miljoen
mm	milimeter
MVA	megavolt ampère
MW	megawatt = 1 miljoen watt
N ₂ O	distikstofoxide (lachgas)
ng	nanogram; 1 miljardste van een gram
NM	nautische mijl; zeemijl
NO	noordoost
NO ₃	nitraat
NO _x	stikstofoxiden (verschillende chemische vormen)
NW	noordwest
O ₂	zuurstof
OPRC	The International Convention On Oil Pollution Preparedness, Response And Co-Operation
OSPAR	Oslo and Paris convention
OZO	Oostzuidoost
PAKs	polyaromatische koolwaterstoffen
PCBs	Polychlorinated Biphenyls
PO ₄	fosfaat
ppbv	parts per billion volume
ppmv	parts per million volume
RDF	Radio Direction Finder
s	Seconde
SAC	Special Area for Conservation; Speciale Beschermingszone in het kader van de Habitatrichtlijn
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SF ₆	zwavelhexafluoride
Si(OH) ₄	siliciumhydroxide
SO ₂	zwaveldioxide
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea
SPA	Special protection area of vogelrichtlijngebied
SRK	Schelde Radar Keten
t	ton
TBT	tributyltin
TWA	Tweede Algemene Waterpassing
TWh	TeraWatt uur = 1 miljard kilowatt uur
UNFCCC	Protocol van Kyoto bij het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatverandering
VHF	Very high frequency
VITO	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
VLAREM	Vlaams reglement betreffende de milieuvergunningen
VMM	Vlaamse milieumaatschappij
VOS	vluchtige organische stoffen
VTs	Vessel traffic system
WES	Westvlaams economisch studiebureau
WGO	wereldgezondheidsorganisatie
WNW	Westnoordwest
XLPE	Cross linked polyethylene
ZO	Zuidoost
ZW	Zuidwest

1 VOORSTELLING VAN HET PROJECT

1.1 INLEIDING

1.1.1 Beknpte voorstelling van het project

C-Power nv. heeft de intentie om in de Mariene Wateren onder Belgische rechtsbevoegdheid ter hoogte van de Thorntonbank een windenergiepark te bouwen met een totaal geïnstalleerd vermogen van minimum 216 MW tot maximaal 300 MW, bestaande uit 60 turbines van minimum 3,6 MW tot maximaal 5 MW respectievelijk. Deze vergunningsaanvraag bespreekt de milieu effecten van een inplanting dewelke ondubbelzinnig bepaald wordt in de bekomen domeinconcessie. Dit windmolenpark is opgesplitst in twee delen aan weerszijde van de pijpleiding en communicatiekabel. De energieproductie per jaar wordt geraamd op 710 GWh tot ongeveer 1000 GWh, wat ongeveer overeenkomt met het gemiddeld verbruik van 180 000 tot 255 000 gezinnen. Dit project staat voor de constructie, exploitatie en ontmanteling van het windturbinepark op de Thorntonbank en de noodzakelijke bijhorende infrastructuur (transformatorplatform, bekabeling en windmeetmasten).

1.1.2 Toetsing aan de MER-plicht

Op basis van de wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België zijn activiteiten van burgerlijke bouwkunde, het graven van sleuven en ophogen van de zeebodem, het gebruik van hoogwaardig akoestisch materiaal en industriële activiteiten vergunningsplichtig. Het KB met betrekking tot de procedure tot vergunning en machtiging van bepaalde activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België vereist dat voor vergunningsplichtige activiteiten een milieueffectenrapport bij de vergunningsaanvraag wordt gevoegd.

Volgens diezelfde wet ter bescherming van het mariene milieu en het Koninklijk Besluit van 12 maart 2002 (publicatie 09/05/2002) met betrekking tot de voorschriften voor het leggen van elektriciteitskabels in de territoriale zee en de exploitatie van niet-levende rijkdommen vereisen vergunningsplichtige activiteiten dat een milieueffectenrapport bij de vergunningsaanvraag gevoegd wordt.

C-Power heeft na consultatie van de verschillende bevoegde overheden geopteerd voor het uitvoeren van één geïntegreerde MER dewelke zowel de milieu effecten van de offshore kabels als de milieu effecten van het volledige windmolenpark bespreekt. Als voornaamste redenen van het uitvoeren van één geïntegreerde MER kunnen geciteerd worden:

- Beide vergunningen vereisen een Milieu Effecten Rapport conform artikel 28 van de wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België.
- Beide vergunningen zijn technisch, juridisch, financieel en economisch gezien met elkaar verbonden, dwz. geen van beide vergunningen is uitvoerbaar zonder de andere vergunning.
- De milieu effecten van beide vergunningen zijn met elkaar gelinkt; een offshore kabel op zich veroorzaakt geen reductie van de CO₂ uitstoot, doch de offshore kabel is vereist om dit positieve milieu effect van een windmolenpark te realiseren.
- Beide vereiste MER's omvatten grotendeels dezelfde informatie: de bespreking van de referentie toestand en de autonome ontwikkeling van beide MER's is identiek evenals tal van milieu effecten en mitigerende maatregelen.
- De timing van indiening van beide vergunningsaanvraagdossiers inclusief bijhorende MER's is sterk gelijklopend door het herindienen van de aanvraag tot vergunning en machtiging. Indien

geopteerd zou worden voor twee verschillende MER's dan zouden beide MER's ongeveer gelijktijdig bij vaak dezelfde administraties terecht komen met mogelijke verwarring tot gevolg.

- De autoriteit bevoegd voor de beoordeling van de MER vereist voor de vergunning tot machtiging en bouw, zijnde BMM, heeft zich reeds expliciet akkoord verklaard met een geïntegreerde MER (Hiervoor verwijst C-Power naar de brief van BMM dd. 3/12/2002 waarin BMM stelt dat "De bouw, de exploitatie en de kabellegging kunnen wettelijk niet beschouwd worden als activiteiten van dezelfde aard (artikel 28 §5 van de wet ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België). Niettemin bevestigt de BMM met deze brief haar voorkeur om één enkel milieueffectenrapport van u te ontvangen, mits de afzonderlijke activiteiten duidelijk gescheiden worden behandeld")

Dit MER is opgesteld in overeenkomst met het Koninklijk Besluit 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.

In deze MER zullen de milieueffecten van een 3,6 MW turbine besproken worden doorheen alle hoofdstukken, en waar relevant een vergelijking worden gemaakt met de alternatieve inplanting. In een afzonderlijk hoofdstuk zullen de bijkomende effecten van een grotere turbine behandeld worden, in zover deze afwijken van de milieueffecten van een 3,6 MW turbine.

1.1.3 De initiatiefnemer en het college van deskundigen

1.1.3.1 Concessieaanvrager

Een concessie voor de bouw en exploiteren van een windenergiepark in de Belgische Kustwateren werd aangevraagd door C-Power nv. De maatschappelijke zetel van de naamloze vennootschap is gelegen te:

Scheldedijk 30
B-2070 Zwijndrecht

Tel. 03/250.55.51
Fax 03/250.55.52
E-mail: C-Power@C-Power.be
Website: www.C-Power.be

Contactpersoon: Dhr. Filip Martens, General Manager
Dhr. Filip Vercauteren, Project Manager

1.1.3.2 Consortium

Voor de realisatie van onderhavig project werd C-Power NV opgericht. Deze oprichting gebeurde in 1999 en werd voorafgegaan door een uitgebreid onderzoek van de Belgische markt om te komen tot een zo sterk mogelijk partnerschap. Bij het ontwerp, de bouw en de uitbating van een offshore windenergiepark dienen immers de ervaringen en verwezenlijkingen uit de onshore windenergie met die van de elektriciteitsdistributie en de offshore technologieën en bouwactiviteiten te worden geïntegreerd.

De partners die samen C-Power nv. opgericht hebben zijn:

INTERELECTRA is de grootste zuivere intercommunale van Vlaanderen voor de verdeling van elektriciteit, aardgas en kabel-TV.

Het windturbinepark van Zeebrugge werd in 1996 door deze maatschappij overgenomen en sindsdien werd het park volledig vernieuwd. Ook werden er inmiddels verschillende windturbine projecten in het Vlaamse binnenland gerealiseerd.

TURBOWINDS N.V. is een Belgisch bedrijf dat sinds 1985 actief is op het domein van de windenergie. Het bedrijf heeft wereldwijd meer dan 500 windturbines geplaatst en blijft ook vandaag verder investeren in onderzoek en ontwikkeling.

Turbowinds N.V. vervaardigt zelf windturbines tot 600 kW waarvan recent nog 14 eenheden geplaatst werden in Brugge.

DREDGING INTERNATIONAL N.V. (DEME groep) behoort tot de grootste baggerbedrijven ter wereld en beschikt, mede via haar zusterbedrijven, over het nodige materieel en de vereiste ervaring in die offshore activiteiten die voor de constructie van een windenergiepark in zee nodig zijn.

De aandeelhoudersstructuur is sinds de oprichting van C-Power nv verder geoptimaliseerd.

Vooreerst hebben de stichters in september 2000 de controle holding C-Power Holdco nv opgericht teneinde de onderlinge besluitvorming verder te versterken en met het oog op het verruimen van het actionariaat van C-Power nv.

Vervolgens werd, gelet op de vrijmaking van de elektriciteitsmarkt en de splitsing van de activiteiten energieproductie en –distributie, door de aandeelhouders van Interelectra geopteerd om het belang in C-Power Holdco onder te brengen in de specifieke energieparticipatiemaatschappij NUHMA N.V.

In oktober 2001 werden de oprichtende vennoten versterkt met twee bijkomende Belgische aandeelhouders: Ecotech Finance S.A. en Socofe S.A. dewelke integraal en op alle niveaus deel uitmaken van de C-Power structuren.

Ecotech Finance S.A. is de Milieuholding van de S.R.I.W., de investeringsmaatschappij van het Waals Gewest. Deze gespecialiseerde milieu-investeringsmaatschappij, heeft participaties in meer dan twintig bedrijven actief in de milieusector en heeft een eigen volstort vermogen van meer dan 77 miljoen Euro.

SOCOFE S.A. is de gespecialiseerde energie- en nuts participatie maatschappij opgericht door de belangrijkste Steden en Gemeenten en Intercommunales van het Waalse Gewest met een maatschappelijk kapitaal van meer dan 100 miljoen EURO.

Beide investeringsvennootschappen treden afzonderlijk naast elkaar en te gelijken dele, doch als gemeenschappelijk erkende aandeelhouderscategorie op, zowel op het niveau van de projectmaatschappij C-Power nv. als op het niveau van de controlemaatschappij C-Power Holdco N.V.

Eveneens hebben de aandeelhouders van Dredging International, gelet op het enorme marktpotentieel van investerings- en ontwikkelingsprojecten voor offshore windturbineparken in het binnen- en buitenland, geopteerd voor de oprichting binnen de DEME groep van een specifieke offshore windturbine investerings- en ontwikkelingsmaatschappij: de Power@Sea NV, dewelke mede als opbouw van referentie de participatie in de N.V. C-Power Holdco zal houden.

In de loop van 2003 is SIIF Energies toegetreden tot C-Power NV. Dit Franse bedrijf is één van de wereldleiders op het vlak van het ontwikkelen van hernieuwbare energieprojecten en het exploiteren van deze projecten na realisatie. SIIF Energies is zowel actief in de windenergie als in andere hernieuwbare energie sectoren.

1.1.3.3 *Experten*

<i>Discipline</i>	<i>Experten</i>
Project beschrijving	Ir Filip Vercauteren (C-Power), Dr. Ben De Mol (Ecolas NV)
Geologie, hydrologie	Dr. Ben De Mol, Dr. Ir. Renaat De Sutter (ECOLAS NV)
Lucht	Dr. Ir. Kris Devoldere (ECOLAS NV)
Sedimentologie en Bodem	Dr. Ben De Mol, Dr. Ir. Renaat De Sutter (ECOLAS NV)
Landschap, klimaat, GIS	Inge Leroy, Eva Goossens, Dr. Ben De Mol (ECOLAS NV), An Vanhulle (WES)
Geluid & vibraties	Ing. Patrick Pans, Ing. Ann Himpens (ECOLAS NV)
Mariene fauna en flora	Lic. Mieke Deconinck, Dr. Bart De Wachter (ECOLAS NV) medewerking van Departement voor zeevisserij (CLO)
Avifauna en Zeezoogdieren	Lic. Eric Stienen, Lic. Jeroen Van Waeyenberge (Institute for Nature Conservation)
Menselijke activiteiten	Dr. Bart De Wachter (ECOLAS NV)
Veiligheid	Dr. Bart De Wachter, Ir. Karen Callebaut (ECOLAS NV)
Risicoanalyse Scheepsvaartveiligheid	W. Braasch (Germanischer Lloyd), G. January (Germanischer Lloyd), Dr. Bart De Wachter (ECOLAS NV)
Alternatieven	Dr. Ben De Mol, Dr. Bart De Wachter (ECOLAS NV)
Olieverspreiding	Ir. Frank Kleissen (WL Delft Hydraulics)
RADAR	Prof. Emmanuel Van Lil (Katholieke Univ. Leuven, afd. ESAT/TELEMIC); Ir. Dave Trappeniers

De coördinatie van het milieueffectenrapport wordt uitgevoerd door Dr. Bart De Wachter, voor Ecolas NV, Lange Nieuwstraat 43, B-2000 Antwerpen.

1.1.4 Procedure verloop

De procedure voor het verkrijgen van een vergunning voor het installeren van een windmolen park op zee is schematisch weergegeven in Figuur 1.1.1 (BMM web site; 06/2003).

Figuur 1.1.1: Schematisch overzicht van de procedures tot het bekomen van vergunning (BMM website; 06/2003).

1.2 SITUERING EN JUSTIFICATIE VAN HET PROJECT

1.2.1 Beschrijving van de doelstellingen

1.2.1.1 *Algemene doelstellingen inzake hernieuwbare energie*

Het initiatief van C-Power nv. kadert in de verklaring van Kyoto, voortvloeiend in de Europese Richtlijn 2001/77/EG over de bevordering van hernieuwbare energie in de interne elektriciteitsmarkt. In deze richtlijn wordt de strategische doelstelling geformuleerd om tegen 2010 het equivalent van 12 % van de primaire energiebehoeften van de EU in te vullen op basis van hernieuwbare energievormen, alsmede het aandeel van elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen in het bruto-elektriciteitsverbruik tegen 2010 op te voeren tot 22 % voor de gehele Europese Unie. Voor wat België betreft ligt de doelstelling

voor het aandeel van elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen in het bruto-elektriciteitsverbruik tegen 2010 slechts op 6 %. Van alle hernieuwbare energievormen is wind momenteel de meest rendabele. De verwachte elektriciteitsproductie van enkel dit door C-Power voorgestelde offshore windturbinepark, kan reeds ongeveer 20 % à 30 % verwezenlijken van de nog te realiseren productie van hernieuwbare energie, teneinde de Belgische doelstelling tegen 2010 in te vullen.

Hoewel de investering van een offshore windmolenproject hoger is dan een inplanting op land en hoewel het onderhoud en de uitbating bijkomende moeilijkheden veroorzaken, heeft een inplanting in zee verschillende voordelen in vergelijking met een inplanting op land:

- Het windpotentieel is er veel hoger aangezien de zee een zeer kleine ruwheidcoëfficiënt heeft, de luchtdruk hoog is (gezien het lage absolute niveau) en er weinig turbulenties en obstakels zijn.
- Er kunnen grotere windturbines worden opgesteld dan op land omwille van de milieuvorschriften en de verwachte impact op het milieu.
- Gegroepeerde grootschalige windturbineparken op land zijn in België onwaarschijnlijk.
- De directe overlast voor de plaatselijke bewoners en menselijke activiteiten is veel beperkter op zee. Op die manier kan voor het dichtbevolkte België een offshore inplanting een alternatief zijn voor de installatie van windturbines op land en kan bijgevolg het grote windpotentieel in België toch geëxploiteerd worden.
- Er kunnen gecentraliseerde projecten worden uitgevoerd met grote productiecapaciteit, die het inzetten van grote offshore middelen rechtvaardigen.

De bouw van een offshore windturbinepark past ook in het kader van de doelstellingen van de Europese Gemeenschap en de Belgische regering om het aandeel van de duurzame energieproductie in de totale energieproductie te verhogen (bijv. 5^e Internationale Conferentie over de Bescherming van de Noordzee, Nilsen, e.a. 2002).

1.2.1.2 Doelstellingen van de initiatiefnemer

C-Power nv. heeft de intentie om in de Belgische Territoriale Wateren ter hoogte van de Thorntonbank een windenergiepark te bouwen met een totaal geïnstalleerd vermogen van minimum 216 MW, bestaande uit 60 turbines van 3,6 MW, en maximum 300 MW bestaande uit 60 turbines van 5 MW

De energieproductie per jaar wordt geraamd op 710 GWh (bij 216 MW), wat overeenkomt met het verbruik van ongeveer 188.000 gezinnen.

1.2.1.3 Motivatie van de locatiekeuze

Bij de afbakening van de aangevraagde concessies en de inplanting van de turbines werd er naast economische aspecten ook rekening gehouden te worden met fysische en andere randvoorwaarden.

- maximale waterdiepte van 20 à 25 meter
- minimale afstand van 2 km tot de Nederlandse grens
- minimale afstand van 500 meter tot kabels en pijpleidingen
- geen overlapping met de concessiezone van de NV BELMAGRI
- geen of minimale overlapping met de "zone voor het laten ontploffen van oorlogsmunitie en oefenmijnen beNE ankergebied Westhinder".
- compacte inplanting in functie van het intensief gebruik van de domeinconcessie (KB domeinconcessie – art. 14, 10°)

Op basis van deze randvoorwaarden heeft C-Power twee liggingen afgebakend waarvoor een domeinconcessie werd aangevraagd. Beide inplantingen zijn voorgesteld in onderstaande figuur.

Figuur 1.2.1: Algemene situering van de bekomen concessie (gesplitste inplanting) en het bestudeerde alternatief (gegroepeerde inplanting) van C-Power in de wateren onder Belgische rechtsbevoegdheid.

C-Power heeft een domeinconcessie bekomen voor de zogenaamde gesplitste inplanting op twee locaties ten westen (deelgebied A) en ten oosten (deelgebied B) van de Interconnector Gaspijpleiding en de Concerto South 1 telecommunicatiekabel. Beide deelgebieden dienen zowel technisch als financieel beschouwd te worden als zijnde één geheel.

De milieu effecten van de gegroepeerde of alternatieve inplanting worden besproken in het hoofdstuk Alternatieven.

1.2.1.4 Ruimtelijke situeren van het project

De bekomen domeinconcessie bestaat uit twee gebieden ten Westen (deelgebied A) en ten Oosten (deelgebied B) van de telecom kabel Concerto South1 en de interconnector gasleiding. Het spreekt voor zich dat ondanks deze opsplitsing, beide gebieden een technisch en economisch geheel vormen met één aanlandingskabel, één transformator en twee windmeetmasten. Het meest westelijk gelegen deelgebied (A) is opgebouwd uit 4 rijen van 6 turbines. Het oostelijke gelegen gebied (B) bestaat uit 6 rijen van 6 molens. Alle rijen hebben een WNW-OZO oriëntatie., loodrecht op de meest voorkomende windrichting. Het transformator platform is in deze configuratie voorzien aan de oostelijke rand van het A-deelgebied (westelijke deel). Door de opsplitsing in twee gebieden ontstaat er een tussenliggende zone met een minimale breedte van ongeveer 1 NM en blijft de oostzijde van het park ongeveer 1NM verwijderd van de Belgisch Nederlandse grens. In deze configuratie is het totale ingenomen oppervlakte door de concessieaanvraag 13,79 km².

Figuur 1.2.2: Gedetailleerde opstelling van de bekomen concessie

Voor deze opstelling werd de opbrengstberekening uitgevoerd aan de hand van metingen met meerdere meteo-stations, waarvan de data over een lange periode werden verwerkt en geëxtrapoleerd naar deze specifieke inplanting. Hierbij werd een evenwicht nagestreefd tussen enerzijds de optimale windenergetische opbrengst en anderzijds een zo intensief mogelijk gebruik van het gebied.

1.3 JURIDISCHE EN BELEIDSMATIGE RANDVOORWAARDEN

1.3.1 Juridische randvoorwaarden

1.3.1.1 Nationaal

Het Belgische mariene gebied (vanaf de gemiddelde laag laagwaterspringlijn; GLLWS) is federale bevoegdheid. Dat gebied wordt opgedeeld in de 12 mijlszone (of territoriale wateren); de 24-mijlszone (of de aansluitende zone) en de rest (exclusieve economische zone = Belgisch continentaal plat). Voor geen enkele van die drie zones bestaan er ruimtelijke structuurplannen of ontwikkelingsprogramma's. (Maes e.a. 2000; Maes & Cliquet 1997). Er bestaat evenmin een geïntegreerd beleid voor de kustzone. De kustzone vanaf de GLLWS landinwaarts is regionale (Vlaamse) bevoegdheid o.a. wat betreft milieubescherming. Dat heeft als gevolg dat het toepassingsgebied van dit MER zich beperkt tot de mariene zones (dus gerekend vanaf de gemiddelde laagwaterlijn). Hier wensen we er dan ook op te wijzen dat de afbakening van de milieueffecten van activiteiten niet noodzakelijk samenvalt met de bevoegdheidsgrenzen. Eventuele milieu-impact op land (onder Vlaamse bevoegdheid) wordt in principe dus niet behandeld in dit MER.

De activiteiten van burgerlijke bouwkunde, zoals het oprichten van windmolens, vallen onder de bepalingen van de wet ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België (20/01/1999, pub. 12 maart 1999) evenals het KB van 7 sept. 2003 (pub. 17 sept. 2003) met betrekking tot de procedure tot vergunning en machtiging van bepaalde activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België, en het KB van 9 sept. 2003 (pub. 17 sept. 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. Op federaal vlak is ook het KB van 21 maart 2002 (pub. 9 mei 2002) betreffende het leggen van elektrische kabels op het continentale plat onder de rechtsbevoegdheid van België van belang.

De wet ter bescherming van het mariene milieu bepaalt verscheidene principes die de verschillende gebruikers van de Belgische mariene wateren dienen in acht te nemen. Daartoe behoren de volgende internationaal erkende principes:

- het voorzorgsprincipe
- het preventieprincipe
- het principe van duurzaam beheer
- het vervuiler-betaalt-principe
- het saneringsprincipe

Die principes moeten bijgevolg in acht genomen worden tijdens de bouw, uitbating en ontmanteling van het windturbinepark alsook tijdens het uitvoeren van de werken en de bekabeling.

Op basis van de bovengenoemde wetten en besluiten is een machtiging vereist voor de bouw van het windturbinepark, voor de exploitatie van het park is een vergunning vereist. Er is eveneens een machtiging vereist voor de te leggen kabels en er is ook een machtiging vereist als er geulen moeten worden gegraven, evenals een vergunning voor de exploitatie van de kabels. Zoals eerder genoemd is een MER een essentieel onderdeel van de vergunningsaanvraag.

Van belang is ook de wet betreffende de exclusieve economische zone van België in de Noordzee van 22 april 1999 (publicatie 10/07/1999 die de Belgische jurisdictie uitbreidt buiten de territoriale wateren voor een aantal zaken op het vlak van milieu en milieubescherming, beheer en exploitatie van levende en niet-levende rijkdommen, en de productie van energie uit water, wind en stromen. Die wet is ook van toepassing op de te leggen kabels voor het windturbinepark en de wet van 13 juni 1969 betreffende het continentaal plat van België).

Ook het KB van 21 december 2001 betreffende de bescherming van de soorten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België is van belang.

Momenteel bestaan er voor het projectgebied geen nationale juridische beperkingen in de vorm van beperkte toegang of verhoogde milieubescherming (aangezien het volgens de wet ter bescherming van het mariene milieu mogelijk is om beschermde zeegebieden aan te duiden). Voor de volledigheid kan nog gesteld worden dat er momenteel een ontwerp van KB in opmaak is betreffende de aanduiding van bijkomende gebieden in het kader van de vogelrichtlijn. Deze voorgestelde gebieden liggen echter ver van de Thorntonbank.

Ten slotte is ook de wet betreffende de regulering van de elektriciteitsmarkt van 29 april 1999 van belang, waarin bepaald wordt dat concessies voor windenergieparken in Belgische mariene wateren kunnen worden verleend voor een periode van maximaal 30 jaar (art. 6), en het KB van 20 december 2000 betreffende de voorwaarden en procedures voor het verkrijgen van een concessie in de zeegebieden waar België zijn jurisdictie kan laten gelden. Artikel 7 van deze wet betreffende de organisatie van de elektriciteitsmarkt voorziet in het uitwerken van een ondersteunend systeem dat de elektriciteitsproductie op basis van hernieuwbare energiebronnen moet stimuleren. Ook het decreet van 17-7-2000, gewijzigd met het decreet van 31-12-02, houdende de organisatie van de elektriciteitsmarkt

en het uitvoeringsbesluit van 28-9-2001 inzake de bevordering van elektriciteitsopwekking uit hernieuwbare energiebronnen zijn van belang. Het decreet tot vrijmaking van de elektriciteitssector bevat in hoofdstuk VII specifieke maatregelen op het vlak van hernieuwbare energieproductie. Die maatregelen moeten milieuvriendelijke energieproductie aanmoedigen. Het besluit, voortvloeiend uit hoofdstuk VII van bovenvermeld decreet, regelt de modaliteiten in verband met het certificatiesysteem in Vlaanderen en in gebieden, vermeld in artikel 6 van de wet van 29-4-99.

1.3.1.2 *Internationaal*

Naast de hierboven beschreven nationale regelgeving zijn een aantal internationale verdragen en reglementeringen van belang. Zonder in detail te willen treden over de inhoud ervan, worden ze hieronder kort opgesomd.

Europese richtlijn 2001/77/EG van 27-9-2001 over de bevordering van hernieuwbare energie in de interne elektriciteitsmarkt, heeft als doel 12 % van het totaal primair energieverbruik uit hernieuwbare energiebronnen te onttrekken tegen 2010, alsmede het aandeel elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen in het bruto elektriciteitsverbruik tegen 2010 op te voeren tot 22 % voor de gehele unie. Voor wat België betreft ligt de doelstelling voor het aandeel van elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen op 6 %.

Het Zeerechtverdrag (1982)

COLREG inzake het voorkomen van aanvaringen (1972)

Het SOLAS-verdrag inzake veiligheid van mensenlevens op zee (1974/1978)

Internationale conventie inzake controle van aangroeiwerende systemen (2001)

Aanbeveling van het Europese Parlement en de Raad van 30 mei 2002 betreffende de uitvoering van Integrated Coastal Zone Management in Europa (2002/413/EC) en de mededeling van de commissie aan de Raad en het Europese Parlement over geïntegreerd kustzonebeheer: Een strategie voor Europa (COM(2000) 547 definitieve versie) van 27.09.2000

De Europese Richtlijn over de milieueffectenrapportering van bepaalde openbare en privé-projecten (COM85/337/EG) en de amendementen.

Vanuit het oogpunt van de natuurbescherming zijn volgende verdragen, overeenkomsten en reglementeringen van belang:

De Vijfde Internationale Conferentie over de Bescherming van de Noordzee, waarin de aanpak van het ecosysteem voor de verdere ontwikkeling van de Noordzee duidelijk naar voren wordt geschoven.

Het Protocol van Kyoto bij het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatverandering (UNFCCC) van 11 december 1997 om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. Een wereldwijde klimaatstrategie is overeengekomen in het kader van de United Nations Climate Convention (1992), en zijn implementaire in het Kyoto Protocol (1997). Hierin worden internationale afspraken gemaakt over de beperking van de emissie van broeikasgassen, ontstaan door verbranding van fossiele brandstoffen in het algemeen. Voor België betekent het Protocol van Kyoto een reductie van 7,5 % van de uitgestoten broeikasgassen in 2010 ten opzichte van 1990. In het rapport is er zelfs sprake van een reductie van 50 % tegen 2050 voor een aantal geïndustrialiseerde landen.

Het OSPAR-verdrag van 1992 voor de bescherming van het mariene milieu van de NO-Atlantische Oceaan (25/03/1998) dat de verdragen van Oslo (1972) en Parijs (1974) vervangt (OSPARCOM), evenals de Oskar-Richtlijnen voor kunstmatige riffen.

Het ESPOO-verdrag van 1991 over milieueffectenrapportering in een grensoverschrijdende context.

De EG-Vogelrichtlijn (79/409/EEG) en de EG-Habitatrichtlijn (92/43/EEG) ter bescherming van bedreigde vogelsoorten en hun natuurlijke leefmilieu. Vooral het feit dat het projectgebied onder de definitie van een zandbank valt ("*constant net onder het zeewateroppervlak*" (Natura 2000 Code 1110), wat geïnterpreteerd wordt als: "*Zandbanken in de kustwateren, permanent onder water. De waterdiepte ligt zelden meer dan 20 m onder de chartdatum*"). Dat betekent dat ze eventueel kan worden geklasseerd als een potentieel habitatrichtlijn gebied. Ter verduidelijking van de implicaties van de vogel en habitatrichtlijngebied wordt verder een korte bespreking gegeven.

DE VOGELRICHTLIJN

In 1979 werd door de Europese Commissie de Vogelrichtlijn uitgevaardigd (Richtlijn 79/409/EEG, 2 april 1979). Deze richtlijn voorziet in een bevordering van een betere bescherming van vogels in de Europese Gemeenschap en de instandhouding van alle natuurlijk in het wild levende vogelsoorten op het Europese grondgebied. Volgens Artikel 4 van de Vogelrichtlijn moeten in de leefgebieden van de soorten uit Bijlage I speciale beschermingsmaatregelen getroffen worden opdat deze soorten daar waar zij nu voorkomen, kunnen voortbestaan en zich kunnen voortplanten. Bovendien moet men ook de broed-, rui-, overwinterings- en rustplaatsen van enkele niet op Bijlage I voorkomende trekvogelsoorten beschermen. De lidstaten moeten de naar aantal en oppervlakte voor de instandhouding van deze soorten meest geschikte gebieden als speciale beschermingszones aanwijzen en beheren, waarbij rekening wordt gehouden met de bescherming die deze soorten behoeven (Art.4 lid 1). Deze soorten dienen ook door andere maatregelen beschermd te worden, zoals een verbod om op deze vogels te jagen of ze opzettelijk te verstoren (Art. 5).

Criteria die als basis dienden voor het opnemen van soorten in de Bijlage I zijn de volgende:

- soorten die dreigen uit te sterven,
- soorten die gevoelig zijn voor bepaalde wijzigingen van het leefgebied,
- soorten die als zeldzaam worden beschouwd omdat hun populatie klein is of omdat zij slechts plaatselijk voorkomen en
- andere soorten die omwille van specifieke kenmerken van hun leefgebied speciale aandacht verdienen.

De Belgische overheid heeft op tweeërlei wijze uitvoering gegeven aan de verplichtingen van de Vogelrichtlijn. Op de eerste plaats voorziet het Koninklijk Besluit KB van 21 december 2001 in de bescherming van soorten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België (Belgisch Staatsblad van 14 februari 2002). Naast deze algemene beschermingsmaatregelen (bescherming tegen verstoring, jacht etc.) hebben Lidstaten van de Europese Unie de verplichting om Speciale Beschermingszones die belangrijk zijn voor vogels af te bakenen en er een gepast beheer te voeren. Onlangs heeft de federale overheid drie Speciale Beschermingszones voor de Belgische mariene wateren voorgesteld tijdens een persconferentie, maar momenteel ontbreekt het nog aan een officiële beschrijving daarvan in het Belgisch Staatsblad. Deze gebieden bevatten 1) een gedeelte van westelijke kustbanken en Vlaamse Banken, 2) het centrale en westelijke gedeelte van de Wenduinebank inclusief de diepere wateren ten noorden van deze bank en 3) het westelijke deel van de Vlakte van de Raan (Figuur 1.3.1).

Sinds 1992 is voor de Vogelrichtlijngebieden het artikel 4, lid 4, eerste zin, van de Richtlijn 79/409/EEG, vervangen door het artikel 6 van de Richtlijn 92/43/EEG. In december 2000 heeft het Europees Hof van Justitie in een arrest tegen Frankrijk verklaard dat dit artikel 6 alleen kan worden toegepast op de 'officieel afgebakende' Vogelrichtlijngebieden, en dat 'de ten onrechte niet als Speciale Beschermingszone (SBZ) afgebakende zones onder het specifieke stelsel van artikel 4, lid 4, eerste zin, van de Vogelrichtlijn blijven vallen' (HOF VAN JUSTITIE- ARREST C-374/98, 2000).

In artikel 4, lid 4, eerste zin, van de Vogelrichtlijn 79/409/EEG wordt het volgende bepaald:

" De lidstaten nemen passende maatregelen om vervuiling en verslechtering van de woongebieden in de beschermingszones te voorkomen, alsmede om te voorkomen dat de vogels aldaar worden gestoord, voor zover deze vervuiling, verslechtering en storing, gelet op de doelstellingen van dit artikel, van wezenlijke invloed zijn ".

Artikel 4.4 van de Richtlijn 79/409/EEG is veel strenger dan artikel 6 van de Richtlijn 92/43/EEG en verbiedt elk werk of ontwikkeling dat negatieve gevolgen kan hebben, terwijl artikel 6 ontwikkeling toelaat indien dwingend en hoog maatschappelijk belang kan aangetoond worden. Het Europees Hof stond erop dat enkel artikel 4 hier kon gelden en argumenteerde haar vonnis door te stellen dat dit de enige manier is om te voorkomen dat Lidstaten gebieden niet zouden aanduiden als Speciale Beschermingszones met het oog om deze toch te kunnen ontwikkelen (HOF VAN JUSTITIE- ARREST C-374/98, 2000). Deze rechtsspraak geeft dus volledige bescherming aan alle gebieden die aan de criteria van de Vogelrichtlijn voldoen maar niet als Vogelrichtlijngebied werden aangeduid.

Figuur 1.3.1: Voorgestelde vogelrichtlijngebieden, en habitatrichtlijngebied en Ramsar gebied in de Belgische mariene wateren.

DE HABITATRICHTLIJN

In 1992 werd door de Europese Commissie de Habitatrichtlijn uitgevaardigd (Richtlijn 92/43/EEG, 21 mei 1992). Deze Richtlijn bevat een Bijlage met belangrijke habitats (waaronder zandbanken), en een Bijlage met belangrijke soorten (zonder de vogels) die in de Europese Gemeenschap beschermd moeten worden. Eén van de middelen om deze soorten en habitats efficiënt te beschermen, is het aanduiden van Speciale Beschermingszones (of SAC's).

In de Wet ter bescherming van het mariene milieu onder de rechtsbevoegdheid van België (Wet van 20 januari 1999, Belgisch Staatsblad van 12 maart 1999) wordt gespecificeerd dat de koning beschermde mariene gebieden kan instellen, waaronder speciale beschermingszones bestemd voor de instandhouding van zekere mariene habitats. België stelde in 1996 het zeegebied Trapegeer-Stroombank voor als habitatrichtlijngebied. Dit gebied strekt zich uit van Oostende tot de grens met Frankrijk, van de laagwaterlijn tot 3 mijl in zee (Figuur 1.3.1).

Vanuit het standpunt van dit soort projecten is het interessant om het artikel 6.3 en 6.4 van de habitatrichtlijn aan te halen:

6.3. Voor elk plan of project dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van het gebied, maar afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor zo'n gebied, wordt een passende beoordeling gemaakt van de gevolgen voor het gebied, rekening houdend met de instandhoudingdoelstellingen van dat gebied. Gelet op de conclusies van de beoordeling van de gevolgen voor het gebied en onder voorbehoud van het bepaalde in lid 4, geven de bevoegde nationale instanties slechts toestemming voor dat plan of project nadat zij de zekerheid hebben verkregen dat het de natuurlijke kenmerken van het betrokken gebied niet zal aantasten en nadat zij in voorkomend geval inspraakmogelijkheden hebben geboden.

6.4. Indien een plan of project, ondanks negatieve conclusies van de beoordeling van de gevolgen voor het gebied, bij ontstentenis van alternatieve oplossingen, om dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard, toch moet worden gerealiseerd, neemt de Lidstaat alle nodige compenserende maatregelen om te waarborgen dat de algehele samenhang van Natura 2000 bewaard blijft. De Lidstaat stelt de Commissie op de hoogte van de genomen compenserende maatregelen.

Wanneer het betrokken gebied een gebied met een prioritair type natuurlijke habitat en/of een prioritaire soort is, kunnen alleen argumenten die verband houden met de menselijke gezondheid, de openbare veiligheid of met voor het milieu wezenlijke gunstige effecten dan wel, na advies van de Commissie, andere dwingende redenen van groot openbaar belang worden aangevoerd.

NATURA-2000 NETWERK

Het Habitatrichtlijngebied en de (toekomstige) Vogelrichtlijngebieden zullen in de nabije toekomst een ecologische netwerk gaan vormen: het NATURA 2000 netwerk. Dit is een netwerk van gebieden met soorten en/of habitats van communautair belang, en zal de ruggengraat vormen van het Europese milieubeleid m.b.t. beschermde gebieden. Het beheer van deze beschermde gebieden moet het behoud en herstel van de habitats en soorten garanderen, en moet, indien mogelijk, rekening houden met socio-economische factoren.

Het RAMSAR-verdrag (1971-1975) over internationaal belangrijke watergebieden voor vogels en de bescherming van die gebieden (beperkt tot op een diepte van 6 m).

Het Verdrag inzake Biodiversiteit van Rio de Janeiro door België ondertekend en goedgekeurd (11/05/1995, gepubliceerd 2/04/1997).

Het Verdrag van Bonn (1979) inzake bescherming van trekkende (wilde) soorten en de verwante ASCOBANS-overeenkomst (1992) ter bescherming van kleine walvisachtigen.

Het Verdrag van Bern (1979) inzake behoud van wilde dieren en planten en hun natuurlijke leefmilieu.

Hoofdstuk 17 van Agenda 21 met betrekking tot de bescherming van zee- en kustgebieden.

Van minder direct belang zijn de volgende conventies, verdragen en regels ingeval van een ongeval tijdens het project met een van de gebruikte vaartuigen, of wanneer een ander vaartuig op een obstakel van het windturbinepark botst of strandt.

Het OPRC (1990) omtrent het paraat zijn, de samenwerking en de bestrijding van olievervuiling.

Het MARPOL 73/78 -Verdrag en de bijlagen I (olie) en V (scheepsvuils) ter voorkoming van verontreiniging. Voor bijlage I en bijlage V is de Noordzee een "Speciale Zone".

De internationale conventies omtrent burgerlijke aansprakelijkheid inzake schade door vervuiling met olie (International Conventions on Civil Liability for Oil Pollution Damage ook gekend als CLC 1969 en CLC 1992) omtrent de verplichte verzekering van de tankereigenaar.

De internationale conventies voor de oprichting van een Internationaal Fonds voor de Compensatie van Olievervuilingsschade (IOPC Fund 1971 en 1992) ter aanvulling van de CLC1969 en CLC 1992.

De Internationale conventie omtrent de burgerlijke aansprakelijkheid van vervuilingsschade door bunkerolie (maart 2001). Die conventie is echter nog niet van kracht.

Het Akkoord van Bonn (1983) tussen de Noordzeestaten en de EG inzake wederzijdse hulp en samenwerking in bestrijding van (olie)vervuiling, en bewaking en controle ter voorkoming van overtreding van reglementen ter bescherming en bestrijding van pollutie.

1.3.2 Beleidsmatige randvoorwaarden

1.3.2.1 Doelstellingen voor Europa

De vooruitzichten voor ontginning en gebruik van de huidige energievormen en de steeds stijgende vraag naar energie leiden tot een Europees beleid dat enerzijds gericht is op een reductie van het energieverbruik en anderzijds op een streven naar het gebruik van nieuwe duurzame energievormen. De redenen daarvoor zijn velerlei, maar enkele belangrijke zijn:

- De Europese Unie streeft ernaar zoveel mogelijk zelf in te staan voor haar energievoorziening en bijgevolg zoveel mogelijk onafhankelijk te zijn van de buitenlandse energiemarkt. Op dit ogenblik is de Unie sterk gebonden aan de markt buiten de Unie voor haar huidige energievoorziening. De Conferentie van Rio van 1992 heeft de aanzet gegeven tot een duurzame ontwikkeling met als doel een betere verdeling van de bronnen (sociale billijkheid) en een levenskwaliteit die schade toebrengt noch aan het milieu noch aan de toekomst van de volgende generaties. De zwakke punten van fossiele brandstoffen evenals de problemen met kernenergie die aan het licht zijn gekomen, noodzaken tot een waardering van andere en nieuwe energievormen.
- De Europese Unie wil andere vormen van energie aanwenden om het broeikaseffect tegen te gaan. In 1997 heeft het Protocol van Kyoto zich voor 2008-2012 het volgende doel gesteld: een wereldwijde beperking van de uitstoot van broeikasgassen met 5,3 % in vergelijking met de uitstoten van 1990 (het basis- of referentiejaar). Voor Europa komt dat neer op een reductie van 8 % tegen 2012. Overeenkomstig de Europese Richtlijn van december 2000 betreffende de bevordering van elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen op de interne Europese elektriciteitsmarkt, die goedgekeurd werd door het Europees Parlement en de Europese Raad, moet de productie van elektriciteit van hernieuwbare oorsprong, die in 1997 14 % van de totale productie vertegenwoordigde, in 2010 22 % bedragen (grote waterkrachtcentrales inbegrepen).

Beide doelstellingen hebben geleid tot de wens en noodzaak om duurzame energievormen te ontwikkelen. De Europese Unie heeft hiertoe doelstellingen opgesteld waaraan haar lidstaten dienen te voldoen. In functie van de mogelijkheden waarover de individuele lidstaten beschikken, zijn vervolgens nationale doelstellingen opgesteld om aan die Europese vraag te beantwoorden.

Het is ook van belang om de doelstellingen van de Europese Unie te vermelden voor een geïntegreerd kustzonebeheer, de bescherming van de (zee)biodiversiteit en de reductie van de zeevervuiling.

De recente mededelingen van de EG met betrekking tot het geïntegreerd kustzonebeheer (COM(2000) 547 en COM(2000) 545) wijzen op het belang van een aantal principes (breed perspectief op lange termijn, het plaatselijke perspectief, het werken met natuurlijke processen, de betrokkenheid van alle partners, actoren en besturen, en de correcte mix van instrumenten) waarmee rekening gehouden moet worden bij het beheer en de ontwikkeling van de kustzone. De principes van duurzame ontwikkeling zijn hier bijgevolg eveneens van belang.

Inspanningen om de zeebiodiversiteit te verhogen of minstens te beschermen, zijn aan de gang en dienen in aanmerking genomen te worden voor het voorliggende project. De beleidsvisies met betrekking tot zeevervuiling zijn duidelijk geformuleerd in een aantal officiële overeenkomsten, zoals OSPAR of de 5^e Noordzeeconferentie.

1.3.2.2 Doelstellingen voor België en Vlaanderen

Op basis van het protocol van Kyoto moet ook België zijn broeikasgasemissie reduceren. De totale uitstoot van broeikasgas moet in België in 2012 7,5 % lager liggen dan de uitstoot in het basisjaar 1990.

Met betrekking tot de hernieuwbare energie heeft België volgende doelstellingen aangenomen. De Belgische energievoorziening moet in 2010 voor 6 % bestaan uit hernieuwbare energie.

België heeft een studie laten uitvoeren om na te gaan hoe het in de toekomst in zijn energie zal voorzien. Die evaluatie is gemaakt door de Commissie voor de "Analyse van de Middelen voor Productie van Elektriciteit en de Revaluatie van de Energievectoren" (AMPERE-rapport door Pauwels e.a. 2000). Ze was belast met het formuleren van aanbevelingen en voorstellen inzake de toekomstige keuzen op het vlak van elektriciteitsproductie, opdat die zouden overeenstemmen met de noden van de samenleving, de economie en het milieu van de éénentwintigste eeuw.

Voor wat hernieuwbare energie betreft, beschrijft de conclusie van het rapport dat "voor de termijn 2020 enkel windenergie en biomassa een relevante bijdrage kunnen leveren in de Belgische elektriciteitsproductie. In het beste geval zouden wind en biomassa samen tot ca. 10 % van de Belgische elektriciteitsproductie kunnen leveren, op basis van 80 TWh (1998)". Zowel grote projecten op land als in zee moeten worden ontwikkeld om de ambitieuze doelstellingen te behalen (Pauwels e.a. 2000). Verder maakt het rapport een beschrijving van de verschillende andere, maar op dit ogenblik beperkte, mogelijkheden van hernieuwbare energie in België.

De Belgische doelstelling houdt in dat tegen 2010 6 % van het elektriciteitsverbruik moet komen uit een hernieuwbare energiebron. Dat komt overeen met een energieproductie van $\pm 4,8$ TWh/jaar. Die doelstellingen worden vervolgens omgezet in regionale doelstellingen. Het Vlaamse Gewest heeft in het Elektriciteitsdecreet van 17 juli 2000 een systeem van groenestroomcertificaten opgenomen dat gestart is op 1 januari 2002. Dit verplicht de elektriciteitsleveranciers om een gedeelte van de geleverde stroom in te vullen met groene stroom. Dit percentage stijgt jaarlijks en zal oplopen van 1,2 % in 2004 tot 6 % in 2011. Een leverancier kan aan die verplichting voldoen door zelf groene stroom te produceren of door groenestroomcertificaten aan te kopen op de markt. Zij zullen jaarlijks groenestroomcertificaten moeten voorleggen, en dit voor het opgelegde minimum percentage van hun leveringen. Deze zijn vastgelegd op 0,8 % voor het jaar 2003; 1,2 % voor het jaar 2004 en voor de jaren 2005 tot 2011 telkens vermenigvuldigd met een groefactor, teneinde in 2011 6 % te bereiken (Staatsblad 31/12/2002 pagina 59145).

Recent is daarbij ook de beslissing genomen om op relatief korte termijn, 2014-2025, het nucleaire energiepark af te bouwen. Dat betekent dat een bijkomende druk zal ontstaan om hernieuwbare energiebronnen te gebruiken voor elektriciteitsproductie om een te groot conflict met de Kyoto doelstellingen te voorkomen.

Naast de doelstellingen betreffende de energieproductie en -consumptie, en de doelstelling inzake de uitstoot van broeikasgas en klimaatveranderingen dienen ook andere beleidsdoelstellingen gecontroleerd te worden. Vooral de Belgische of Vlaamse beleidsdoelstellingen inzake geïntegreerd kustzonebeleid en zeevervuiling lijken hier relevant. De ontwikkeling van een centrum voor geïntegreerd kustzonebeheer evenals de evolutie van en het debat over de installatie van beschermde zeegebieden zijn in deze context relevant. Even belangrijk zijn de intrinsieke beleidsdoelstellingen in het kader van internationale overeenkomsten (zie hierboven) die moeten worden omgezet in nationaal of plaatselijk beleid.

HET AANDEEL VAN DE GELEVERDE ENERGIE DOOR C-POWER IN DE FEDERALE VERPLICHTING

In België werd er in 2001 een totaal volume van 80 TWh verbruikt. Indien we rekening houden met de inspanningen op vlak van rationeel energiegebruik, stelt C-Power als prognose voor dat de komende jaren geen stijging van de hoeveelheid gevraagde elektriciteit meer zal optreden.

Indien er een aandeel van 6 % van de totale elektriciteitslevering in België uit hernieuwbare energiebronnen moet worden onttrokken tegen 2010, dan betekent dat een totaal volume van 4 800 GWh per jaar.

Gezien er reeds 2 % van de elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen wordt onttrokken, dient er tegen 2010 nog 4 % ingevuld te worden of 3 200 GWh (cijfers CREG – 2002).

Rekening houdende met de termijn, noodzakelijk voor het bekomen van alle vergunningen en de ontwikkelingen binnen de markt aangaande het maximaal ontwikkelbaar vermogen per eenheid, bestaat er een reële kans dat er, op het moment dat C-Power al zijn bestellingen kan plaatsen, grotere turbines op de markt te verkrijgen zijn. Een realistische inschatting van de technologische ontwikkelingen in deze zou een mogelijke commerciële beschikbaarheid van eenheden tot 5 MW voor een specifieke offshore toepassing kunnen mogelijk achten.

Het totale parkvermogen zou met de aangevraagde 60 eenheden aldus een totaal geïnstalleerd vermogen van 216 MW vertegenwoordigen voor de 3,6 MW turbines en kan 300 MW bedragen voor een 5 MW windturbine. De verwachte producties van deze configuraties zoals door C-Power berekend, mag redelijkerwijze ingeschat worden op 710 tot bijna 1000 GWh, wat ongeveer overeenkomt op het realiseren van 22 à 31 % van de nog in te vullen hernieuwbare energieproductie van de totale doelstelling voor ons land tegen 2010.

2 PROJECTBESCHRIJVING

2.1 BESCHRIJVING VAN DE OFF-SHORE KABELS

C-Power nv heeft de intentie om in de Mariene Wateren met Belgische rechtsbevoegdheid ter hoogte van de Thorntonbank een windenergiepark te bouwen en deze gewonnen energie aan te sluiten op het elektriciteitsnet.

Teneinde het transport van de elektrische energie naar het transportnet mogelijk te maken, dienen er zowel kabels tussen de windturbines en het transformatorplatform aangelegd te worden (36 kV netwerk) als tussen de transformator en de kust (150 kV kabels).

Voor wat betreft de activiteiten gerelateerd aan de off-shore kabel dient onderscheid te worden gemaakt tussen drie fasen:

- Het leggen van de offshore kabels
- De exploitatie en het onderhoud van de offshore kabels
- De buiten gebruik stelling van de offshore kabels

Wat betreft de offshore kabels zelf dient er onderscheid gemaakt te worden in

- Een 36 kV kabelnetwerk tussen de turbines onderling in clusters van 6 turbines verbonden met het offshore transformator platform
- Twee 150 kV aanlandingskabels tussen het offshore transformatorplatform en het koppelingspunt aan land. Beide kabels lopen parallel met elkaar in één zogenaamd kabeltracé.

(zie ook 2.3.4 Bekabeling en netkoppeling hieronder).

2.1.1 Het leggen van de offshore kabels

2.1.1.1 150 kV kabels

ALGEMEEN

Teneinde het transport van de elektrische energie naar het transportnet mogelijk te maken, wordt er een onderzeese kabel voorzien tussen het windturbinepark en de aansluiting op land. De aansluiting van deze kabel op land is voorzien in Oostende. In zee wordt deze kabel aangesloten op het transformatorplatform. Dit transformatorplatform is ingepland binnen de omtrek van het windturbinepark. In het transformatorplatform worden de verschillende elektrische netwerkkabels afkomstig van de windturbines aangesloten en opgevoerd naar de aansluitspanning van het Belgische netwerk voor transmissie van elektriciteit (150 kV).

Het kabeltracé omvat twee 150 kV kabels dewelke parallel van elkaar worden gelegd. Er zijn verschillende redenen waarom er geopteerd wordt voor twee parallelle kabels;

- capaciteit van de kabels: het transport van minimum 216 en maximum 300 MW vereist technisch gezien twee 150 kV kabels. In theorie is het mogelijk het volledige vermogen met één kabel aan land te brengen, doch hierdoor zou de kabel dermate grote dimensies hebben dat dit project zowel technisch als economisch niet meer haalbaar zou zijn.
- verzekeringstechnisch: in functie van de verzekeraarbaarheid van het project vereisen verzekeringsmaatschappijen een noodoplossing voor het aan land brengen van de elektriciteit in

het geval er met de kabel iets zou gebeuren. Zeker een "loss of revenu" verzekering vereist een tweede kabel. Vandaar dat C-Power opteert voor twee parallelle kabels die elk ongeveer 50% van de maximale productie aan land kan brengen. Doordat het windmolenpark niet steeds op volle capaciteit elektriciteit genereert impliceert dit dat elke kabel ongeveer 80% van de totale jaarlijkse productie aan land kan brengen, wat voor de verzekeraars een voldoende veiligheid is om een "loss of revenu" verzekering te kunnen aanbieden.

- Veiligheid: de kans dat twee kabels worden beschadigd of stuk gaan is zeer beperkt. Eén van de voornaamste risico's is een beschadiging van de kabels door de scheepvaart, voornamelijk door slepende ankers. Vandaar dat C-Power beide kabels op meer dan de wettelijk vereiste 50 meter van elkaar wenst te leggen, zijnde op 100 meter uit elkaar buiten de vaargeulen en op 500 meter uit elkaar in de vaargeul 1.

Voor een technische beschrijving van deze kabels wordt verwezen naar bijlage 3. In deze driefasige kabels is een glasvezel kabel ingebouwd voor de remote control van het windenergiepark.

UIT TE VOEREN AANLEG ACTIVITEITEN

Gezien de grote lengte van de kabels en het hoge specifieke gewicht van de kabel per lopende meter, is een speciaal uitgerust kabellegschip vereist voor de installatie van beide 150 kV kabels. Dit schip zal de kabel ophalen op de fabricageplaats van de kabel vanwaar de kabel onmiddellijk naar het aanlandingspunt vertrekt.

De kabel wordt vanaf de -4 meter waterlijn aan land gebracht door middel van een gestuurde boring waardoor de kabel aan land wordt gebracht en verbonden met de landkabel. De bespreking hiervan valt buiten deze vergunningsaanvraag. Van zodra de kabel over een voldoende lengte doorheen de gestuurde boring is getrokken start het effectieve leggen van de kabel zeewaarts.

Over het ganse traject wordt de kabel op twee meter onder de zeebodem gelegd, behalve ter hoogte van de kruising met vaargeul 1 waar de kabel vier meter diep wordt gelegd. Verschillende technologieën komen in aanmerking voor het leggen van de kabel:

- Jetting: In de zeebodem wordt met een hoge druk water straal een beperkte sleuf gemaakt waardoor de bodem ter plaatse gefluïdiseerd wordt door hoge druk water stralen. De druk hiervan wordt geregeld in functie van de bodemkenmerken. Onder zijn eigen gewicht zakt de kabel onmiddellijk tot op de vereiste diepte in de sleuf, zijnde twee meter diep (buiten de vaargeul). Door de natuurlijke stroming en turbulentie sluit deze sleuf zich op heel korte tijd na het leggen. Deze techniek veroorzaakt een zeer lokale en tijdelijke verstoring van de bodem met een verhoogde turbiditeit tot gevolg. Deze techniek is toepasbaar tot maximaal 3 meter diepte, afhankelijk van de bodemgesteldheid.
- Ploegen: Deze techniek bestaat uit een ploeg dewelke achter het kabellegschip wordt bevestigd en de bodem open ploegt tot op de vereiste diepte. De kabel wordt afgerold in de aldus ontstane sleuf dewelke zich op een natuurlijke wijze op korte tijd terug sluit door de natuurlijke stroming en getijde werking. De maximaal toepasbare diepte bedraagt ongeveer 3 meter.
- Injectoren: Injectoren zijn een gecombineerde technologie van jetting en ploegen. Een grote ploeg is uitgerust met hoge druk spuitkoppen dewelke zowel voor als onder de ploeg de bodem los woelen waardoor er zich een gleuf achter de ploeg vormt. Door de combinatie van beide technologieën zijn grotere dieptes haalbaar, in functie van de bodemkenmerken zelfs tot 8 meter diepte. Ook hier sluit de sleuf zich op korte termijn op een natuurlijke wijze. De diepte is instelbaar langsheen het traject.

Baggeren + jetting of ploegen: Aangezien de haalbare diepte van de klassieke jetting en ploeg methodes gelimiteerd is tot een maximale diepte van ongeveer 3 meter is een combinatie van een voorgebaggerde sleuf met één van deze technieken vereist om een minimale diepte van 4 in de vaargeul 1 te kunnen garanderen als alternatief voor injectoren. In de veronderstelling dat

een voorgebaggerde sleuf van 1 meter diepte over een breedte van 5 meter als voorbereiding dient uitgebaggerd te worden dan vertegenwoordigt dit een grondverzet van 11 m³ per lopende meter (rekening houdende met een taludhelling van 1/6). Voor de kruising van de Vaargeul 1 zou dit een grondverzet van 11.000 m³ zijn voor een totale lengte van 1.000 meter. De exacte hoeveelheden kunnen slechts berekend worden op basis van lokale bodemkenmerken en hydrografisch onderzoek. In vergelijking met het natuurlijke sedimenttransport en de te baggeren volumes in de vaargeulen om te toegang tot de havens te verzekeren zijn dit echter te verwaarloosbare hoeveelheden. De huidige generatie van grote baggerschepen kunnen 20.000 tot 30.000 m³ baggeren per trip. Gezien de beperkte diepte kan ook hier aangenomen worden dat deze voorgebaggerde geul zich snel zal sluiten van zodra het kabellegschip zijn kabel zal gelegd hebben in deze sleuf. De weggebaggerde hoeveelheid zou gedurende enkele uren gestockeerd kunnen blijven in het baggerschip en kunnen gebruikt worden ter aanvulling van de ontstane sleuf na het kabelleggen.

Gezien er op dit moment nog geen gedetailleerd grondonderzoek is uitgevoerd langsheen het ganse traject en aangezien het beschikbare materieel nog niet gekend is dewelke het werk zal uitvoeren, is het voor C-Power onmogelijk om nu reeds een exacte beschrijving te geven van welke technologie er gehanteerd zal worden. De meest waarschijnlijke methode is ploegen of jetten buiten de vaargeulen en een combinatie van baggeren + ploegen of jetten in de vaargeul.

BESCHRIJVING TRACÉ (PLAN BIJGEVOEGD IN BIJLAGE 3)

Algemeen kan er gesteld worden dat het kabeltracé een zo kort mogelijke verbinding maakt tussen de transformator en de plaats vanwaar de gestuurde boring wordt uitgevoerd. Aangezien het kabeltracé op deze weg ook een aantal andere gebruikers kruist, wordt er op sommige plaatsen afgeweken van de kortst mogelijke verbinding.

Hierna volgt een systematische beschrijving van het tracé en de invloed van deze kabels op de andere gebruikers, vertrekkende vanaf het transformatorplatform.

Invloed op de zandwinning

Aangezien het kabeltracé vertrekt vanaf het transformatorplatform, dewelke gelegen is in de gereduceerde concessiezone 1 voor zandwinning, loopt deze kabel onvermijdelijk over een beperkte afstand doorheen de (gereduceerde) concessiezone 1 voor zandwinning.

C-Power hanteert 250 meter afstand tot de individuele zandconcessie van Belmagri NV. Doordat deze zandconcessie in het Westen overlapt met de militaire zone voor mijnenbestrijding, dient deze kabels een traject te volgen dewelke ten Oosten loopt van de zandwinzone van Belmagri. In het geval er een toelating zou bekomen worden om doorheen de individuele zandconcessie van de NV Belmagri de 150 kV kabels aan te leggen dan zou het kabeltracé met ongeveer 1.105 meter verkorten, doch hiermee wordt geen rekening gehouden in deze aanvraag.

Het kruisen van de vaargeulen

Het tracé voorziet vooreerst de dwarse kruising met de scheepvaart aanlooproutes 'vaargeul 1' en aanloop 'boei A1 naar S1-2'. Wat betreft het kruisen van de vaargeulen wenst C-Power zich te conformeren aan de veiligheidsvoorschriften zoals beschreven in bijlage 2.1.2. van het KB over het leggen van offshore kabels, dwz. dat voor de kruising met de zeevaartroutes de diepte bepaald wordt in functie van de bestaande en toekomstige toestand. Twee vaargeulen dienen gekruist te worden:

- Vaargeul 1: Deze heeft momenteel een breedte van ongeveer 600 meter en een onderhouden diepte van 15,9 meter. Volgens de bevoegde autoriteiten dient er rekening gehouden te worden

met een toekomstige verbreding tot 1.000 meter en een verdieping tot 22 meter. Het gekozen tracé loopt doorheen een zone met een natuurlijke diepte van 21 à 22 meter waardoor de kabel ter hoogte van de vaargeul op deze plaats met behulp van klassieke jetting of ploeg technieken kan gelegd worden op een diepte van ongeveer –4 meter waardoor deze niet meer zouden beschadigd worden door moderne ankers. In deze zone van 1.000 meter worden de kabels ook op 500 meter van elkaar gelegd om de kans op een gelijktijdige beschadiging te minimaliseren.

- Aanloop tot het Scheur: Deze aanloop wordt gebruikt door vooral kleinere schepen met een meer beperkte diepgang. Het onderhouden stuk vaargeul heeft een diepte van 14,3 meter. Ter hoogte van de kruising van de vaargeul bedraagt de natuurlijke diepte ongeveer 15 meter. Het tracé is aldus gekozen dat de afstand tot het onderhouden gedeelte van de vaargeul (ten oosten van het geplande tracé) groot genoeg is om hinder te vermijden. Gezien er voor deze vaargeul geen uitbreidings- of verdieplingsplannen bestaan is een diepte van 2 meter voldoende volgens de bevoegde autoriteiten.

Figuur 2.1.1: Schematische voorstelling van de kabelpositionering in de vaargeulen.

Special protection Area – SPA

De Minister van leefmilieu heeft in 2002 drie Speciale Beschermingszones voor de Belgische Mariene wateren voorgesteld (SPA's) maar momenteel ontbreekt het nog aan een officiële beschrijving hiervan. Deze gebieden werden aangeduid vanwege hun grote concentratie aan zeevogels.

Het leggen van kabels is op zich een verstorende activiteit voor zeevogels, doch zeer tijdelijk en lokaal en beperkt tot het voorbijvaren van het kabellegschip. Eens de kabel aangelegd is er geen invloed meer op zeevogels.

Niettemin heeft C-Power geopteerd om het SPA niet te doorkruisen en de kabel ten oosten van het centrale SPA aan te leggen.

Bundeling van infrastructuur – PEC kabel

Om de hinder voor andere gebruikers maximaal te beperken opteert C-Power voor een maximale bundeling van infrastructuur. Vandaar dat C-Power opteert om het tracé van de PEC telecomleiding maximaal te volgen en dit mits het respecteren van een onderlinge afstand van 500 meter. Gezien de nabijheid van de militaire oefenzone voor mijnenbestrijdingsschepen dienen de C-Power kabels aangelegd worden ten westen van de PEC kabel.

Invloed op de visserij

C-Power beoogt een zo goed mogelijk nabuurschap met alle andere gebruikers van de zee. Vandaar dat C-Power ook voor het kabeltracé een route heeft uitgekozen met een minimale invloed op de visserij. Hoewel het voorgestelde kabeltracé ten westen van de oefenzone voor mijnenbestrijdingsschepen een tweetal kilometer langer is dan een tracé ten oosten hiervan opteert C-Power voor de Westelijke route aangezien hierdoor de invloed op de visserij beperkter is. Hierdoor wordt een doorkruising van de Wenduinebank vermeden.

Oefenzone Mijnenbestrijdingsschepen – NBH 10 (Wenduine)

Het kabeltracé loopt in de nabijheid van de militaire oefenzone voor mijnenbestrijdingsschepen NBH 10 (Wenduine). Het kabeltracé is aldus gekozen dat steeds een minimale veiligheidszone van 500 meter tot deze oefenzone wordt gerespecteerd.

Kruising van kabels en pijpleidingen

Wat betreft de kruising van pijpleidingen en kabels heeft C-Power naast de bepalingen van het KB ook rekening gehouden met de "ICPC Recommendation – Criteria to be applied to proposed crossings between submarine telecommunication cables and pipelines/power cables". Het principe van de kruising is steeds dezelfde:

- de bestaande gasleiding of kabel wordt beschermd over een lengte van 50 meter met een 10 meter brede beschermingsmat van milieuvriendelijk materiaal.
- de C-Power kabel wordt ter hoogte van de kruising niet ingejet maar gewoon aan de oppervlakte over de beschermingsmat heen gelegd.
- De C-Power kabel wordt beschermd door middel van een laag van erosiebescherming van ongeveer 1m hoog, zijnde natuurlijke breuksteen en dit over de ganse lengte waar de kabel niet op een diepte van 2 meter is ingegraven (ongeveer 50 meter) en over een breedte van 10 meter.

De PEC kabel dient te worden gekruist door de twee 150 kV kabels. Hiervoor dienen twee beschermingsmatten van 10 bij 50 meter aangelegd te worden en dienen de twee 150 kV kabels nadien beschermd te worden met twee maal een steenbestorting van ongeveer 10 meter bij 50 meter. Afhankelijk van de werkelijke diepte van de kabels en/of gasleiding zou het nodig kunnen blijken om een metalen ondersteuningsstructuur te installeren om een voldoende afstand tussen de elektriciteitskabel en de kabels of pijpleiding te garanderen. Dit is echter een beperkt lokale structuur met enkel een ondersteuningsfunctie. Deze zal enkel aangebracht worden indien detailonderzoek de noodzaak hiervan aantoonst.

Figuur 2.1.2: Schematische voorstelling van de kruising van de elektriciteitskabels met de PEC kabel.

Aanlanding en aansluiting met de landkabels

Vanaf ongeveer de -4m waterlijn zullen de kabels middels een gestuurde boring diep onder de duinkruin ter hoogte van de Godschalkstraat op het grondgebied van de Stad Oostende aanlanden. Vervolgens wordt voorgesteld het kabeltracé langsheen de Gewestweg te laten lopen, de fortstraat en de ankerstraat, om tenslotte ter hoogte van de Vismijnlaan, middels een tweede gestuurde boring, onder de spui om de kabel rechtstreeks te laten bovengronds komen in het hoogspanningsstation 'Sas Slijkens' op het grondgebied van de Gemeente Bredene. De aanlanding vanaf de laagwaterlijn tot in het hoogspanningsstation Sas Slijkens (= het landtracé) beslaat 3,2 km.

Achter de duinen worden de mariene kabels verbonden met de landkabels door middel van moffen. Vanaf dit punt worden de landkabels in een open sleuf gelegd. De landkabel is geen 3-fasige, maar een enkelfasige kabel. De drie fasen van elke kabel worden, samen met een afzonderlijke telecomunicatiekabel, aangelegd in de kabelsleuf.

De netkoppeling wordt gerealiseerd in de hoogspanningspost te Slijkens (Bredene) conform het advies van de CREG en ELIA.

2.1.1.2 36 kV kabels

ALGEMEEN

Voor dit alles wordt een 3-fasige offshore kabel gebruikt. De werkelijke spanning waarop de energie wordt getransporteerd bedraagt 33 kV, de nominale spanning (het isolatieniveau) van de kabel bedraagt 36 kV. Naargelang de plaats van de kabel in een cluster kan de dwarsdoorsnede van de geleiders kleiner

of groter zijn afhankelijk van de maximale stroomsterkte die op de betreffende plaats in het park kan optreden. De definitieve dimensionering hiervan wordt gemaakt tijdens de detailengineering, maar heeft geen invloed op de omgeving waarin de kabels worden gelegd. In deze kabel is een glasvezelkabel verwerkt voor het doorsturen van de turbine informatie en voor remote controle doeleinden. In bijlage 3 worden meer details verschaft ivm. deze kabels.

UIT TE VOEREN AANLEGACTIVITEITEN

Typische aan een bekabeling binnen in een windmolenpark zijn de relatief korte stukken kabel. Tussen de windturbines betreft het meestal een 500 à 600 meter, tussen de laatste turbine van een cluster en de transformator, meestal enkele honderden meters tot enkele kilometers.

Hierdoor komen grote kabellegschepen niet in aanmerking voor dit werk. Gezien de zone binnen het windmolenpark niet meer toegankelijk zal zijn voor andere doeleinden wordt voorgesteld om deze kabels op een diepte van 1 meter onder de bodem te leggen.

Ter hoogte van de turbines worden de kabels in een zogenaamde J-Tube gebracht, dit zijn stalen buizen aan de zijde van de windturbine die met een bocht vertrekken ter hoogte van de erosiebescherming en die de kabel naar de binnenzijde van de turbine leiden boven de hoogwaterlijn.

Op de bodem heeft deze J-Tube een flexibel stuk om het aanlanden van de kabel te vergemakkelijken. Dit flexibel stuk van maximaal een tiental meter wordt samen met de kabel met steenbestorting beschermd tot op dezelfde afstand als de erosiebescherming rond de funderingspaal. Dit wil zeggen dat het kabelleggen zelf geen bijkomende erosiebescherming impliceert ter hoogte van de aanlanding in de turbines.

Het ingraven van de kabel tot op een diepte van 1 meter kan op verschillende wijzen gebeuren en met verschillende soorten vaartuigen. Het basisprincipe blijft steeds hetzelfde, zijnde een jet of een ploeg die de bodem lokaal opent tot op een diepte van ongeveer 1 meter waarna de kabel in deze sleuf zakt. Door de sterke stroming in de Noordzee sluit deze sleuf zich op zeer korte tijd en is de verstoring van de bodem zowel in oppervlakte als tijd beperkt.

BESCHRIJVING TRACÉ

De 60 turbines worden onderling in clusters van 6 met elkaar verbonden door kabels en ieder cluster wordt op zijn beurt verbonden met het transformatorplatform.

In bijlage 3 is een bekabelingsplan toegevoegd met de exacte ligging van de kabels. De onderstaande tabel geeft een overzicht van de kabelafstanden.

Tabel 2.1.1: Gedetailleerd overzicht van het bekabelingsplan – 36 kV kabels

		<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Afstand (m)</i>	<i>Totaal</i>
<i>Deelgebied A</i>					
	<i>Cluster 1</i>	Turbine 6	Turbine 5	500	
		Turbine 5	Turbine 4	500	
		Turbine 4	Turbine 3	500	
		Turbine 3	Turbine 2	500	
		Turbine 1	Turbine 2	500	
		Turbine 2	Transformator	433	2933
	<i>Cluster 2</i>	Turbine 12	Turbine 11	500	
		Turbine 11	Turbine 10	500	
		Turbine 10	Turbine 9	500	
		Turbine 9	Turbine 8	500	
		Turbine 8	Turbine 7	500	
		Turbine 7	Transformator	344	2844
	<i>Cluster 3</i>	Turbine 18	Turbine 17	501	
		Turbine 17	Turbine 16	501	
		Turbine 16	Turbine 15	501	
		Turbine 15	Turbine 14	501	
		Turbine 14	Turbine 13	501	
		Turbine 13	Transformator	1137	3642
	<i>Cluster 4</i>	Turbine 24	Turbine 23	501	
		Turbine 23	Turbine 22	501	
		Turbine 22	Turbine 21	501	
		Turbine 21	Turbine 20	501	
		Turbine 20	Turbine 19	501	
		Turbine 19	Transformator	1867	4372
<i>Totale afstand 33 kV kabel in deelgebied A</i>					13791
<i>Deelgebied B</i>					
	<i>Cluster 5</i>	Turbine 55	Turbine 49	665	
		Turbine 49	Turbine 43	663	
		Turbine 43	Turbine 37	679	
		Turbine 37	Turbine 31	671	
		Turbine 31	Turbine 25	626	
		Turbine 25	Transformator	3157	6461
	<i>Cluster 6</i>	Turbine 56	Turbine 50	662	
		Turbine 50	Turbine 44	663	

		Turbine 44	Turbine 38	679	
		Turbine 38	Turbine 32	670	
		Turbine 32	Turbine 26	627	
		Turbine 26	Transformator	2649	5950
	<i>Cluster 7</i>	Turbine 57	Turbine 51	659	
		Turbine 51	Turbine 45	664	
		Turbine 45	Turbine 39	679	
		Turbine 39	Turbine 33	670	
		Turbine 33	Turbine 27	628	
		Turbine 27	Transformator	2250	5550
	<i>Cluster 8</i>	Turbine 58	Turbine 52	656	
		Turbine 52	Turbine 46	664	
		Turbine 46	Turbine 40	679	
		Turbine 40	Turbine 34	669	
		Turbine 34	Turbine 28	629	
		Turbine 28	Transformator	2603	5900
	<i>Cluster 9</i>	Turbine 59	Turbine 53	652	
		Turbine 53	Turbine 47	664	
		Turbine 47	Turbine 41	679	
		Turbine 41	Turbine 35	669	
		Turbine 35	Turbine 29	629	
		Turbine 29	Transformator	2999	6292
	<i>Cluster 10</i>	Turbine 60	Turbine 54	649	
		Turbine 54	Turbine 48	665	
		Turbine 48	Turbine 42	679	
		Turbine 42	Turbine 36	668	
		Turbine 36	Turbine 30	630	
		Turbine 30	Transformator	3516	6807
Totale afstand 33 kV kabel in deelgebied B					36960
Algemeen totaal 33 kV kabel in C-Power farshore windmolenpark					50751

KRUISEN VAN KABELS EN PIJPLEIDINGEN

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. Hieroverheen wordt de elektriciteitskabel gelegd die dan beschermd wordt met een erosiebescherming van breuksteen (ongeveer 10 m bij 50 m).

Figuur 2.1.3: Schematische voorstelling van de kruisingen tussen de elektriciteitskabels en de Concerto South 1 telecom-leiding

Figuur 2.1.4: Schematische voorstelling van de kruisingen tussen de elektriciteitskabels en de Interconnector gaspijpleiding

2.1.2 De exploitatie en het onderhoud van de offshore kabels

C-Power N.V. vraagt een vergunning voor de exploitatie van een windenergiepark voor een periode van 20 jaar te rekenen vanaf de aanvang van de exploitatie. De uitbating omvat alle operationele activiteiten noodzakelijk voor het optimaal exploiteren en in stand houden van het windenergiepark en voor het aan land brengen van de geproduceerde elektriciteit.

De installaties en offshore kabels zijn dermate ontworpen dat het aantal offshore interventies tot een minimum worden beperkt.

Het is ongebruikelijk dat er echt preventief onderhoud wordt gepleegd aan hoogspanningskabels in het algemeen, wat vooral te danken is aan de ontwikkelingen op dat vlak.

Door de specifieke ligging in de zeebodem, is het toch aangewezen de verschillende kabeltracés regelmatig te monitoren. Deze monitoring is bedoeld om over het aangelegde tracé de grondbedekking van de kabels te controleren. Dit is vooral van belang ter hoogte van de kruisingen met andere leidingen.

Deze controle vindt plaats op basis van de as built kaarten, die tijdens het leggen van de kabels in detail zijn opgesteld.

Volgende methodieken kunnen worden aangewend:

- bathymetrie: klassieke opmetingen
- side scan sonar: voor het detecteren van objecten, in dit geval blootliggende kabels
- magnetometrie- gradiometrie: zelfde functie als de side scan sonar.

Deze survey wordt met bepaalde tussen perioden uitgevoerd. De opgedane ervaring van eerdere surveys zal bepalend zijn voor het bijstellen van de tussenperiode. Er is duidelijk een overeenkomst met het toestandafhankelijk onderhoud welk vaak wordt aangewend in klassieke onderhoudsschema's

2.1.3 De buiten gebruikstelling van de offshore kabels

C-Power wenst haar bereidheid uit te drukken wat betreft het "herstellen van het mariene milieu in zijn oorspronkelijke staat". Gezien de looptijd van de concessie en de evolutie in technieken is het op dit moment onmogelijk reeds een correcte "method statement" op te geven. Toch heeft C-Power getracht een overzicht te geven van de meest waarschijnlijke methodologie.

Wat betreft de kabels opteert C-Power voor het volledig verwijderen van de ingegraven kabels. Verschillende technologieën komen hiervoor in aanmerking maar de toepasbaarheid hiervan is afhankelijk van de toekomstige lokale omstandigheden zoals de diepte van de ingegraven kabel, de compactheid van de bodemstructuur,... De meest waarschijnlijke methode is de "Jet technologie" waarbij de grond rond de kabels gesuspenseerd wordt met waterstralen waardoor de vereiste kracht om de kabels uit de grond te trekken drastisch verminderd wordt. Hierdoor kunnen grote stukken kabels in één stuk verwijderd worden zonder de noodzaak tot uitgraven.

C-Power stelt voor om in samenspraak met de bevoegde autoriteiten te kiezen voor de best beschikbare techniek op dat moment met de minste milieu impact.

2.2 BESCHRIJVING VAN HET WINDENERGIEPARK

Het windturbinepark wordt ingepland op een van de buitenste zandbanken van het Belgische Continentaal Plat, zijnde de Thorntonbank. De Thorntonbank behoort tot de Zeeland banken en is quasi parallel georiënteerd met de kustlijn. De bank is gedefinieerd op de zeekaarten door de 20 m isobath. De minimum diepte van ongeveer 6 m op de bank is waargenomen ter hoogte van het deelgebied B. De bank heeft een typische langwerpige vorm met een NO-ZW oriëntatie en vertoont een verbreding ter hoogte van de bekomen concessie. Verder naar het noordoosten gaat de bank over in de Rabsbank gelegen op het Nederlands continentaal plat. De bank binnen heeft lengte van 18 km en een minimale breedte van 2 km en een maximale breedte van 4,5 km. De totale oppervlakte van de bank bedraagt op het BCP 57,3 km² gemeten langs de -20 m isobath. Conflicterende gebruiken wordt besproken in hoofdstuk 6.8: Menselijke activiteiten en de mens.

Teneinde vanwege de windfabrikant voor de vooropgestelde 3,6 MW Offshore GE Wind Energy turbine de garanties inzake de te realiseren turbine rendementen te bekomen, stelt deze een inplanting voor met een minimale onderlinge afstand van 5 (500 m) tot 7 (700 m) maal de rotordiameter, afhankelijk van de windrichting (hoe groter de bijdrage van een windrichting in de totale windenergie productie, hoe groter de onderlinge afstand tussen turbines in deze richting). De geoptimaliseerde lay-out met de hoogste energieopbrengst binnen de gedefinieerde randvoorwaarden werd berekend op basis van het software pakket WindPRO.

Een detail van de inplanting is weergegeven in Figuur 1.2.2. Het park is opgesplitst in twee gebieden: één ten westen van de telecomkabel Concerto South1 en de Interconnector gasleiding (deelgebied A) met een oppervlakte van 5,0 km² en één ten oosten (deelgebied B) met een oppervlakte van 8,8 km². Beide gebieden vormen een technisch en economisch geheel met één aanlandingskabel, één transformatorplatform en twee windmeetmasten. Het transformatorplatform is gelegen op de zuidrand van het deelgebied A, terwijl de windmeetmasten buiten het afgebakende gebied gelegen zijn.

Voor de geplande installatie van 216 MW tot 300 MW op een totale oppervlakte van de domeinconcessie van 13,7 km² wordt een ratio geïnstalleerd vermogen tot ingenomen oppervlakte van 15,7 tot 21,7 MW/km² bekomen, wat als meest intensief gebruik van het domeingebied kan beschouwd worden van de tot op heden gekende ontwerpen van windturbineparken binnen de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België. De dieptes in de concessiezone variëren tussen ± 6 en ± 20 m (bij gemiddelde laag laagwaterspring) volgens de kaart D11 van AWZ. Rekening houdende met een getijdenverschil van 4,8 m varieert de werkelijke waterdiepte (golfhoogte niet meegerekend) tussen 6 en 25 m. Indien rekening gehouden wordt met een veiligheidszone van 500 m rondom de windturbines wordt een oppervlakte van 26,4 (10,7 + 15,7) km² ingenomen wat resulteert in 8,2 tot 11,4 MW / km².

Figuur 2.2.1: 3D evocatie van de inplanting op de Thorntonbank.

2.3 BESCHRIJVING VAN DE TECHNOLOGIE

2.3.1 Windturbines

Een windturbine zet windenergie om in mechanische energie (rotatie-energie) die door een generator wordt geconverteerd in elektrische energie. De voornaamste componenten van een windturbine zijn:

- de rotor: wieken en naaf
- de gondel
- de tandwielkast
- het elektrisch systeem met de generator
- de stuursystemen
- het kruisysteem
- de mast

2.3.1.1 Type windturbine

Rekeninghoudend met het toekenningscriterium inzake de technische en economische kwaliteit van het project en de toepassing van de best beschikbare technologieën, heeft C-Power voor dit project de 3,6 MW offshore windturbine van GE Wind Energy geselecteerd. Het is het grootste type in het "GE Wind Energy" productengamma.

Dit type voldoet aan de volgende criteria:

- Het geïnstalleerde vermogen per turbine is zo groot mogelijk om het aantal turbines te limiteren.
- De nieuwste en beste technologieën wordt toegepast.
- De technologie moet gekend en beproefd zijn om de bedrijfszekerheid te garanderen.
- De windturbines moeten met het oog op uitbating en onderhoud aangepast zijn aan het offshore klimaat.
- De kwaliteit moet onberispelijk en van het hoogste niveau zijn om het aantal interventies in het maritieme klimaat te beperken

De 3,6 MW turbine is een upgrade van de design van de ENRON 1.5sl en de 1.5 S waarvan de 1000ste windturbine begin juni 2002 opgeleverd werd. GE Wind Energy heeft meer dan 5 500 windturbines wereldwijd vandaag operationeel. GE Wind Energy heeft uit de ervaring met de 1000 x 1,5 MW windturbines een 3,6 MW offshore windturbine ontwikkeld en het consortium C-Power heeft reeds ervaring in samenwerking met de GE Wind Energy teams, aangezien een dochteronderneming van de DEME-groep instond voor de bouw en oplevering van de eerste 7 x 1.5 MW offshore eenheden te Utgrunden (Denemarken).

In mei 2002 werd de eerste van de 3,6 MW offshore turbine in Barrax in de omgeving van Madrid geplaatst. In de loop van 2003 zal een prototype van 3,2 MW in gebruik genomen worden in Duinkerken (Fr). Bovendien zal nog in de zomer van 2003 een eerste demonstratiepark op de Arklow Bank in Ierland worden ontwikkeld met minimum 7 offshore turbines van 3,6 MW. In tal van andere offshore projecten wordt deze turbine naar voor geschoven als preferentiële turbine.

Het kan gesteld worden dat het type 3,6 MW Offshore GE Wind Energy, op dit ogenblik mag erkend worden als best beschikbare technologie, dewelke commercieel beschikbaar is. Een meer gedetailleerde technische beschrijving is gegeven in bijlage.

Tabel 2.3.1: Technische beschrijving van 3,6 MW Offshore GE Wind Energy

<i>Werkingsgegevens 3,6 MW Offshore</i>	
Nominaal vermogen	3 600 kW
Cut-in windsnelheid	3,5 m/s.
Cut-out windsnelheid	25 m/s.
Nominale windsnelheid	14 m/s.
<i>Rotor</i>	
Aantal wieken	3
Rotordiameter	100 m
Rotoroppervlakte	7 854 m ²
Rotorsnelheid	8,5 – 15,3 T/min
<i>Mast</i>	70 à 80 m (te bepalen in detail engineering)
<i>Vermogenregeling</i>	Actieve bladhoekverstelling

Figuur 2.3.1: Foto van een GE 3,6MW monopaal turbine

2.3.1.2 Rotor

De GE Wind Energy 3,6 MW is een 3-bladig up-wind turbine met een eigen ontwerp van active-pitch (bladhoek-) regulatie. De pitch-regeling bestaat uit het draaien van de wieken rond de lengte-as, zodanig dat er meer of minder energie uit de wind kan worden gewonnen. Dit gegeven wordt gebruikt bij het stilleggen van de turbine, zowel gecontroleerd als in noodstop enerzijds en voor het regelen van het vermogen en afvlakken van de PV-curve anderzijds.

Een variabel toerental aan de rotor drijft een asynchrone generator aan. De totale rotordiameter bedraagt 100 m en heeft een rotoroppervlakte van 7 854 m². De rotor draait in wijzerzin (gezien vanuit de windrichting.).

De wieken zijn uit polyester vervaardigd en met glasvezel versterkt. Het geheel bekleed met een dunne laag "gel coat", dewelke het basismateriaal beschermt tegen erosie en UV-licht. De standaardkleur is licht grijs (RAL 7035) en kan op verzoek, bvb. inzake veiligheid voorzien worden van rode wiektippen.

Een computergestuurd "pitch"-systeem laat de verfijning toe van de bladhoekverstelling om zo een max. rendement uit de wind te halen. Het bestaat uit 3 afzonderlijke elektromechanische pitch sturingssystemen die elk door een DC-motor aangedreven worden. De bladhoekverstelling werkt tussen 0° en 90° waarbij de ingesteld hoek 0° bedraagt tijdens de normale werking en 90° tijdens de vaanstand (geen energieproductie).

2.3.1.3 Gondel

Het chassis van de gondel bestaat uit een 3-delige gegoten staalstructuur. (EN-GJS-400-18U-LT) waarop het mechanische aandrijfsysteem: hoofdas, tandwielkast en generator bevestigd is.

De aërodynamische omkasting bestaat uit GRP- glasvezel versterkte polyester met koelroosters. De omkasting is volledig voorzien van geluiddempend materiaal alsook de nodige elektrische voorzieningen tegen blikseminslag.

Optioneel kan een winch platform voor een helikopterinterventie voorzien worden, doch dit is niet in het voorliggend ontwerp opgenomen.

2.3.1.4 Tandwielkast

Een tandwielkast verbonden d.m.v. een hoofdas met de rotor biedt een grote flexibiliteit in ontwerp en onderhoud. De 3-traps tandwielkast staat op een geluidsdempende structuur en is ontworpen voor een levensduur van 20 jaar of > 175000 operationele werkingsuren. Sensoren zorgen bij abnormale werking van de tandwielkast voor het doorgeven van signalen naar de centrale "SCADA" besturingseenheid. (SCADA = "Supervisory Control and Data Acquisition"-system)

2.3.1.5 Elektrisch systeem

Het elektrisch systeem bestaat uit de generator, de transformator, de schakelapparatuur en hun respectievelijke hulpapparatuur.

De generator is een "double fed" generator die speciaal ontworpen is voor toepassing in windturbines. Samen met de bijhorende vermogenslektronica wordt bekomen dat:

- De turbine op een elegante manier aan het net worden gekoppeld zonder dat de netkarakteristieken buitenmaats beïnvloed worden.
- Tijdens bedrijf wordt het opgewekte vermogen afgevlakt in geval van windstoten. Doordat er geen vermogenoverschot plaats vindt, wordt de turbine minder belast door mechanische schokken en zullen de netparameters ook tijdens normaal bedrijf nauwelijks worden beïnvloed.

Het principe berust op een continue aanpassing van de magnetische koppeling tussen stator en rotor door in te grijpen op de elektrische grootheden aan rotorzijde, zoals: spanning, stroom en frequentie.

De transformator voert de generatorspanning op tot 33 kV. Het is een klassieke transformator van het droge of oliege vulde type. De keuze wordt gemaakt in de fase van detailengineering in overleg met de fabrikant van de windturbines.

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.

2.3.1.6 Besturing

De windturbine werkt in alle windcondities volledig automatisch. Wanneer de windsnelheid stijgt dan zal de windturbine automatisch zelf opstarten bij 3,5 m/s. om bij 14 m/s. het nominaal vermogen te bereiken van 3600 kW dat constant behouden blijft tot 25 m/s. Bij hogere windsnelheden zal de computer de windturbine uitschakelen tot de wind onder de maximale grens terugzakt om dan weer op te starten.

2.3.1.7 Mast

Op de mast wordt de gondel via een flensverbinding geplaatst op een hoogte van ongeveer 80 m boven het wateroppervlak bij het laagste astronomische getijde. De mast wordt uitgevoerd in een buisvormige stalen structuur met een diameter van ongeveer 5 m en 60 mm wanddikte (dikte en diameter variëren in functie van de hoogte van de mast, de bodem en in functie van de diepte van het water).

De mast brengt in de eerste plaats de krachten van rotor en gondel over naar de fundering waarmee ze verbonden is. Daarnaast maakt ze op een veilige manier de toegang tot de gondel mogelijk. De mast is

hiertoe uitgerust met een ladder en verschillende platformen. In de mast lopen ook de elektriciteit- en communicatiekabels die van de zeebodem tot in de gondel worden gebracht.

De stabiliteit van de mast wordt geëvalueerd in het geheel van de structuur, rekening houdend met de dynamische belastingen van wind en maritiem klimaat, en moet in relatie gebracht worden met de gedragingen van de funderingen. Een optimalisatie zal gebeuren door het geheel van mast en funderingen te beschouwen t.o.v. de krachten die optreden net onder de gondel en de krachten t.g.v. het maritieme klimaat.

2.3.1.8 Specifieke ontwikkelingen voor het offshore concept

GE-Wind Energy heeft in haar recente ontwikkeling van de 3,6 MW bijzonder veel aandacht geschonken aan het "offshore-" ontwerp, -werking en -onderhoud. Deze ontwikkeling werd gedaan in nauwe samenwerking met de toeleveranciers van de deelcomponenten, firma's met ervaring in offshore applicaties, vermogentechnologie, projectontwikkelaars en de klanten. Naar de klassieke offshore voorzieningen werden eveneens specifieke "tools" bedacht en ingebouwd, waarvan hieronder enkele voorbeelden:

- het concept is gebaseerd op de ervaring van meer dan 1000 GE 1,5 MW windturbines, variabel toerental met een bladhoekverstelling-systeem.
- speciale ontworpen maritieme containers voor het bergen van alle elektrisch en elektronisch apparatuur. Deze containers zijn opgehangen aan de onderzijde gondel en kunnen via een ingebouwd hijssysteem op een hefplatform gedropt worden
- het concept voorziet een onderhoudsinterval van minimum 1 jaar.
- online technische status en diagnose van de windturbine aan de hand van een eigen remote monitoring systeem
- herstellingsvriendelijk ontwerp aan de hand van ingebouwde hijssystemen waardoor de implementatie van externe dure kraanboten overbodig wordt.
 - permanente kraan ter hoogte van het onderhoudsplatform voor het hijsen en droppen van materiaal tussen boot en de windturbine.
 - permanente 2 T- kraan welke aan alle deelcomponenten in de gondel kan reiken.
 - een innovatieve scharnierende kraan die ingezet kan worden voor het vervangen van al de "zwaardere" deelcomponenten zoals generator, hoofdas, naaf alsook de wieken.
- optioneel kan de windturbine uitgerust worden met een 4x4 m helikopter winch platform waardoor bereikbaarheid sneller kan.

2.3.1.9 Corrosiebescherming

Tabel 2.3.2: Corrosieklassen volgens de Deense DS/R454 norm

<i>Corrosieklasse</i>	<i>Agressiviteit van de omgeving</i>	<i>Voorbeelden van omgeving</i>
1	verwaarloosbaar	Binnen in niet verwarmde maar goed geventileerde ruimte
2	gemiddeld	Binnen bij wisselende luchtvochtigheid
3	hoog	Buiten, dichtbij industriële en dicht bebouwde gebieden
4	zeer hoog	In een permanente vochtige omgeving, in water en grond. In de nabijheid van chemische bedrijven.
4.a	zeer hoog	Maritiem milieu in en onder de spatzone
4.b	zeer hoog	Maritiem milieu boven de spatzone

De mate waarin stalen structuren aan corrosie onderhevig zijn hangt in grote mate af van de omgeving waarin ze zich bevinden.

Een opdeling van corrosieklassen volgens de Deense norm DS/R 454 wordt weergegeven in bovenstaande tabel.

Hieruit mag blijken dat corrosiebescherming zeer belangrijk is bij offshore windturbineparken, zowel voor wat betreft de funderingen als de torens en de installaties geplaatst binnenin torens en gondels.

Aangezien het mariene milieu boven de spatzone zeer agressief is (klasse 4b. volgens DS/R 454, zie tabel 2.3.2) zijn alle componenten van de windturbine zelf beschermd tegen corrosie.

- Alle componenten van de windturbine zijn beschermd tegen corrosie volgens de corrosiecategorieën opgesteld in DIN 12944-2. De buitenwand van toren en naaf worden behandeld volgens de hoogste categorie C5-M (marine) en de binnenwanden volgens categorie C4.
- Alle elektrische en mechanische onderdelen die door corrosie zouden kunnen beschadigd worden zijn binnen de installatie geplaatst (in de toren, naaf, gondel of container). De warmte die door de tandwielkasten generator en vermogenomvormer wordt opgewekt, wordt afgevoerd door koelelementen aangebracht aan de buitenkant van gondel en container.
- De elektrische schakelkasten hebben beschermingsklasse IP54. Schakelkasten waarin gevoelige elektronische apparatuur is geplaatst (vb omvormer) zijn uitgerust met een verwarmingsinstallatie, gecontroleerd door temperatuur – en vochtigheidssensoren om condensatie te voorkomen.

2.3.1.10 Olie- en vetopvang binnen de turbine

Een overzicht wordt gegeven van de verschillende gevaarlijke stoffen die aanwezig zijn in de turbine. Het gaat hier voornamelijk om oliën en vetten. De constructeur van de windturbines (GE Wind Energy) voorziet olie en vetopvang binnen de turbine zodanig dat geen oliën accidenteel geloosd kunnen worden in zee. De olie verzameld in de centrale oilcarter is geïntegreerd in het bovenste torenplatform.

De verschillende olieproducten aanwezig in de turbine zijn weergegeven in onderstaande tabel. (bron GE Wind Energie). Op basis van gegevens van GE wordt gesteld dat de jaarlijks gemiddelde hoeveelheid afval van olie- en smeerolie ongeveer 0,5 m³ bedraagt.

Tabel 2.3.3: Olieproducten aanwezig in een GE 3,6 MW turbine

Pitch system	
Gear oil pitch gear	
Manufacturer	SMEI
Type of oil (power take-off gear) and quantity	Mobil SHC 630 Mobile Mobilgear SHC XMP 220 1Litre
Types of oil (planetary gear) and quantity	Mobil Mobilgear SHC XMP 460 approx. 4,7 Litre
Lubrication pitch bearing	
Grease	AVIA Avilupo CTK (white
Lubrication gear ring and driving pinion	
Grease	Ceplattyn BL
Drive train	
Lubrication main bearing	
Type of oil and quantity	Mobile SCH 632 approx. 75 Litre
Filter	Doubly switch filter 10µ
Gear box, oil and filter	
Type of oil and quantity	Optimol Optigear Synthetic A 320 590 Litre (gear box) 80 Litre (koelsysteem)
Filter	2* combination filter 10/25 µm
Hydraulic system brake, oil and filter	
Type of oil and quantity	Mobil DTE 25 approx. 75 Litre
Filter	T 53 154300331
Hydraulic system rotor lock	
Type of oil and quantity	Mobil DTE 25 approx. 75 Litre
Yaw system	
Slide, brake piston lubrication	
Grease	Molykote Longterm 2 Plus (anthracite)
Yaw drive gear oil	
Manufacturer	SMEI
Type of oil and quantity	Mobil SHC 630 approx. 27 litre
Yaw bearing lubrication	
Grease	Molykote Longterm 2 Plus (antracite)
smeerolie gear ring en pinion	
Grease	Ceplattyn BL
Generator	
Lubrication bearing	
Grease	Optimol PD2
Hydraulicsystem crane cylinder	
Type of oil and quantity	ATF 66

2.3.2 Funderingen

De masten van de windturbines worden verankerd aan een funderingsstructuur, die op haar beurt verankerd is in de zeebodem. De effectieve keuze van het funderingstype zal afhangen van de voorafgaande gedetailleerde grondstudie. Voor de GE 3,6 MW offshore turbine zal het funderingstype afhangen van de waterdiepte en de bodemgesteldheid. Er kunnen twee types gebruikt worden: een monopaal- en een driepootstructuur. Op basis van de huidige beschikbare informatie wordt geopteerd om alle windturbines te voorzien van een monopaalfundering die haalbaar is tot een waterdiepte van 20 m. In een later stadium zal op basis van gedetailleerde grondgegevens onderzocht worden of een driepootstructuur al dan niet noodzakelijk wordt, mocht blijken dat de bodemstructuur dit vereist.

2.3.2.1 Monopaal

Het eerste funderingstype is de monopaalfundering, die momenteel vaak gebruikt wordt voor windturbines op zee. Een monopaal voor de GE 3,6 MW is een stalen kolom met een diameter van ongeveer 5 m (afhankelijk van bodemgesteldheid, waterdiepte,...) en een wanddikte van ± 60 mm (deze afmetingen variëren enerzijds per inplanting en anderzijds per paal in functie van de hoogte). De monopaalfundering werd reeds gebruikt in de windenergieparken van Lely (1994) en Dronten (1996) in Nederland, van Bockstigen-Valar (1997) en Utgrunden (2000) Zweden, voor de twee offshore turbines in Blyth Harbour (UK) en zeer recent te Denemarken voor de projecten in Samsø en Horns Rev.

Afhankelijk van de grondkarakteristieken wordt de paal in de zeebodem geheid en/of getrild over een diepte van 20 tot 40 m. Het gewicht van de monopaal kan variëren van 350 tot 500 ton. Voor de verbinding tussen de monopaal en de toren van de windturbine wordt meestal gebruik gemaakt van een tussenstuk: een stalen koker die over de top van de paal glijdt en door middel van "grouting" wordt vastgezet. Het tussenstuk maakt het mogelijk een eventuele verticale afwijking van de paalpositie te compenseren. Het omvat ook een platform rondom de paal die gebruikt wordt bij onderhoudswerkzaamheden.

Figuur 2.3.2: Principe schema van een monopaal fundering

2.3.2.2 Driepoot

Het tweede funderingstype is de driepoot. Die bestaat uit een draagstructuur die in de bodem van de zee wordt verankerd door drie palen. Die palen zijn kleiner dan die van de monopaal (diameter $\pm 1,5$ m). De krachten van de windturbine worden via de staalstructuur verdeeld over een groter bodemdraagoppervlak dan bij een monopaal en vervolgens overgebracht op de verschillende kleinere palen aan de basis van de structuur.

De verticaliteit wordt aan de voet van de structuur gecorrigeerd. De windturbine wordt vervolgens direct op die structuur verankerd zonder tussenstuk. Zoals eerder vermeld zal dit funderingstype enkel gehanteerd worden daar waar het technisch onmogelijk is om monopalen te gebruiken.

Figuur 2.3.3: Principe schema van een driepootfundering

2.3.2.3 Corrosiebescherming

De gedeelten van de funderingen die zich in de spatzone boven water bevinden zullen voorzien worden van een beschermde laag epoxy of polyurethaan. Deze lagen kunnen aan land aangebracht worden.

De gedeelten onderwater kunnen worden voorzien van beschermende verflagen, overdimensionering en, sacrificiële anodes.

De beschermende verflaag voorziet bescherming voor minimaal 10 jaar. Nadien wordt de bescherming verder gegarandeerd door de aangebrachte sacrificiële aluminium- of zinkanodes, met een geschat gewicht van 1000 tot 2000 kg per monopaal.

Aluminiumanodes bevatten ongeveer 94,9 % tot 99,2 % aluminium die over de levensduur van de anode wordt afgescheiden. De hoeveelheid die per fundering wordt afgescheiden hangt af van het aantal gebruikte anodes, de juiste samenstelling en de levensduur van de structuur. In het "Environmental Statement" van het Schotse project Robin Rigg stelt men dat voor een driepootfundering het totaal gewicht van de te gebruiken anodes (per turbine) tussen de 3000-4000 kg ligt met een activiteitsduur tussen 15-25 jaar. De jaarlijkse emissie van aluminium, per fundering, bedraagt dan tussen de 120 en 260 kg/jaar.

Een derde, additionele, bescherming wordt voorzien door een beperkte overdimensionering van de wanddikte.

De volgende verfsystemen worden voorgesteld: spatzone, tussenstuk (buitenkant): corrosieklasse 4.a (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 epoxy verf: 500 µm
- monopaal (buitenkant: corrosieklasse 4.a (lange levensduur) idem als a
- monopaal (binnenkant: corrosieklasse 4.a (lange levensduur) idem als b

2.3.2.4 Erosiebescherming

Na het installeren van de monopaalfundering wordt een erosiebescherming aangebracht. Als erosiebescherming wordt natuurlijke breuksteen gebruikt. Deze bescherming bestaat uit 2 quasi cirkelvormige lagen steenbestorting met een diameter van maximaal 48 m rondom de paal (dit resulteert in een bestorte oppervlakte van ongeveer 1800 m². De eerste laag bestaat uit grind met een diameter van 0,014-0,040 m van 1 m dik. Daarboven wordt tevens een 1 m dikke steenbestorting voorzien met stenen van 0,10 tot 0,6 m diameter of 2-300 kg. In een diameter van 4 m rond de paal wordt voor de tweede laag een grovere grindfractie voorzien met een diameter van 0,45 - 0,55 m of 60 - 300 kg (Figuur 2.3.4). Ter hoogte van het inheien van de paal wordt op voorhand eerst een beperkt gedeelte van de eerste laag gestort om onmiddellijk erosie na het heien van de paal te vermijden. De rest van de erosiebescherming wordt zo spoedig mogelijk na het heien van de palen aangebracht.

Figuur 2.3.4: Schematische voorstelling van de erosiebescherming

2.3.3 Het offshore transformatorplatform

De hoofdcomponenten van het offshore transformatorplatform zijn de twee transformatoren 150/33 kV, de 150 kV schakelinstallatie en de 33 kV schakelinstallatie. De hoofdtransformatoren zijn klassieke oliegevulde transformatoren. Deze toestellen hebben in het verleden bewezen zeer robuust en betrouwbaar te zijn. Met een ontwerp levensduur van 25 jaar, kunnen transformatoren, afhankelijk van het bedrijfsregime, tot 50 jaar ononderbroken in dienst blijven. De schakelapparatuur 33 kV en 150 kV is van het GIS-type (gass insulated system). De actieve delen zijn ondergebracht in hermetisch afgesloten compartimenten, gevuld met SF₆-gas. Hierdoor wordt een volledig inerte atmosfeer gecreëerd. Naast de hoofdcomponenten is het transformatorplatform uitgerust met de nodige utiliteiten en beveiligingssystemen, noodstroomvoorzieningen, noodverblijf, brandbestrijdingssystemen, etc. Bij de keuze van de verschillende componenten is er steeds naar gestreefd de 'best beschikbare technologie' in te zetten, rekening houdende met de plaatsing in mariene atmosfeer. De exacte afmetingen van het

transformator platform kunnen pas bepaald worden tijdens de detail-engineeringsfase. Op basis van de huidige kennis worden deze afmetingen geraamd op maximaal 25 bij 30 meter en 10 meter hoog. Het platform zelf zal op ongeveer 15 meter boven GLLWS geplaatst worden. Detailtekeningen zijn bijgevoegd in bijlage 4.

De hoeveelheid olie in de twee transformatoren bedraagt ca. 60 t per transformator. Eventuele lekkages worden opgevangen in een reservoir met een capaciteit groter dan de totale olie-inhoud van de transformatoren, zoals bepaald door de regelgeving terzake.

Zoals momenteel het concept is opgevat, wordt een noodstroomgenerator met dieselmotor op het transformatorplatform voorzien. De noodzakelijke brandstoftank zal een inhoud hebben van ongeveer 30 000 liter. Ook hier worden de nodige maatregelen getroffen voor het opvangen en verwijderen van eventueel lekkende vloeistof. Andere componenten van het transformatorplatform bevatten slechts een hele kleine hoeveelheid olie, waarbij er steeds een opvangsysteem voorzien is.

2.3.4 Bekabeling en netkoppeling

C-Power opteert wat de bekabeling van het volledige windenergiepark betreft voor toepassing van de 'best beschikbare technologie' waarbij de inerte kunststof XLPE (cross linked polyethyleen) met goede elektrotechnische eigenschappen aangewend wordt. Daarnaast worden de telecommunicatiekabels in de zogenaamde 'holle ruimtes' van deze energiekabels geïntegreerd, wat mogelijk wordt door gebruik te maken van 3-fasige energiekabels. Afzonderlijk leggen van telecommunicatiekabels is bijgevolg overbodig. De telecommunicatiekabels staan in voor de afstandsbediening en –bewaking van het windenergiepark. Bijkomende informatie over de kabeltechnologie wordt ook verschaft in bijlage 3.

Figuur 2.3.5: Tekening van de opbouw van een 150 kV en een 36 kV kabel.

Het maximaal netto elektrisch vermogen van het park bedraagt ± 210 MW (voor de opstelling met 60 turbines van 3,6 MW), afgeleverd in het 150 kV-station Slijkens. Hierin zijn de verliezen van transformatie en transport ingerekend.

- Verliezen transformator en 0,69/3,3/33 kV 4 MVA: 1 %
- Verliezen transformator 33/150 kV 175 MVA: 0,4 %
- Verliezen kabels 33 kV: 1 %
- Verliezen kabel 150 kV: 0,3 %

Deze verliezen zijn geminimaliseerd door selectie van de juiste kabels met voldoende dikte en transformatoren met lage verliezen, volgens de laatste ontwikkelingen van de techniek. De infrastructuur wordt zodanig ontworpen dat er een technisch-economisch optimum ontstaat, waarbij er rekening is gehouden met 'best practices' en op de markt beschikbare componenten. M.a.w. er wordt enkel gewerkt met beproefde componenten, waardoor de betrouwbaarheid van het systeem zeer groot zal zijn.

De netkoppeling in het hoogspanningsstation Sas Slijkens werd reeds bestudeerd n.a.v. het Wenduinebank dossier. Door de toename van het vermogen van onderhavig project, dienen er enkele studies opnieuw aangevat te worden. De nodige contacten zijn hiertoe reeds met Elia gelegd. Elia heeft inmiddels de oriëntatiestudie voor netkoppeling afgeleverd. Hieruit blijkt dat de koppeling van het windenergiepark aan het openbare net, technisch haalbaar is.

2.3.5 Markering en belichting

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). Voor de start en tijdens de bouwfase moeten de zeevarende en de Local Radio Navigational Warnings op de

hoogte worden gebracht van de bouw van het windturbinepark. Er wordt ook samenwerking gezocht met de betrokken administraties, zoals het Federaal Ministerie van Communicatie en Infrastructuur, de Vlaamse overheid, het VTS (Vessel Traffic Centre), de SRK (Schelde Radar Keten) en AWZ en de mariene instituten, zoals Notice to Mariners, Local Radio Navigational Warnings, Ficheries, enz.

Met betrekking tot markering en belichting van het windturbinepark tijdens de exploitatiefase bestaan er geen wettelijke vereisten. IALA heeft echter aanbevelingen gedaan voor de markering van windturbines in de windturbinepark op zee. Referentie AISM O-117 mei 2000.

In die aanbevelingen wordt aangeraden om knipperlichten te gebruiken op de hoeken van een windpark en op de individuele windturbines in een park, bakenlichten ter beschikking te houden, kleuren te gebruiken, evenals radarbakens, radarreflectoren, radar target enhancers en het gebruik van geluidssignalen. Er wordt voorgesteld om overeenkomstig de IALA-aanbevelingen en conform de geldende gebruiken voor offshore constructies een veiligheidssomtrek te voorzien rond het windturbinepark (bijv. 500 m) die bijkomend moet worden gemarkeerd. Lichtsignalen van boeien, radarsignalen (radarbakens) en (geluids)signalisatie voor mistomstandigheden worden geïnstalleerd in coördinatie met de betrokken autoriteiten.

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. Een mogelijk voorbeeld is weergegeven in onderstaande figuur.

Daarnaast wordt ook rekening gehouden met aanwijzingen van Belgocontrol en de mariene luchtbasis van het Belgische leger met het oog op markeringen voor de luchtvaart. De markering en belichting van het windturbinepark zal compatibel zijn met de specificaties van het ICAO en deze van het Belgisch leger. Er is een constante nachtverlichting voorzien voor elke tweede turbine, en het platform wordt verlicht met 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.

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.

Figuur 2.3.6: Grafische voorstelling van de signalisaties op de windmolens

2.4 FASERING VAN HET PROJECT

Het plaatsen van de installaties in zee kan in principe slechts gebeuren tijdens "werkbare seizoenen" (in principe van eind april tot en met eind september).

Vorbereidingsfase:

Afhankelijk van het tijdstip waarop de concessie en de bouw- en milieuvergunningen worden toegekend, dient gedurende het eerstvolgende werkbaar seizoen een omvangrijke grondonderzoekcampagne uitgevoerd te worden met diepteboringen (> -40 m) op elke locatie van de windturbines om de design en berekeningen van de funderingen precies te laten uitwerken op basis van de grondgegevens. Rekening houdende met de ervaringen terzake n.a.v. het Wenduinebank project, kan het niet als een redelijk bedrijfsrisico beschouwd worden om reeds vooruit te lopen op het vergunningentraject en deze uiterst dure onderzoeksprogramma's reeds uit te voeren tijdens het vergunningentraject.

Bovendien moet rekening gehouden worden met de benodigde tijd voor de detailstudie en de levertijden van de verschillende componenten van de installaties, zodat een voorbereidingsfase van 1 jaar dient vooropgesteld te worden.

Bouwfase:

Op basis van ervaring met gelijkaardige projecten en de optimale benutting van de voorbereidingsfase wordt volgend tijdschema vooropgesteld:

Bouwjaar 1: plaatsing transformatorplatform en beide transformatoren,
het volledige 150 kV kabeltracé
maximaal 30 turbines (wellicht 24)

Bouwjaar 2: plaatsing resterende turbines (indien de noodzakelijke netwerkversterking Koksijde-Oostende-Brugge werd gerealiseerd).

Het aantal turbines werd gelimiteerd tot 60 stuks wat beschouwd wordt als enerzijds een realistische begrenzing van het aantal turbines dat in een globale tijdspanne van 3 jaren (1 jaar voorbereidingsfase en 2 jaren bouwfase) volgend op het bekomen van alle vergunningen zonder problemen kan gerealiseerd worden, en anderzijds een minimum aantal turbines om binnen de fysische randvoorwaarden (diepte, afstand tot de kust,...) een rendabel project te kunnen uitwerken.

2.5 BESCHRIJVING VAN DE VERSCHILLENDE ACTIVITEITEN EN UITVOERINGSWIJZEN:

2.5.1 Constructiefase

De bouw van het windenergiepark bestaat uit drie grote onderdelen; de montage van de windturbines, de mariene bouwwerken en de elektrische infrastructuur en nettoegang.

In deze globale beschrijving wordt een overzicht gegeven van wat de bouw van een windenergiepark inhoudt.

2.5.1.1 De windturbines en toren

In samenspraak met de hoofdconstructeur zullen er verschillende leveranciers aangesproken worden voor de toelevering van onderdelen van de windturbine teneinde de Belgische toegevoegde waarde op te voeren.

Gezien de omvang en het gewicht van de turbine, zullen de verschillende onderdelen over land of via het water aangevoerd worden naar een "montage kade" in Zeebrugge of Oostende. C-Power zal in zijn lastenboek duidelijk een voorkeur voor transport via vaartuigen opleggen om de verkeershinder en de CO₂ uitstoot gedurende het transport tot een minimum te beperken. Eens de verschillende onderdelen ter plaatse, zal een gedeeltelijke verdere montage uitgevoerd worden op de "montage kade" (vb. montage van de naaf op de gondel).

Wat betreft de stalen funderingsstructuur wordt er bestudeerd om de "support structure" en de toren, voorzien van ladders en bordessen in België te laten vervaardigen. Het spreekt voor zich dat gezien de omvang van dergelijke structuren een productie in de nabijheid van de bouwplaats "economisch" gezien een aantal voordelen biedt. Op dit moment zijn reeds een aantal Belgische staalbedrijven betrokken bij de bouw van de torens voor Deense offshore windturbine parken.

Deze torens worden in verschillende delen naar de laadkade in Zeebrugge of Oostende gebracht waar een aantal bijkomende onderdelen zullen gemonteerd worden en waar het geheel tijdelijk zal opgeslagen worden in afwachting van de installatie.

De elektrische onderdelen (voornamelijk schakelaars en transformatoren) zullen grotendeels op de montagekade worden geïnstalleerd om de mariene werken zoveel mogelijk te beperken.

De wieken zullen rechtstreeks van de fabricageplaats naar de laadkade in Zeebrugge of Oostende gebracht worden via zeetransport.

2.5.1.2 De funderingen

In hoofdzaak zijn de funderingsactiviteiten te groeperen in volgende hoofdwerkzaamheden:

- gedetailleerd grondonderzoek
- hydrografische metingen
- het offshore transport van onderdelen naar de Thorntonbank
- het plaatsen van de funderingen
- het aanbrengen van de erosiebescherming
- het installeren van de kabels

GEDETAILLEERD GRONDONDERZOEK

Op de precieze locatie van elke turbine en van de transformatiepost zal een grondonderzoek worden uitgevoerd als aanvulling op het preliminair onderzoek t.b.v. de haalbaarheidsstudie. Zowel om technische als verzekeringstechnische redenen dient per turbine een grondonderzoek uitgevoerd te worden alvorens de definitieve dimensies van elke funderingstructuur kunnen bepaald worden. Per turbine worden deze gegevens samen met hydrografische metingen verwerkt om aldus de funderingsstructuur correct te kunnen ontwerpen.

HYDROGRAFISCHE METINGEN (SURVEY)

Ten behoeve van de plaatsing van de funderingen en kabels zal de onderwaterbodem van het betrokken gebied nauwkeurig in kaart worden gebracht. Tevens zullen eventuele aanwezige wrakken, kabels, mijnen, ... nauwkeurig worden gelokaliseerd. Gebruikmakend van dit "surveyschip" zullen ook bijkomende metingen van golven, getij en stromingen worden uitgevoerd.

OFFSHORE TRANSPORT

Het logistieke gedeelte van een dergelijke bouwwerf mag niet onderschat worden. De beschikbaarheid van enerzijds voldoende stockage ruimte en montage kades en anderzijds de aangepaste vaartuigen om de onderdelen op het juiste tijdstip op de bouwsite aan te leveren, vergt een zeer grondige voorbereiding en een goed uitgewerkt projectmanagement. De DEME groep (Dredging International, Hydro Soil Services, Tideway,...) heeft hiermee niet alleen de nodige ervaring maar heeft in eigen beheer de hiervoor vereiste vaartuigen. Meer zelfs, naast de reeds beschikbare vaartuigen werd er in 2002 een speciaal hefplatform gebouwd (de Vagant) voor het uitvoeren van dit soort activiteiten. In de periode van oktober tot december 2002 werd onder andere met de Vagant het windturbinepark Samsø (DK) gebouwd door de DEME groep. Dit windturbinepark van 10 turbines van 2,3 MW werd op enkele maanden tijd als een turn-key project succesvol gebouwd en opgeleverd.

PLAATSEN VAN DE FUNDERINGEN

De palen worden met aangepaste vaartuigen getransporteerd naar de locatie, waar ze worden ingetrild en/of geheid d.m.v. een installatie geplaatst op een hefeiland. Werken van op een hefeiland garandeert een grotere veiligheid en nauwkeurigheid dan het werken van op een drijvend ponton en is een techniek die zich in het verleden reeds meerdere malen heeft bewezen.

Het materieel dat voor het monteren van de monopaal wordt ingezet bestaat hoofdzakelijk uit:

- een hefplatform (jack-up) type Zeebouwer / Vagant
- een tweede hefplatform met kraan of een drijvende kraan type Rambiz
- een ponton
- een werk-/sleepboot (multicat)
- een hydraulische hamer type Menck MHU 500T of gelijkaardig
- een kraan (geplaatst op het hefplatform) type Demag TC 3200
- een hijstelling aangebracht op het hefplatform
- peil- en plaatsbepaling systemen

De installatieprocedure verloopt als volgt:

- Het hefplatform vaart of wordt gesleept naar de exacte locatie die ongeveer 30 km van de kust is verwijderd.
- de drijvende kraan of tweede hefplatform met kraan vaart naar de locatie
- ponton waarop verschillende monopalen zijn geladen wordt naar de locatie gesleept
- de monopaal wordt door de drijvende kraan in de hijstelling geplaatst waarna de verticaliteit wordt gecontroleerd en zo nodig wordt bijgesteld.
- met de kraan, geplaatst op het platform, wordt de heihamer boven op de paal geplaatst en na een finale controle van de paalpositie wordt het heien gestart (of eventueel trillen bij de start van de operatie). Aanvankelijk wordt na een of twee slagen telkens de verticaliteit gecontroleerd. Bij voldoende inklemming wordt de operatie versneld.
- nadat de paal over de vooropgesteld diepte is ingeheid wordt het tussenstuk geplaatst en vastgemaakt via grouting

Er is geen wezenlijk verschil tussen de installatie van een monopaal en driepoot. Het ingezet materiaal is vergelijkbaar evenwel duurt de procedure langer. Per fundering moeten 3 palen geheid worden, weliswaar van kleinere omvang. Om de palen in een juiste positie ten opzichte van elkaar te kunnen plaatsen wordt gebruik gemaakt van een mal (casing-frame of template) die na het heien wordt verwijderd en vervangen door de eigenlijke driepoot constructie.

Figuur 2.5.1: Grafische voorstelling van het installeren van een monopaalfundering

Figuur 2.5.2: Grafische voorstelling van het installeren van de driepootfundering

HET AANBRENGEN VAN DE EROSIEBESCHERMING

Het aanbrengen van de erosiebescherming gebeurt met een speciaal uitgerust vaartuig dat een nauwkeurige plaatsing van het bodembeschermingsmateriaal, zowel horizontaal als verticaal, moet garanderen (type Pompei).

Om te voorkomen dat een belangrijke erosiekuil wordt gevormd vóór de plaatsing van de erosiebescherming, wordt reeds een deel van de eerste laag voor het inheien van de paal aangebracht. Aangezien de DEME-groep deze vaartuigen in eigen beheer heeft, kan dit zonder probleem

gegarandeerd worden. Deze werkzaamheden werden door de DEME-groep uitgevoerd voor het Horns Rev project in Denemarken.

2.5.1.3 *Bouw van de offshore transformator*

Het offshore transformatorplatform wordt uitgerust met twee transformatoren. Deze hebben een vermogen van ongeveer 175 MVA. Tijdens het eerste bouwjaar wordt het volledige transformatorplatform afgewerkt en integraal op de funderingen gemonteerd. Dit betekent dat alle 150 kV schakelaars worden voorzien, evenals de twee transformatoren 150/33 kV met een vermogen van ongeveer 175 MVA elk, en alle 33 kV schakelaars voor de koppeling van de turbines aan het net. Tenslotte worden ook alle nutsvoorzieningen voor het platform .

Het transformatorplatform wordt volledig aan land gemonteerd en alle componenten worden getest. Nadien wordt het complete platform door middel van een kraan op zijn funderingen geplaatst. Het platform rust op 4 monopaalfunderingen. Het inbrengen van de kabels in het platform vergt de nodige voorzieningen. De erosiebescherming voorzien voor het platform bestaat uit 1 m grind en 1 m stortsteen en beslaat een oppervlakte van ongeveer 0,06 km².

2.5.2 Exploitatiefase

Een specifiek probleem dat zich stelt voor offshore windenergieparken is dat van de toegankelijkheid van de installaties. Interventies tijdens stormachtige periodes zijn vanzelfsprekend uitgesloten en bij gunstige weersomstandigheden zijn, in vergelijking met installaties aan land, dure vaar- en werktuigen en extra personeel vereist. Om het verlies aan inkomsten gedurende stilligtijsen en de reparatiekosten tot een minimum te beperken dient bijgevolg een strategie te worden uitgewerkt die steunt op volgende pijlers:

2.5.2.1 *Maximale bedrijfszekerheid van de windturbines*

Offshore turbines hebben andere vereisten om tegen het corrosieve zeemilieu bestand te zijn dan turbines op het land. Daarom wordt er geopteerd voor een turbine die speciaal is ontworpen voor offshore toepassingen en niet voor een land turbine die werd aangepast aan offshore omstandigheden.

Gezien de locatie dient het ontwerp rekening te houden met het probleem van de beperkte toegankelijkheid. Daarom werd er bij de keuze van de turbine heel wat belang gehecht aan het "ontwerp in functie van maximale bedrijfszekerheid" zoals online technische diagnostiek, 'remote monitoring' en 'reset' systemen en permanente hijskranen.

Bij de selectie van de turbine werd ook de nodige aandacht besteed aan de "financiële draagkracht" van de moedermaatschappij. Zo biedt een beschikbaarheidgarantie en een 'full maintenance' contract van "General Electric" maximale zekerheid dat de contractueel vast gelegde verplichtingen wat betreft onderhoud van de turbines worden nagekomen.

2.5.2.2 *Afstandscontrole en bediening*

De begeleiding van het park gebeurt vanuit een controlegebouw aan land. Door afstandscontrole en -bediening en waar nodig door het aanbrengen van back-up systemen kunnen tijdrovende routine verplaatsingen naar de installaties tot een minimum worden beperkt. Door het geïnformatiseerd verwerken van gegevens uit inspecties, foutmeldingen en onderhoudswerkzaamheden kan het preventief onderhoudsprogramma geoptimaliseerd worden..

2.5.2.3 Onderhoud

De uitbater van een offshore windturbinepark beschikt op het gebied van onderhoudsstrategie over twee hoofdopties:

- zuiver correctief onderhoud: enkel herstellen van optredende storingen
- doorgedreven preventief onderhoud
- toestandsafhankelijk onderhoud

Allerlei mengvormen van beide strategieën zijn mogelijk. Het zuiver correctief onderhoud heeft als belangrijke nadelen de doorgaans hoge reparatiekosten door het niet tijdig detecteren van de storingsbronnen alsmede het grote productieverlies indien de herstelling door ongunstige weersomstandigheden niet meteen kan worden uitgevoerd.

Anderzijds kan doorgedreven preventief onderhoud van bepaalde, weinig storingsgevoelige componenten, leiden tot onnodig productieverlies en hoge vaste onderhoudskosten

C-Power nv kiest dan ook in samenspraak met de constructeur voor een strategie van een gecombineerd correctief, toestandsafhankelijk en preventief onderhoud in functie van de aard van de componenten. Hierdoor kan maximaal gebruik gemaakt worden van periodes met goed weer voor het uitvoeren van het toestandsafhankelijk en preventief onderhoud.

2.5.2.4 Aangepaste werk- en vaartuigen

Gezien het relatief grote aantal windturbines dat zal worden geplaatst wordt het economisch interessant om als uitbater te beschikken over aangepaste werk- en vaartuigen voor de uitbating en het onderhoud. Deze werk- en vaartuigen zijn:

- Een zeewaardige onderhoudsboot, tevens voorzien van de nodige peilinstallatie voor het monitoren van de erosiebescherming en van de morfologie van het parkgebied en de kabeltracés. Deze boot zal verbonden zijn aan het windturbinepark zodat snelle interventies, resulterend in maximale beschikbaarheid kan gegarandeerd worden. Het ontwerp van deze boot werd reeds uitgevoerd en garandeert maximale veiligheid voor het onderhoudspersoneel. C-Power is bereid dit onderhoudsschip om te vormen tot een multifunctioneel schip voor het uitvoeren van veiligheidstaken (zie ook onderdeel veiligheid)
- Een werkponton of hefplatform met kraan, voor het transport en de montage van "middelzware" wisselstukken. Aangezien het continu in stand-by houden van zware drijvende hefwerktuigen niet kostefficiënt is, vormt dit voor tal van windturbineparken een bijkomende onzekerheid wat betreft onderhoudskosten. Gezien de DEME groep echter tal van deze vaartuigen in eigen beheer heeft waardoor een hogere beschikbaarheid kan bewerkstelligd worden, heeft C-Power op dit vlak een duidelijk competitief voordeel.
- De vaartuigen opereren vanuit een onderhoudsbasis gelegen in de nabijheid van het bedieningsgebouw (bvb. de haven van Zeebrugge of Oostende). Verder zal er samengewerkt worden met een chartermaatschappij voor helikopters om dringende toegang via de lucht mogelijk te maken (vb. voor dringende interventies aan het transformator platform).

2.5.3 Ontmantelingfase

C-Power wenst haar bereidheid uit te drukken wat betreft het "herstellen van het mariene milieu in zijn oorspronkelijke staat". Gezien de looptijd van de concessie en de evolutie in technieken is het op dit moment onmogelijk reeds een correcte methodologie op te geven. Toch heeft C-Power getracht een overzicht te geven van de meest waarschijnlijke methodologie.

De windturbines worden volledig afgebroken en weggenomen. In het algemeen kan er gesteld worden dat wat betreft het in te zetten materieel, er beroep zal gedaan worden op gelijkaardig materieel als tijdens de bouwphase.

2.5.3.1 Windturbines

De demontage van de windturbines, inclusief de torens, gebeurt met dezelfde werktuigen als deze gebruikt bij de bouw van het park (zie 2.5.1.).

Afhankelijk van de looptijd van de concessie en de stand van de technologische ontwikkeling zijn er alternatieven mogelijk:

a) Verlenging van de ontwerplevensduur:

De windturbines kunnen, mits een degelijke revisie en de vervanging van bepaalde onderdelen, langer in gebruik worden gehouden dan de ontwerplevensduur van 20 jaar.

b) Weghalen van de windturbines:

Na het weghalen van de turbines, worden deze verschroot volgens het volgende scenario:

De metalen onderdelen: (staal, ijzer, koper)

- toren, gondel, mechanische componenten, naaf,...

Deze worden door gespecialiseerde firma's versneden en gerecycleerd.

De polyester onderdelen: (versterkt met glasvezel)

- wieken

Deze kunnen door gespecialiseerde firma's eerst versneden, gebroken en gemalen worden tot poeder waarna het in bepaalde productieprocedures terug kan gebruikt worden.

- vermenging in asfalt voor wegverharding.
- in bitumen voor dakbekleding of in betondallen voor terrasbouw.

Een ander alternatief voor polyesterafval is door verbranding op hoge temperatuur – vooral toegepast in de cementindustrie

- oliën:
 - transformatoren, tandwielkasten en hydraulische sturingssystemen:

Aan de hand van een staalafname vóór de ontmanteling wordt er een controle uitgevoerd op kwaliteit, nadien worden gespecialiseerde en gecertificeerde firma's geraadpleegd voor de recyclage ervan.

- kabel en elektrische apparatuur:
 - elektrische kabels van generator tot transformator - data kabels - computer- en sturingselektronica –

Ook hier wordt er voor de ontmanteling en de recyclage beroep gedaan op gespecialiseerde en gecertificeerde firma's.

2.5.3.2 Funderingen

C-Power engageert zich om de funderingen te verwijderen op basis van de best beschikbare technologie. De huidige best beschikbare techniek bestaat uit het verwijderen van de toren en het afzagen van de

funderingspalen tot op de vereiste diepte onder de zeebodem. Daartoe zal men eerst het zand aan de binnenzijde van de funderingspaal verwijderen door het te suspenderen en het zand te verpompen via een pomp die men laat zakken aan de binnenzijde van de funderingspaal. Van zodra de funderingspaal op de geschikte diepte is vrijgemaakt, kan men de funderingspaal doorsnijden aan de binnenzijde met onderwater snijtechnieken, waarna deze paal met behulp van een drijvende bok kan verwijderd worden.

Het bepalen van de "geschikte diepte" zal in overleg gebeuren met de bevoegde autoriteit. Op basis van de huidige kennis blijkt een diepte van 2 meter onder de zeebodem voldoende te zijn, doch dit zal onderzocht dienen te worden in functie van de toekomstige erosie. In ieder geval zal dit gebeuren op een dusdanige diepte dat deze afgezaagde funderingspalen geen milieuhinder meer kunnen veroorzaken, noch erosieverschijnselen kunnen induceren.

2.5.3.3 Erosiebescherming

De erosiebescherming zal verwijderd worden tijdens de ontmantelingfase. De meest voor de hand liggende techniek is het afgraven van de erosiebescherming laag van op een drijvend ponton. De verwijderde erosiebeschermingslaag zal getransporteerd worden naar het land en aldaar verder hergebruikt worden. Alvorens echter over te gaan tot het afgraven van stukken zeebodem" zal C-Power met de bevoegde autoriteiten de hieraan verboden milieueffecten beoordelen om aldus tot een oplossing te komen met minimale milieu invloed.

2.5.3.4 Kabels

De demontage van de componenten en de recyclage van de materialen gebeurt zoals bij een klassieke elektrische installatie.

In het Koninklijk besluit van 12 maart 2002 betreffende o.m. de regels voor het leggen van elektriciteitskabels in de territoriale zee wordt geen verplichting opgelegd om de mariene kabels te verwijderen. Wel wordt er op gewezen dat de "definitieve afstand in optimale en veilige omstandigheden en met respect voor het milieu" dient te gebeuren (Art.5-11°).

C-Power opteert toch voor het volledig verwijderen van de ingegraven kabels (zie 2.1.3).

3 ALTERNATIEVEN

3.1 NAAR LOCATIE

Strikt genomen zijn er in het kader van de vergunningsaanvraag, waarvoor deze MER relevant is, geen alternatieven naar locatie, aangezien deze beperkt is tot de toegekende concessie.

C-Power heeft echter twee vergunningsaanvraag dossiers ingediend voor het bekomen van een domeinconcessie. Het niet vergunde dossier kan daarom beschouwd worden als een alternatief.

Dit alternatief is de zogenaamde gegroepeerde inplanting zoals geïllustreerd in Figuur 1.2.1. De aldus bekomen oppervlakte ingenomen door het windenergiepark beslaat 18,1 km². Ook hier worden twee windmeetpalen voorgesteld, gelegen buiten dit gebied en een transformatorplatform in het midden van het gebied. De oppervlakte ingenomen door de voorgestelde inplanting omvat 13,57 km² (of 1/4e) van de oppervlakte van de Thorntonbank begrensd door de 20 m isobath. Voor een dergelijke inplanting is de verhouding geïnstalleerd vermogen ten opzichte van de totaal effectief ingenomen oppervlakte: 11,9 MW/km² voor 216 MW of 16,6 MW/km² voor 300 MW. Indien rekening gehouden wordt met een veiligheidszone van 500 m rondom de windturbines wordt een oppervlakte van 28,59 km² ingenomen wat resulteert in 7,6 tot 10,5 MW / km².

De dieptes in de concessiezone variëren tussen ± 10 en ± 25 m (bij gemiddelde laag laagwaterspringlijn) volgens de kaart D11 van AWZ. Rekening houdende met een getijdenverschil van 4,8 m varieert de werkelijke waterdiepte (golfhoogte niet meegerekend) tussen 10 en 30 m.

Daar waar relevant worden de milieu effecten van dit alternatief besproken.

Daarnaast bestaat er voor de Belgische mariene wateren geen ruimtelijk bestemmingsplan of is er voor windturbineparken geen strategische MER uitgevoerd om verschillende locaties op het BCP met elkaar te vergelijken. We wensen wel op te merken dat, in het kader van de milieueffectenbeoordelingen die uitgevoerd zijn voor de projecten van Seanergy op de Vlake van de Raan en voor C-Power op de Wenduinebank, er enkele criteria zijn uitgewerkt door BMM.

Binnen de concessie zijn er verschillende inplantingmogelijkheden, echter in het kader van de concessieverlening is er weinig ruimte om wijzigingen aan te brengen t.o.v. de bekomen concessie. In deze MER zal voor de alternatieven van locatie en configuratie in de eerste plaats de redenering voor de keuze en dimensies van de concessie toegelicht worden.

Bij de keuze van de concessiezone voor de inplanting van een windturbinepark zijn een aantal overwegingen in acht genomen. De evaluatie is gebeurd in verschillende fasen.

3.1.1 Uitgesloten zones.

Vooreerst werd een shortlist gemaakt van criteria die gebruikt werden om zones niet in aanmerking te nemen.

- ten eerste zijn zones die al een of andere natuurbeschermingsstatus genieten niet in overweging genomen. Dit houdt in dat het westelijke deel van de kustbanken, de zogenaamde Vlaamse Banken, die aangeduid zijn als Ramsar gebied en als Natura 2000 gebied niet in aanmerking kwamen. Dit gebied zou ook in aanmerking komen als er aan de Belgische kust een marien reservaat zou aangeduid worden.

- ten tweede is "de zone voor het laten ontploffen van oorlogsmunitie en oefenmijnen beNE ankergebied Westhinder" niet weerhouden.
- de zones met zeer intensief vaarverkeer en de vaargeulen zijn ook geschrapt als mogelijke zones.
- zones die reeds door toegekende concessieaanvragen niet meer in aanmerking kwamen
- zones die niet bruikbaar zijn omdat ze behoren tot de veiligheidszones van pijpleidingen en kabels zijn ook niet in beschouwing genomen
- op basis van het BMM advies voor de vlakte van de Raan blijkt dat er voorkeur gegeven wordt aan een locatie buiten de 12 mijlszone (advies pag 6: "Nieuwe vergunningsaanvragen voor zware bouwstructuren focussen daarom best op de verder gelegen zeegebieden van de Belgische Exclusieve Economische Zone (dus buiten de 12 NM). Buiten de 12 NM komt onder andere de Thornton Bank in aanmerking voor een mogelijke inplanting (onder voorbehoud van bijkomende studies die anders argumenteren)").
- de zone buiten de 24 mijlszone, vermits deze met de huidige technische ontwikkelingen nog niet gerentabiliseerd kunnen worden.

Volgens deze criteria werd nagegaan welke zones wegvallen, en werd verder een analyse gemaakt van de overblijvende gebieden. Deze laatste zijn weergegeven op onderstaande figuur.

Figuur 3.1.1: Weergave van de potentiële alternatieve gebieden voor een windturbinepark.

3.1.2 Andere zones

Voor de overblijvende zones werd verder een analyse gemaakt op basis van een aantal criteria die hierna besproken worden.

De kostprijs van de geproduceerde energie is direct afhankelijk van de investering van het project en van de onderhoudskosten. In het geval van hernieuwbare energieproductie, zoals dit windpark, is de invloed van kostprijs van grondstoffen (brandstof) quasi nihil. Om een project te kunnen realiseren moet het voor de aanvrager economisch haalbaar zijn. Er zijn verschillende factoren die qua locatiekeuze van belang zijn voor de economische haalbaarheid van het project. Deze zijn voornamelijk:

- **Waterdiepte op de locatie:**
Hoe dieper de bodem op de locatie, hoe groter de funderingen moeten genomen worden. Bij grote dieptes zijn niet alle funderingstechnieken doeltreffend en zijn de werken op zee complexer, wat in totaal de constructie en onderhoudskosten van het Windenergiepark opdrijven. Een evaluatiestudie uitgevoerd in opdracht van Greenpeace voor windenergie parken in de Noordzee concludeert dat de prijs van de funderingen stijgt met ongeveer 10 % indien de diepte toeneemt van 8 m naar 15 m (Söker et al, 2000). Algemeen stelt men vast, dat de kostprijs van de fundering stijgt met diepte, maar ook afhankelijk is van het type fundering. Daarom werd geopteerd om de waterdiepte te beperken tot 25 m.
- **Afstand tot de kust:**
Enerzijds hoe groter de afstand tot de kust, hoe groter de investering, hoe groter de onderhoudskosten en hoe groter de elektrische verliezen (Söker et al, 2000). Anderzijds hoe verder uit de kust hoe beter het windaanbod en hoe geringer de milieueffecten op het landschap en de avifauna. Het spreekt voor zich dat, de afstand tot de kust en de invloed hiervan op de kosten voor de kabel, de grotere vaarafstanden van het dichtstbijzijnde havengebied tot de locatie met als gevolg de langere vaartijden en de vermindering van het aantal werkbare dagen op zee, en de inzet van meer en ander materieel allemaal materiële factoren zijn die aanleiding geven tot belangrijke kostprijsstijgingen voor de bouw van een windturbinepark op dergelijke locatie op zee.
De maximale afstand tot de kust wordt mede bepaald door het geïnstalleerde vermogen (en wat er inkoppelbaar is op het stroomnet- zie verder) en de eerder besproken fysische randvoorwaarden (diepte van de site,...).

Teneinde alsnog een redelijke rentabiliteit voor een windturbinepark op grote afstand van de kust te bekomen, dient er bijgevolg een zeker schaaleffect bewerkstelligt te worden in vergelijking met nearshore windenergieparken, om aldus de kostenstijging van voornamelijk vaste kostprijselementen te kunnen verdelen over een groter geheel van geïnstalleerd vermogen. In het voorgestelde project heeft C-Power geopteerd om een windenergie park met de best beschikbare technologie rendabel te maken op een afstand van 27 km voor de kust. Toch blijkt dit de maximale afstand voor een rendabel windenergie project. Alle mogelijke alternatieven dicht bij de kust zullen rendabeler zijn. Mogelijke alternatieven buiten de 24 mijlszone worden niet meer beschouwd als rendabel, met de huidige best beschikbare technologie.

- Elektrische aansluiting:

In de nabijheid van de Belgische kust zijn op dit ogenblik 2 bestaande aansluitingspunten beschikbaar die een "grote" productiecapaciteit kunnen ontvangen: a) de hoogspanningspost van Slijkens en b) de hoogspanningspost van Zeebrugge.

Op basis van de beschikbare inkoppelingscapaciteit en de reeds goedgekeurde / aangevraagde concessies, en op basis van eerdere uitspraken wat betreft inkoppelbaarheid in vroegere projecten, heeft C-Power geopteerd voor een koppeling ter hoogte van de hoogspanningspost Slijkens.

- Kabeltracé:

Op elektrisch gebied wordt de afstand tot de kust bij voorkeur beperkt, om de investeringskosten laag te houden, de verliezen in de kabel te beperken en om verbindingen in de kabel in het offshore milieu te vermijden. Offshore verbindingen vormen een zwak punt in de kabel en geven aanleiding tot defecten. Gezien de cruciale rol van de 150 kV-kabel in het park, wordt dit risico bij voorkeur vermeden.

Bij de keuze van de tracés is er rekening gehouden met de tracés van bestaande en geplande leidingen en kabels. De inplanting moet bij voorkeur zo zijn opgevat, dat het kruisen van andere kabels en pijpleidingen vermeden wordt.

3.1.2.1 Kwalitatieve elementen:

In een volgende fase is een kwalitatieve evaluatie gemaakt van de resterende beschikbare zones. De voornaamste evaluatiecriteria zijn:

- veiligheid
- impact op de natuur
- maatschappelijk aanvaarding
- oppervlakte inname en productie efficiëntie
- economisch

VEILIGHEID:

In het kader van de veiligheid is bij de evaluatie van de locatie rekening gehouden met scheepvaartroutes, vliegzones, onderzeese pijpleidingen en kabels, militaire activiteiten, historiek van de sites, mariene aggregaat extractie, afstand tot de kust en radaractiviteiten.

Er is gestreefd de veiligheid van de bestaande scheepvaartroutes te bewaren en een verplaatsing ervan te vermijden. De inplanting is erop voorzien dat een voldoende grote veiligheidszone rondom het windturbinepark kan worden ingesteld. De scheepvaartroutes zijn geëvalueerd naar hun frequentie, gebruik, reglementering, mogelijke loodsplicht, radardekking.

Figuur 3.1.2: Afbakening van verschillende vlieggebieden

De inplanting houdt rekening met de aanwezigheid van aanliegzones van luchthavens en helikopter vlieggebieden.

De nabijheid van militaire gebieden is vermeden omwille van de eventuele gevaarlijke activiteiten en de manoeuvres die er kunnen plaatsvinden.

De inplanting van de windturbines tracht rekening te houden met de radaractiviteiten op zee. Schepen rondom het windturbinepark blijven best zichtbaar door minimum 2 radarposten. Anderzijds is de radardekking in grote lijnen beperkt tot de 12 mijlszone

NATUURLIJKE IMPACT:

Bij de keuze van de locatie is vooral rekening gehouden met impact op avifauna. In het algemeen wat fauna en flora betreft zijn vooral bestaande gekende belangrijke gebieden vermeden. Daarbij werd ook rekening gehouden met de ontwerpen van voorgestelde SPA's in het kader van de vogelrichtlijn en bestaande voorstellen van gebieden voor het Natura 2000 netwerk en bestaande Ramsargebieden. Deze gebieden werden niet als mogelijke alternatieven beschouwd wegens de te verwachten impact. Daarnaast is de afstand tot de kust dan weer belangrijk naar de impact op de migratieroutes. Hoe verder van de kust gelegen hoe kleiner de impact in principe zal zijn. Dit is echter ook afhankelijk van de beschouwde soorten. Ten slotte is ook rekening gehouden met bestaande criteria van BMM naar impact op natuur:

- Hinder voor trekvogelcorridors: er is uitgegaan van het gegeven dat de gecumuleerde obstructie van de trekvogelcorridor niet meer dan 1/3 mag bedragen.
- Habitatverlies: het maximale, cumulatieve habitatverlies voor de meest verstoringsgevoelige vogelsoorten mag niet meer zijn dan 25% van de totale specifieke habitat voor deze soorten.

MAATSCHAPPELIJKE AANVAARDING:

Om de visuele verstoring t.a.v. de omgeving te beperken worden de windturbines best zo ver mogelijk uit de kust geplaatst. Zoals reeds aangeduid in vroegere milieueffectenstudies wordt het aangeraden een strook van minimum 8 km tussen de kust en de inplanting van windturbines te vrijwaren. Deze afstand is gekozen naar analogie van Nederlandse bevindingen. (Milieueffectenrapport "nearshore windpark" Egmond aan Zee; Nederland). Daarboven is ook de wijze van inplanting van de windturbines t.o.v. de kustlijn van belang. (Zie ook bevindingen bij de bespreking van de visuele impact.)

Er is tenslotte getracht om de inplanting van windturbineparken te groeperen om zo de versnippering van windmolenprojecten tegen te gaan, zo zijn enkele project voorstellen gedaan voor de Vlake van de Raan en zijn er projectvoorstellen voor de Thorntonbank.

Wat betreft visserij was het moeilijk belangrijke kwalitatieve verschillen tussen de verschillende overblijvende locaties te vinden. Echter diepte, barrièrewerking en oppervlakte inname spelen hier een grotere rol.

BEPERKEN VAN DE OPPERVLAKE INNAME EN OPTIMALISATIE VAN PRODUCTIE EFFICIËNTIE

Naar aanleiding van de opmerkingen van het MER van C-Power op de Wenduinebank en andere projecten is er gestreefd een goed compromis te vinden tussen het beperken van de ingenomen oppervlakte en de optimalisatie van het productiecapaciteit. De site werd zodanig gekozen dat er nog ruimte is voor toekomstige uitbreiding en / of samenwerking met naburige windturbineparken.

Bij de locatiekeuze werd er zoveel mogelijk rekening gehouden met eerder geformuleerde adviezen of eerder bekend gemaakte richtlijnen. C-Power heeft voor beide inplantingen zich zoveel als mogelijk geconformeerd aan deze randvoorwaarden.

- voldoende afstand tot de Nederlandse grens
- minimale afstand van 500 meter tot kabels en pijpleidingen
- concentratie: er wordt gesteld dat er gestreefd dient te worden naar een geconcentreerde opstelling en configuratie van windturbineparken op zee boven een versnipperde opstelling.
- binnen de territoriale wateren mag een activiteit niet meer dan 8% van de totale oppervlakte innemen. (KB domeinconcessie – art. 14, 10°)

Rekening houdend met alle aangehaalde overwegingen kunnen de potentiële locaties zoals eerder geïdentificeerd op volgende wijze synthetisch beoordeeld worden.

Tabel 3.1.1: Synthetische evaluatie van de potentiële locaties

<i>locatie</i>	<i>oppervlakte (km²) bij benadering</i>	<i>afstand tot Oostende en Zeebrugge (km) bij benadering</i>	<i>Afstand kust (km) bij benadering</i>	<i>Vorm / richting</i>	<i>Relatieve veiligheid</i>	<i>Natuurimpact</i>	<i>Landschappelijke impact aan de kust</i>
0	17	40 / 30	27	Blok	hoog	Licht negatief	Zeër laag
1	23	35 / 50	19	Lijn ZW-NO	matig	Matig negatief	Matig
2	18	25 / 35	22	Blok	laag	Licht negatief	Zeër laag
3	9	35 / 47	29	Lijn ZW-NO	laag	Licht negatief	Zeër laag
4	9	55 / 40	36	Lijn WZW-ONO	hoog	Licht negatief	afwezig
5	13	40 / 45	40	Lijn ZW-NO	hoog	Licht negatief	afwezig
6	9	40 / 47	37	Lijn ZW-NO	hoog	Licht negatief	afwezig
7	26	36 / 50	32	Lijn ZW-NO	hoog	Licht negatief	afwezig
8	26	45 / 55	38	Lijn ZW-NO	matig	Licht negatief	afwezig
9	20	45 / 60	37	Lijn ZW-NO	laag	Licht negatief	afwezig

Bij de analyse van de tabel moet men ook rekening houden met het feit dat oppervlakten van minder dan 10 km² te klein zijn voor een rendabele exploitatie. Blokconfiguraties te verkiezen zijn boven lijnconfiguraties. De afstand naar de koppelingsstations (Zeebrugge of Oostende) is best zo klein mogelijk. De risico's zijn voor locatie 2 en 3 ook te hoog door de aanwezigheid van de ankerplaats Westhinder. Deze gegevens ondersteunen de keuze van de uiteindelijke locatie door C-Power op de Thorntonbank.

3.2 NAAR CONFIGURATIE

Voor de specifieke configuratie van de windturbines in de concessiezone is rekening gehouden met volgende factoren:

- Optimale inplanting t.o.v. de meest voorkomende windrichting om zoveel mogelijk energie te kunnen produceren. Dit wil dus zeggen dat een park in lijnopstelling haaks op de meest voorkomende windrichting (ZW) de meest optimale configuratie is wat betreft rendement in het Belgisch windklimaat.
Anderzijds, een lange lijnopstelling heeft een te grote impact op andere activiteiten waardoor dus slechts kleine lijnprojecten zouden kunnen gerealiseerd worden. Daarom is het efficiënt verschillende lijnen achter elkaar te plaatsen haaks op de meest voorkomende windrichting.
- De energie efficiëntie dient gemaximaliseerd te worden, dwz het opgewekte vermogen per km² concessie is een belangrijk criterium voor het beoordelen van de intensiteit van gebruik. Anderzijds kan het te verkiezen zijn de afstand te vergroten om een doorgang te creëren (migratie) of om de wederzijdse impact te verminderen.
- Een te compacte inplanting resulteert in effecten op de windsnelheid en de turbulentie. De negatieve effecten zijn niet enkel verliezen door een verminderd vermogenopwekking in volgende windturbines, maar ook de levensduur van de turbines wordt verkort in het geval van een te compacte opstelling.
Anderzijds, een compacte inplanting vermindert de lengte van de kabels en is dus economisch voordelig.
- De visuele impact hangt af van de configuratie t.o.v. de kust. Lijnen loodrecht op de kust zijn aanvaardbaarder dan evenwijdig met de kust. Een gesloten opstelling zal van op diverse locaties steeds in een kleinere hoek zichtbaar zijn dan uitgerekte inplantingen.
- De configuratie is belangrijk naar impact op de migratie van vogels. Hier is een opstelling evenwijdig met de kust te verkiezen t.o.v. een inplanting loodrecht op de kust.

Het is duidelijk dat naar configuratie de verschillende factoren niet verenigbaar zijn en soms tegengesteld.

De optimale inplanting is bijgevolg de toepassing van het beste compromis waarbij op vlak van windaanbod op een zo efficiënt mogelijke wijze gebruik wordt gemaakt van de beschikbare oppervlakte zonder dat dit te belastend is voor milieu en omgeving.

De configuratiekeuze:

Als vuistregel worden volgende minimale afstanden bij de inplanting in acht genomen: 5 X rotordiameter tussen de windturbines loodrecht op de meest voorkomende windrichting en 7 X rotordiameter voor de windturbines die op rij achter elkaar staan in de richting van de wind. (7 D x 5 D). De kleinste afstand (5 x D) is ook de minimum voorgeschreven afstand in de documentatie van de fabrikant GE Wind Energy. De exacte afstand tussen de rijen varieert van rij tot rij en werd via een speciaal hiertoe ontworpen software pakket gemodelleerd.

Als men vergelijkt met beschikbare informatie uit grote offshore projecten in het buitenland, in ontwikkeling of in uitvoering, is de dichtheid van inplanting (n/km² en MW/km²) van C-Power groter of vergelijkbaar:

- Horns Rev (Denemarken) 49 D² of 7 D x 7 D omdat de wind minder uitgesproken uit 1 richting komt. (Vooropgestelde rotordiameter 80 m)
- Rødsand (Denemarken) ±60 D² of 10,3 D x 5,8 D (Vooropgestelde rotordiameter 82,4 m)
- Q7 (Nederland) 64 D² of 8 D x 8 D (vooropgestelde rotordiameter van 66 m) of 43,5 D² of 6,6 D x 6,6 D indien de rotordiameter 80 m wordt.
- NSW (Nederland) volgens de voorstudie (Haskoning 1997) wordt ook hier naar de regels van de kunst verwezen (8 à 10) D x (5 à 6) D.

3.3 NAAR KABELTRACÉ

Op basis van eerdere studies en adviezen blijkt dat technisch gezien, post Slijkens de beste mogelijkheid biedt wat betreft aansluitbaarheid. Een ander alternatief is de aanleg van de kabels naar de hoogspanningspost in Zeebrugge. Dit traject is ongeveer 6 km korter. Het grote probleem bij dit tracé is dat dit zou vereisen dat substantiële investeringen worden uitgevoerd aan het 150 kV net opdat dit de geleverde energie uit het windenergiepark zou kunnen opnemen. Dit maakt dat de haalbaarheid van het project in zulk een geval zwaar gehypothekeerd is en tevens afhankelijk is van de uitvoerbaarheid van de noodzakelijke netaanpassingen. Dit werd recent bekrachtigd in het CREG advies over de verschillende projecten op de Thorntonbank waarin gesteld werd dat 300 MW niet inkoppelbaar is te Zeebrugge.

Wat betreft alternatieven op het vlak van het tracé kunnen twee mogelijkheden aangehaald worden:

- Geen bocht omheen de individuele zandconcessie van de NV. Belmagri: In het geval er een toelating zou bekomen worden om doorheen de individuele zandconcessie van de NV Belmagri de 150 kV kabels aan te leggen dan zou het kabeltracé met ongeveer 1.105 meter verkorten.
- Een zo kort mogelijke verbinding tussen het transformatorplatform en Oostende: Een zo kort mogelijke verbinding naar Oostende toe zou impliceren dat zowel de SPA als de Wenduinebank dienen doorkruist te worden. Om echter de hinder voor de vissers te minimaliseren stelt C-Power voor om toch het eerder beschreven tracé te volgen.

3.4 NAAR WIJZE VAN UITVOERING

Voor verschillende aspecten van de uitvoer bestaan een aantal alternatieven. Deze zijn:

3.4.1 De fundering

Er bestaan verschillende mogelijke wijzen om de windturbines te verankeren. In essentie komt dit neer op vier types: een drijvende, een monopaal /driepoot, een graviteitsfundering en een zich vastzuigende fundering.

De drijvende fundering is slechts zinvol in omgevingen met grote waterdiepte, d.w.z. bij diepten tussen 75 tot 500 m. Daarnaast blijkt dat de prijs van zulk een systeem ook beduidend hoger is dan van de vaste funderingssystemen.

De graviteitsfundering is gebruikt geweest bij de windturbines van Vindeby en Middelgrunden (DK). Bij deze type fundering wordt een zware ballastvoet gebouwd waarop de volledige structuur verder aangebouwd wordt. Hierbij wordt de turbine niet in het sediment geheid, maar staat deze op het sediment. Deze structuur is vrij gevoelig voor de hydrodynamische belasting. Daardoor is de structuur minder geschikt voor waters dieper dan 10 m en in zones met grote stromingen. Daarnaast vereist de methode ook een belangrijke erosiebescherming. Uit het gedetailleerd grondonderzoek en de site-surveys zal uitsluitend gegeven kunnen worden over het eventueel nog haalbaar zijn van deze techniek, aangezien de plaatsing in diepere waters geenszins evident is. Aanzuigende funderingen zijn ook niet geschikt voor de bodemtypes van de Belgische territoriale wateren.

Monopalen zijn momenteel de meest gebruikte oplossing als fundering voor offshore windturbines. Technische analyses wijzen uit dat de maximale diepte waarop deze techniek kan gebruikt worden afhankelijk is van het bodemtype maar zich rond 25 m situeert. Echter de toepassing ervan is ook afhankelijk van de keuze van turbine. Sommige grote turbines veroorzaken zeer grote belastingen waardoor een overgang naar een driepoot ook kan aangewezen zijn voor kleinere dieptes. Vanuit technische stand is de techniek relatief eenvoudig. De voornaamste nadelen zijn dat het gevoelig is voor metaalmoeheid tengevolge van hydrodynamische belasting.

De driepoot is een lichtere techniek, die best bruikbaar is in water dieper dan 7 m. Technisch is de fundering complexer, en ook moeilijker te transporteren. De techniek is ook iets duurder dan de monopaal in kleinere dieptes, maar met een vergelijkbare kostprijs op grotere diepten. Anderzijds veroorzaakt de driepootstructuur beduidend kleinere erosieputten, en vereist dus theoretisch kleinere erosie bescherming.

3.4.2 Het vermogen van de turbine

Het vermogen van de windturbines blijkt, binnen bepaalde grenzen, relatief weinig effect te hebben op de te verwachten milieueffecten. Er kan dus in principe steeds geopteerd worden voor de hoogst mogelijke opbrengst of de best beschikbare technologie voor de installatie van de turbines. Een belangrijke opmerking daarbij is dat het echter moet gaan om een technologie die voldoende betrouwbaar is.

Teneinde ten allen tijde conform te zijn met de bepalingen van artikel 3, 3° van het "Koninklijk besluit betreffende de voorwaarden en de procedure voor de toekenning van domeinconcessies voor de bouw en de exploitatie van installaties voor de productie van elektriciteit uit water, stromen of winden, in de zeegebieden waarin België rechtsmacht kan uitoefenen overeenkomstig het internationaal zeerecht" (hierna genoemd KB domeinconcessie), wenst C-Power te benadrukken dat de 3,6 MW Offshore GE Wind Energy turbine wordt beschouwd als zijnde de beste beschikbare technologie op dit moment. Gezien echter de snelle evolutie van de offshore windturbines en gezien de aanzienlijke tijd die de vergunningsaanvraag in beslag neemt, houdt C-Power ernstig rekening met het feit dat grotere turbines (5 MW) beschikbaar zullen zijn op het moment van het bouwen van het windturbinepark (2005-2006).

Overzicht van de prototypes operationeel in aanbouw en in ontwikkeling

- 1) REpower – 5 M – 5 MW – RD = 125 m

November 2003 plaatsing van het eerste prototype, 5-zero serie voorzien tegen 2004.

Serieproductie voorzien tegen 2005.

- 2) NEG MICON – NM 92 – 2 MW – RD = 92 m ; 3,2 en 4,5 MW.

de NM 92 – 2,8 MW Offshore WTG is commercieel beschikbaar.

De prototypes 3,2 MW en 4,5 MW zijn in aanbouw. Proefopstellingen voorzien in Duitsland voor 2003, eind 2003 commercieel beschikbaar.

- 3) ENERCON – E122 – 4,5 MW – RD = 112 m

Eerste proefopstelling van de E112 – 4,5 MW werd gebouwd in de herfst van 2002 in Maagdenburg (D); een tweede is voorzien in Wilhelmshaven in 2003.

De serieproductie is voorzien in 2003, ook de offshore versie ervan.

- 4) NORDEX –

Nordex ontwikkelt een 5 MW offshore windturbine.

De plaatsing van de eerste 5 MW machine kan nog voor 2005.

Nordex heeft reeds een contract getekend voor 70 x 5 MW voor installatie in 2005 (Pommersche Bucht project ten noorden van Duitsland.)

5) BONUS - 3,5 MW – RD = +100 m

Bonus is druk bezig met de ontwikkeling van een 3,5 MW windturbine.

Geen melding van proefopstelling noch voorspellingen met betrekking tot commercialisatie van dit type.

6) VESTAS – V90 – 3,0 MW – RD = 90 m

De eerste van een 0-serie VESTAS V-90 WTG met een vermogen van 3 MW en een rotordiameter van 90 m werd in mei 2002 opgestart.

De prototypes zullen 6 maanden proefdraaien teneinde de nodige certificaten te bekomen (PV en type) en zullen in 2003 commercieel beschikbaar zijn.

Turbowinds, aandeelhouder van C-Power, is bovendien zelf actief betrokken bij de ontwikkeling van de REpower 5 MW windturbine.

REpower heeft reeds meer dan 200 x 1,5 MW machines operationeel en is actief bezig met de ontwikkeling van een offshore 5 MW machine, waarvan het eerste prototype in November 2003 in Duitsland zal geplaatst worden. Een zero-serie van 5 x 5 MW is voorzien tegen 2004.

Na het bekomen van de nodige technische certificaten (begin 2005) wordt de serieproductie opgestart.

C-Power gaat samen met Turbowinds de ontwikkeling van de M5 van nabij volgen en beschouwt de M5 als mogelijke één van de optionele windturbines als "Best beschikbare technologie" tegen 2005.

3.4.3 Het ingezette materieel

Hierbij gaat het in principe om schepen en hijspontons. Bij het gebruik van de schepen kan er op gelet worden dat gebruik gemaakt wordt van lage emissie brandstoffen. Als dusdanig zijn er geen echte alternatieven voor het in te zetten materieel, aangezien het hier steeds om zeer gespecialiseerd materieel gaat.

Voor de aanleg van de kabels wordt primair geopteerd voor het gebruik van jetting installaties.

3.4.4 Erosiebescherming

In plaats van een voorziening te treffen om erosie tegen te gaan, kan ook geopteerd worden de funderingen te verstevigen rekening houdend met de erosie. De dimensies van deze funderingen zouden (in het geval van monopaal funderingen) hierdoor waarschijnlijk zodanig groot worden dat het project economisch niet haalbaar zou zijn. In dit project wordt ervan uitgegaan om een erosiebescherming aan te brengen. In het geval van een driepootfundering bestaat, gezien de kleinere erosieputten, ook de mogelijkheid om geen erosiebescherming aan te brengen. Een laatste alternatief bestaat erin om de ondergrond lokaal te consolideren om erosie tegen te gaan. Hierdoor is de schade voor het milieu echter onomkeerbaar.

3.4.5 Kabellegging

Jetting is de techniek die hoogstwaarschijnlijk gebruikt wordt voor het inbedden van de kabel in de bodem over het merendeel van het tracé. Alternatieven zijn ploegen of injectoren. Een laatste alternatief is het uitbaggeren van een geul waarin de kabel gelegd wordt. Er valt te verwachten dat deze laatste drie technieken echter een grotere milieuverstoring veroorzaken dan jetting. Voor de kruisingen van de vaarroutes is er waarschijnlijk geen valabel alternatief voor de combinatie van baggeren en jetting.

Een ecologische beter alternatief voor het gebruik van breuksteen en beschermingsmatten bij het kruisen van andere kabels en pijpleidingen is dat ondergraven wordt in plaats van te overkruisen. Dit is echter vanuit technisch en economisch oogpunt hoogstwaarschijnlijk onhaalbaar.

4 BESCHRIJVING EN BEOORDELING VAN DE MILIEU-EFFECTEN PER DISCIPLINE

4.1 BODEM

4.1.1 Referentiesituatie

4.1.1.1 Locatie van het onderzoeksgebied

Het studiegebied bevindt zich in het zuidelijk deel van de Noordzee, op het Belgisch Continentaal Plat (BCP). De gemiddelde waterdiepte op het BCP is ongeveer 20 m met een maximum diepte van 35 m. Het BCP wordt gekenmerkt door een aantal zandbanken die gegroepeerd worden in de Kustbanken, de Vlaamse Banken, de Hinder Banken en de Zeelandbanken. De Kustbanken en de Zeelandbanken zijn nagenoeg parallel aan de kustlijn dit in tegenstelling tot de Vlaamse en Hinder Banken waarvan de as van de zandbank een duidelijk hoek vertoont t.o.v. de kust.

De zeebodem van het BCP bestaat voornamelijk uit zand (0,05-2 mm diameter), geringe hoeveelheden silt (0,002-0,05 mm) en grind (> 2 mm). Bijna al het zand op de huidige zeebodem werd aangevoerd tijdens de laatste ijstijd, toen de Noordzee droog lag. Het zand is sindsdien herhaaldelijk omgewoeld onder invloed van vloedgolven en golfbewegingen. In ondiep water kan er ook een krachtige (tijdelijke) waterverplaatsing zijn door de wind. De belangrijkste stroomrichting waarlangs sedimenten vervoerd kunnen worden langs de kustlijn is vanuit het zuidwesten naar het noordoosten. Deze richting kan veranderen door krachtige stormen uit noordwestelijke richting of, meer frequent, ingetoomd worden door wind in zuidwestelijke richting (Lanckneus et al., 2001). Fijne sedimenten worden continu afgezet en opnieuw in suspensie gebracht waarbij de concentraties verschillen in functie van de getijdencyclus en van hydro-meteorologische omstandigheden. Sedimenten met een korrelgrootte groter dan 210 µm worden in het algemeen getransporteerd door het gebied, terwijl korrelgroottes groter dan 250 µm enkel getransporteerd worden in de geulen onder sterkere hydrodynamische omstandigheden. De grove korrelfractie die langs de geulen wordt getransporteerd, speelt een belangrijke rol in de opbouw van de zandbanken (Van Lancker, 1999). Het effect van de oppervlaktegolven langs de kust blijft meestal beperkt tot een waterdiepte van 10-15 m, waar het grootste deel van de zandverplaatsing gebeurt. Zand wordt vooral vervoerd via stuwing nabij de zeebodem en wordt alleen omhoog gewerveld bij sterke stromingen. Dit is vooral het geval in de brandingzone of in ondiepe delen, bijvoorbeeld op zandbanken tijdens een storm. Modellen tonen aan dat het residueel sedimenttransport langs de zandbanken in wijzerzin verloopt: naar het noordoosten aan de westelijke flank van de banken en naar het zuidwesten aan de oostelijke flanken van de bank (Van den Eynde, 2001).

De processen verantwoordelijk voor de vorming van de algemene hoge turbiditeit nabij de kust zijn de stromingen en de invoer van gesuspenderde deeltjes langs de Straat van Calais naast de kleine bijdrage van erosie van tertiaire kleilagen in de geulen. Door het verminderen van het noordoostelijk residueel transport van sediment uit de Straat van Calais en de ondiepte van het gebied, worden de gesuspenderde deeltjes geconcentreerd in de Belgische-Nederlandse wateren en wordt de turbiditeit maximaal gecreëerd nabij Zeebrugge. In de diepere delen neemt de turbiditeit af ten opzichten van de ondiepere delen.

Op het BCP wordt silt (2 µm – 63 µm) zwevend vervoerd. Silt bestaat vooral uit minerale korrels (zoals kwarts, veldspaat en glimmer) en organische substanties die aggregatie van de deeltjes veroorzaken. De organische substantie in het silt dient als voeding voor een groot aantal organismen, maar velerlei verontreinigende stoffen hechten zich ook aan de siltfractie.

De grindafzettingen voor de kust van België en Zeeland werden door rivieren meegevoerd tijdens glaciële periodes toen de rivieren in een droge zeebodem stroomden. Tussen dit grind werden zand en silt afgezet.

4.1.1.2 Morfologie en morfodynamiek

De Thorntonbank is de meest noordelijke gelegen bank die parallel is met de kust en is gedefinieerd op de zeekaarten door de 20 m isobaar (Figuur 4.1.1). De bank heeft een typische langwerpige vorm met een NO-ZW oriëntatie. Verder naar het noordoosten gaat de bank over in de Rabsbank gelegen op het Nederlands Continentaal Plat. De totale lengte op het BCP bedraagt 18 km met een minimale breedte van 2 km in het uiterste westelijk deel en een maximale breedte van 4,5 km. De totale oppervlakte van de bank bedraagt 57,3 km² op het BCP.

De morfologie is complex met aan het westelijke uiteinde verschillende uitlopers in noordelijke richting. Het dwarsprofiel van de bank is asymmetrisch, met een steile zuidelijk flank die over gaat in een kust parallel geul met maximale waterdieptes van ongeveer 35 m. Naar het noorden toe gaat de bank met een zwakke helling over in een normaal zeebodemgradiënt. De kam van de bank heeft een gemiddelde diepte van 13 m met een ondiepste zone ter hoogte van de meest zuidelijke rij van het oostelijke deel van de inplanting (ongeveer 6 m). Dit betekent dat de sedimenten van de kam nog onder invloed staan van de golfwerking. De Thorntonbank heeft in zijn algemene morfologie een landwaartsgerichte steile helling (Van Lancker, 1993), deze steile flank is geïnterpreteerd als een erosieoppervlak geërodeerd door de sterke getijdenstromingen langs de flanken (Houthuys, 1989, Van Lancker 1999). In het algemeen is aangenomen dat de bankmorfologie stabiel is voor de Vlaamse banken en dat er geen significante migratie optreedt (Van Cauwenberghe, 1966 en 1971).

De Thorntonbank wordt gekenmerkt door megaribbels (grote zandgolven, geschatte dimensie 5-8 m). In het westelijke deel van de bank vertonen de bodemstructuren een rechte kamlijn in NNW-ZZO richting. Deze regelmatige structuren hebben een golflengte tussen 150-200 m en een geschatte hoogte van 2 m (Patrick Schotte, pers com). Dit regelmatig en rechtlijnig patroon van megaribbels is zichtbaar over het volledige westelijk deel van de bank waar de kamlijn in dieper water is gelegen.. Naar het oosten toe komen barchaanribbels voor met een golflengte tot 800 m tussen de verschillende hoofdkammen en 650 m tussen nevenkammen. De S-vormige barchaan ribbels hebben een geschatte hoogte van ongeveer 5-6 m en vertonen verschillende kleinere vertakkingen die loodrechtstaand op de hoofdkamlijn voorkomen. De oriëntatie van de kamlijnen is NNW-ZZO. De verschillende bodemstructuren zijn gescheiden door een gebied waar nauwelijks ribbels voorkomen. De rechtlijnige zandribbels staan loodrecht op de meest voorkomende getijdenstromen. In de diepere delen (dieper dan 15 m) zijn deze structuren voornamelijk getijde gedomineerd. De complexe S-vormige ribbels komen voor in ondiepere delen van de bank en zijn naast de getijdenstromen voornamelijk golf (wind) gedomineerd.

De grote duinstructuren vertonen een complexe en dynamische opbouw onder invloed van getijdestromingen. Daarenboven kan een asymmetrie voorkomen door lokale hydrodynamische veranderingen (storm, stromingen, etc) die tijdelijk getijdestromingen in een bepaalde richting versterken. De migratie van grote duinen voor de Belgische kust zijn niet significant en zijn eerder onderworpen aan oscillerende bewegingen resulterend in een kleine netto migratie (Lanckneus en De Moor, 1991, Van Lancker, 1999).

Daarenboven kunnen megaribbels (zoals duinen en golven) zich enkel vormen in zones met een grote beschikbaarheid van middelmatig grof zand, wat indicatief is voor recente sedimenttransportprocessen (Van Lancker 1999, Van Lancker et al, 2000).

Zoals reeds beschreven vertonen de megaribbels een verschillende asymmetrie naargelang hun locatie op de bank. De residuele vloedstroom is verantwoordelijk voor de vloedasymmetrie van de bodemstructuren op de westelijke bankflank en in het oostelijk deel van de geul en leidt de residuele

ebstroom tot een ebasymetrie op de oostelijke bankflank en in het westelijk deel van de geul. Dit mechanisme is verantwoordelijk voor een convergentie van zand naar de bankas toe wat leidt tot een sedimentophoping op de banktop. Het residueel transport van het sediment kan exclusief naar het noorden of zuiden zijn of kan uit twee verschillende richtingen komen met gelijke belangrijkheid.

Dergelijke hoge zandgolven zijn niet uitzonderlijk op het BCP en komen verder nog voor op het noordelijke uiteinde van de Vlaamse Banken en in het noordelijk deel van de Hinder Banken en de Gootebank. Hoge zandgolven werden eveneens opgemerkt nabij de kinken die voorkomen bij een aantal zandbanken. Kleinere bodemstructuren zoals ribbels komen op hun beurt voor op deze duinstructuren.

Het projectgebied ligt op het breedste en meeste oostelijk deel van de Belgische Thorntonbank ongeveer 30 km van de Belgische kust. Het breedste deel van de bank is tevens de ondiepste zone van de bank met een minimum diepte van ongeveer 6 m. Naar het westen neemt de diepte langzaam toe en gaat de helling over in een normale zeebodemgradiënt. Het meest westelijk deel zich in de zone met regelmatige rechtlijnige megaribbels. Het tweede gedeelte dat oostelijk gelegen is bevindt zich in de zone met barchaanribbels.

Het sedimenttransport gebeurt voor het merendeel in suspensie (voor de fractie fijn zand $< 210 \mu\text{m}$), terwijl de grovere fractie vooral over de bodem vervoerd wordt. Uit modellen van het sedimenttransport blijkt dat dit in noordoostelijke richting plaatsvindt aan de westkant van de zandbanken en in zuidwestelijke richting aan de oostkant van de flanken (Van Den Eynde, 1999).

Het sedimenttransport ter hoogte van de inplanting van het wind energie park is complex zoals weergegeven in Figuur 4.1.2. Aan de noordelijke flank van de bank verloopt het sedimenttransport voornamelijk in noordoostelijke richting, wat duidt op een belangrijke factor van vloeddominerende stromingen. Opmerkelijk is dat volgens de kaart het sedimenttransport ten Z van de bank in noordoostelijke richting verloopt, tegen de meest voorkomende windrichting in. Wellicht moet dit modelleringsresultaat genuanceerd worden en verloopt het transport eerder in ZW richting volgens de ebstroom. Deze verandering in sedimenttransport worden gereflecteerd in de kleinschaligere bodemstructuren.

Er bestaat geen globaal sedimentcijfer voor het Belgisch Continentaal Plat. Lanckneus (2001) schat echter dat er jaarlijks 5 tot 20 miljoen ton materiaal in noordoostelijke richting langs de Franse, Belgische en Nederlandse kustlijn verplaatst wordt. Een gedetailleerde bathymetrische kaart gebaseerd op multi-beam zal in de nabije toekomst gepubliceerd worden door het Ministerie van Economische Zaken op basis van een multi-beam survey. Deze kaart zal een meer gedetailleerde studie van de verschillende bodemstructuren toelaten.

Figuur 4.1.1: Algemene situering van het project

Figuur 4.1.2: Uittreksel uit de kaart van het Budgetproject rond natuurlijk zandtransport op het BCP, met de resultaten (vectoren) van het zandtransportmodel grid 750 m * 750 m (BMM, 2000) voor het gebied waarop het project betrekking heeft (Lanckneus et al. 2001).

4.1.1.3 Geologie

Het Belgisch bekken vormt een baaiachtige extensie van het meest zuidelijke Noordzeebekken en kan gedefinieerd worden als een intracratonisch bekken op het continentale plat. Het bekken heeft zich gevormd op het Londen-Brabant Massief, een betrekkelijk stabiel continentaal blok uit het Paleozoïcum (570-250 mln. jaar geleden), dat niet overstroomd werd voor het Boven Krijt (65 mln. jaar geleden). Tijdens het Tertiair (65-1,6 mln. jaar geleden) subsidieerde het blok en werd overspoeld. Gedurende het gehele Paleoceen (65-23 mln. jaar geleden) bleef het een ondiepe omgeving op het continentaal plat en werd het gebied periodiek overstroomd in tijden met een relatief hoog zeepeil. De waterdiepte tijdens

deze hoogwaterperiodes kwamen waarschijnlijk nooit boven 100 m. In het Paleoceen reikte het bekken tot Parijs; het bereikte zijn maximale afmeting en diepte in het vroege Eoceen (56-42 mln. jaar geleden). Sindsdien is het bekken smaller geworden en werd in het zuiden ingesloten door de Weals-Artois bodemverheffing. Deze versmalling resulteerde in het ontstaan van de huidige hydrodynamische toestand als een dynamische, efemere zuidelijke Noordzee verbinding met de Atlantische Oceaan. Dit leidt tot de opbouw van sterke getijdenstromingen, die door de trechter van het Nauw van Calais stromen. Wanneer deze afnemen in de verbredende zee laten zij hun lading vallen en hieruit ontstaan de vaste sedimentformaties, waarvan de Vlaamse zandbanken voor onze kust klassieke voorbeelden zijn.

Tijdens het Neogeen (23-1,6 mln. jaar geleden) was er nauwelijks enige sedimentatie, omdat het depocentrum noordwaarts opschoof tot in het hoofdbekken van de Noordzee. De bovenste laag van het Tertiair substraat is een erosieoppervlak dat de noordelijke hellende (0,5%) Tertiaire lagen snijdt. In het onderzoeksgebied worden door de geulen de 'formatie van Maldegem' en de 'formatie van Boom' aangesneden. Beide formaties bestaan uit klei en staan bekend als resistente lagen. In het Quartair (1,64 mln. jaar geleden tot nu) kwam het gebied herhaaldelijk droog te liggen als gevolg van glacio-eustatische schommelingen van de zeespiegel. In het Holoceen (10 k jaar tot nu) bleef het overstroomde BCP in wezen sedimentarm.

Door de erosie van getijdenstromingen ontstond er in deze situatie parallel met de kust een diep kanaal, dat werd opgevuld met grof zand in evenwijdige zandbanken, die nu zichtbaar zijn in het reliëf door differentiële erosie. Binnen korte tijd werden enorme hoeveelheden materiaal uit het Kanaal in de Noordzee gestuwd.

De formatie van de kust op zich veranderde ook voortdurend tijdens de geologische geschiedenis door een combinatie van absolute zeespiegelschommelingen en verschillende tektonische bewegingen, en niet te vergeten de eigen evolutionaire erosie of, veel belangrijker en vaak vergeten, de opvulling door sedimentatie.

Gedurende het Caenozoïcum waren er in de bekkengeschiedenis periodes van regressie die gekenmerkt worden door continentale afzettingen gevormd in meren, rivieren of door de wind en ontstonden er paleobodems. De sedimenten veranderen geleidelijk tijdens de ontwikkeling van het bekken van biokalkafzettingen van het Maastrichtse tijdperk (Krijt) tot de siliciklastische elementen van de hedendaagse Vlaamse baai. De schaarsheid of overvloed van sedimentdeeltjes en de aard ervan zijn in wezen echter afhankelijk van de geomorfologie van het omringend land. En dit laatste hangt op zijn beurt weer hoofdzakelijk af van de geschiedenis van de bodemverheffing. De bodemverheffing van het Ardennenmassief is pas onlangs belangrijk geworden in de geschiedenis van het BCP en heeft daarom geen wezenlijke bijdrage geleverd tot de geologische geschiedenis van het bekken. Sinds het Quartair leveren de Alpen een zeer grote bijdrage tot de sedimentatie, na een lange drainage-evolutie van de Rijn. Als gevolg hiervan speelden de oostelijke grensstreken slechts een kleine rol gedurende het Tertiair, maar zijn de belangrijkste bijdragers in het recent geologisch verleden.

De aard van de Quartaire afzettingen wordt bepaald door de interactie tussen glaciale en interglaciale processen. In het vroeg Pleistoceen verdween de Noordzee van het huidige BCP. Eerst werd het begrensd door een brede waddenbodem, daarna door uitgestrekte getijdenvlakten. Dit zijn natuurlijke omgevingen die zeer gevoelig zijn voor kleine zeespiegelschommelingen.

Tijdens de glaciale periodes lag de zeebodem grotendeels bloot, was het land veel minder dichtbegroeid en bestond er een toendralandschap. In deze omstandigheden is de erosie van het land aanzienlijk; rivieren zoals de Rijn en de Maas transporteerden grote hoeveelheden zand en grind naar het laaggelegen Noordzeebekken. Vooral in het vroege Pleistoceen werden er op deze manier dikke lagen delta-afzettingen gevormd in de zuidelijke Noordzee. In die periode bestonden de sedimenten hoofdzakelijk uit mariene klei en silt, met verschillende erosieniveaus die verband hielden met de schommelingen in de zeespiegel. De geschatte ouderdom van de huidige Vlaamse baai en de Straat van Calais bedraagt niet meer dan ongeveer 20 k jaar. De zandbanken werden gevormd in de laatste 6 k jaar

van de Vlaamse stijging van de zeespiegel. Seismisch onderzoek uitgevoerd door de Universiteit van Gent (Marechal en Henriët, 1983, 1986) heeft aangetoond dat de dikte van de Quartaire laag minder dan 2,5 m bedraagt in het grootste deel van de geulen in het Belgisch Continentaal Plat, waar eveneens door locale erosie de Tertiaire klei dagzoomd. Op de zandbanken kan de Quartaire deklaag oplopen tot 20 m. Specifiek voor de Thorntonbank bedraagt de quaire deklaag ongeveer 16 m nabij de voet (BGD boring 999A,), in de geulen is het Quartaire sterk gereduceerd tot ongeveer 2,5 m of minder. Ten zuiden en ten noordoosten van de Gooten bank zijn geen Quartaire afzettingen waargenomen (Lanckneus et al, 2001). De onderliggende Tertiaire lagen zijn voor het oostelijk deel van de Thorntonbank van de Maldegem formatie (klei) en voor het westelijk deel bestaan de onderliggende lagen uit de Aalter formatie (zand en klei) en vervolgens aan de westelijke tip uit de zanden van Vlierzele.

Tijdens de laatste ijstijd (ca. 18 k jaar BP) was de Noordzee bedekt met een ijskap. Aan het eind van de laatste ijstijd (rond 10 k jaar geleden) week het ijs volledig terug uit de Noordzee. Als gevolg van het ijsdek was er een algemene daling van het landniveau in het Noordzeegebied. De Nederlandse kust bijvoorbeeld is in de laatste 6 k jaar BP gedaald met een gemiddelde van 1,5 mm per jaar.

Sinds het begin van de vorige eeuw bestaat er een relatieve stijging van de zeespiegel van 1 tot 2 mm per jaar. Door de algemene opwarming van het klimaat steeg de zeespiegel met een gemiddelde ratio van 1,5 mm/jaar. Een tweede gevolg van de algemene opwarming is dat de hoogwaterspiegel langs de Belgische-Nederlandse-Duitse kust toegenomen is met 3,5 tot 6 mm per jaar.

4.1.1.4 Granulometrie van het sediment

De zandbanken op het BCP vertonen een complexe geologische opbouw die het resultaat is van verschillende evolutiefasen (Lanckneus et al., 2001). Dit heeft als gevolg dat de sedimenten een zeer verscheiden karakter hebben en kunnen variëren van klei tot grof zand. Op de zandbanken wordt middelgrof zand (0,063-2 mm) aangetroffen, terwijl in de tussenliggende geulen grover zand voorkomen, gemengd met silt-klei fractie (Lanckneus, 2001). Op sedimentologisch vlak, is de differentiatie van de oppervlakkige sedimenten hoofdzakelijk het gevolg van de specifieke bank-geul configuratie waarbij de interactie tussen de stromingen en de grootschalige morfologie verantwoordelijk is voor een hydraulische sortering van de sedimenten. Enerzijds is de zandfractie (0,063-2 mm) het hoofdbestanddeel voor de opbouw van de zandbanken en anderzijds komende grovere zanden, grind (> 2 mm) en de silt-klei fractie (< 0,063 mm) vooral voor in de geulen. Vaak is de steile flank van een zandbank gekenmerkt door grovere zandfracties wat hoofdzakelijk het gevolg is van een erosieve werking van de sterkste stroming langsheen deze flank. De grindafzettingen in de geulen zijn restsediment die nagenoeg niet vervoerd worden door het huidige hydraulisch regime. De fijnste sedimenten bezinken tijdelijk in de diepere delen van de geulen. Op het niveau van het BCP wordt het oppervlakkige sediment grover in zeewaartse richting.

De Zeelandbanken (de Goote en de Thorntonbank) behoren tot de concessie zone 1 voor zandextractie en zijn daarom hoofdzakelijk bestudeerd in het kader van het monitoringsprogramma voor zandextractie. De oppervlakkige sedimenten van deze bank zijn middelmatige zanden met een gemiddelde korrelgrootte van 250-300 µm (Van Lancker, 1993). In het noorden van de banken is het sediment grover en lokaal verrijkt met grind. Het is duidelijk dat de oppervlakkige sedimenten van de zandbanken gestuurd worden door lokale verschillen in korrelgrootte in functie van de morfologische locatie. Aan de voet van de hellingen worden de fijnste sedimenten uitgewassen en kan een vergroving van het sediment vastgesteld worden. Langs de kam van de zandbanken komen de grofste zanden voor langs de steilste hellingen. De concentratie aan gesuspendeerd materiaal ter hoogte van de Thorntonbank is relatief laag ten opzichte van zones nabij de kust met een waarde tussen 10-25 mg/l. De fijne fractie van de bodemsedimenten op de Thorntonbank is reeds relatief laag en bestaat dan nog voornamelijk uit zand met een middelmatige korreldiameter .

Een gedetailleerde sedimentologische studie is in uitvoering door het ministerie van Economische zaken in het kader van de zandwinningsgebied 1. Deze gegevens zullen gepubliceerd worden tijdens het werkjaar 2003.

4.1.1.5 *Kwaliteit van het sediment*

Het sediment in de Noordzee is aangetast door antropogene activiteiten, wat leidt tot een hoger gehalte aan zware metalen en mineralen, oliën en nutriënten. Dit wordt gedeeltelijk veroorzaakt door lozingen in verband met de scheepvaart, het zoeken naar olie en gas en het storten van baggerspecie. Door de hydrodynamische omstandigheden lost deze vervuiling op, wat resulteert in plaatselijk hogere gehalten bij de bron. Een globaal overzicht van de belangrijkste vervuilingconcentraties in de Noordzee wordt gegeven in Tabel 4.1.1.

Tabel 4.1.1: Globaal overzicht van de belangrijkste vervuilingconcentraties (in het sediment afkomstig van de bodem van de Noordzee (bij de 'Wenduinebank', gegevens AWZ, 1986)

<i>Soort</i>	<i>Concentratie (mg/kg droge stof)</i>
Kwik	0,187
Cadmium	1,65
Chroom	27,7
Lood	34,2
Koper	8,4
Zink	81
PCBs	0,004

Tabel 4.1.2 geeft de natuurlijke concentraties van sommige van de hierboven vermelde elementen. De natuurlijke concentraties die aangenomen worden bij afwezigheid van enige menselijke activiteit (OSPAR 1997) worden hier vermeld. Daarbij worden ook ecotoxicologische criteria gegeven. Deze werden gedefinieerd als de concentraties voor een mariene omgeving waarbij er geen schade is voor het milieu of voor de aanwezige organismen.

Tabel 4.1.2: Natuurlijke concentraties en ecotoxicologische evaluatiecriteria (OSPAR, 1997).

	<i>Natuurlijke concentraties mg/kg droge stof</i>	<i>Ecotoxicologische evaluatiecriteria mg/kg droge stof</i>
Arsenicum	0,007-0,030	1-10
Cadmium	2,2-5,7	0,1-1
Chroom	0,0034-0,0066	10-100
Koper	1,8-4,0	5-50
Kwik		0,05-0,5
Nikkel		5-50
Lood		5-50
Zink		50-500
Naftaleen		0,05-0,5

	<i>Natuurlijke concentraties mg/kg droge stof</i>	<i>Ecotoxicologische evaluatiecriteria mg/kg droge stof</i>
Fenanthreen	0,72-97 ng/g ds	0,1-1
Anthraceen	1,1-142 ng/g ds	0,05-0,5
Fluorantheen	< 0,2-51 ng/g ds	0,5-5
Pyreen	< 0,2-70 ng/g ds	0,05-0,5
Benzo(a)anthraceen		0,1-1
Benzo(b,k)fluorantheen		0,1-1
Chryseen		0,1-1
Benzo(a)pyreen		
Indeno(1,2,3)pyreen		

Voor zover wij weten, zijn er geen resultaten beschikbaar met betrekking tot de sedimentkwaliteit in het projectgebied.

4.1.1.6 Seanergy project

Het 'Seanergy' windturbinepark, dat geïnstalleerd zal worden op de 'Vlakte van de Raan', zal geen significante invloed hebben op de referentiesituatie van dit rapport. Andere aanvragen zoals het Shell – SPE project worden buiten beschouwing gelaten.

4.1.2 Evaluatie van de milieueffecten

Bij dit aspect richt de aandacht zich op mogelijke veranderingen in morfologische en hydrodynamische processen die het windpark kan veroorzaken. Het gaat vooral om veranderingen in de zeebodem en het hydrodynamisch regime dat invloed heeft op het sedimenttransport en de bodemmorfologie. Dit inzicht is tevens van belang voor de uitvoering van de funderingen van de windturbines te kunnen bepalen en voor de diepte en het tracé van de elektriciteitskabel naar land.

4.1.2.1 Autonome ontwikkeling

De Thorntonbank is de meest noordelijk gelegen kustparallelle bank en speelt een belangrijke rol voor het breken van de zuid tot zuidwestwaarts propagerende golven. Deze golven en aanverwante stromingen hebben een impact op de ribbels en morfologie van de bank. Er kan gesteld worden dat door de natuurlijke geomorfologische evolutie van de Thorntonbank de westelijke kant een beperkte aanwas zal vertonen, terwijl de zuidelijke zijde enigszins zal steiler worden en eroderen, als gevolg van de uitwerking van natuurlijke stromingen. Hier wordt vanuit gegaan dat een beperkte zeespiegelstijging (natuurlijke of door het effect van 'Global warming') geen significante invloed zal hebben op de natuurlijke ontwikkeling.

In het scenario van een algemene opwarming van de aarde zal een beperkte zeespiegelstijging optreden tijdens de exploitatieperiode van het windenergiepark die weinig effect heeft op de

sedimentatieprocessen. Modellen aangaande "global warming" voorspellen een hogere stormfrequentie dan op heden, dit kan een tijdelijk effect hebben op het sedimenttransport en zeebodemmorphologie.

Toch is de kennis aangaande de verandering van deze complexe sedimentologische en hydrodynamische structuur en de specifieke vorming van de zeebodemmorphologie te gering om een exacte inschatting te maken van de autonome ontwikkeling.

In de huidige situatie is de antropogene activiteit (op het vlak van sedimentologie) in het voorgestelde project gebied beperkt tot zandwinning. De Thorntonbank behoort tot concessie zone 1 voor zandontginning waar 4 concessies zijn toegekend. Drie van deze vier concessiehouders hebben het recht om zand te ontginnen op de volledige zone 1 en 2. Enkel de NV Belmagri heeft een specifieke ontginningszone aangevraagd die grenst aan de C-Power concessie. Momenteel is de zandontginning op de Thorntonbank beperkt tot ongeveer 5 % van de globale zandontginning op het BCP (77 274 ton in 2001 of 4,2 % van de totale hoeveelheid onttrokken uit zone 1 + 2). De morfologische evolutie van de Thorntonbank zou in de toekomst kunnen beïnvloed worden door een verhoogde activiteit van zandextractie. Naast de ontginningsintensiteit is ook de extractietechniek een belangrijke factor op de impact van bankmorphologie. Op zijn beurt kan een verandering in de macromorphologie een invloed hebben op het lokaal en regionale hydrodynamisch milieu wat samengaat met veranderingen van het sedimenttransport. Vermits er geen duidelijkheid is over de intentie van de verschillende concessiehouders is deze impact op de morfologie moeilijk in te schatten. Indien de ontginningsactiviteiten niet toenemen zal de impact verwaarloosbaar zijn.

4.1.2.2 Constructiefase (inclusief bekabeling)

De constructie van een windturbine op de zeebodem zal leiden tot verstoring van de geologische structuur langs de gehele sedimentlaag die door de paal doorboord wordt. De penetratie van de paal in het sediment zal een neerwaartse verplaatsing van de deeltjes veroorzaken. Een tweede effect van de installatie van de palen is een grotere compactheid van het sediment rond elke paal.

Het trekken van de kabel in de bodem van de zee leidt ook tot verstoring van de sedimenten op de zeebodem. Voor het installeren van de kabel wordt een smalle gleuf geploegd of gejetted; nadat de kabel op zijn plaats gelegd is, zal deze bedekt worden met zandige sedimenten. Door de uiterst korte consolidatieperiode van zand zal de oorspronkelijke zeebodemmorphologie kort na het leggen van de kabel hersteld zijn. Het effect van deze tijdelijke verstoring van de zeebodem zal van weinig betekenis zijn voor de evolutie van het gebied.

Aangezien de haalbare diepte van de klassieke jetting en ploeg methodes gelimiteerd is tot een maximale diepte van ongeveer 3 meter is een combinatie van een voorgebaggerde sleuf met één van deze technieken vereist om een minimale diepte van 4 meter in de vaargeul 1 te kunnen garanderen als alternatief voor injectoren. In de veronderstelling dat een voorgebaggerde sleuf van 1 meter diepte over een breedte van 5 meter als voorbereiding dient uitgebaggerd te worden dan vertegenwoordigt dit een grondverzet van 11 m³ per lopende meter (rekening houdende met een taludhelling van 1/6). Voor de kruising van de Vaargeul 1 zou dit een grondverzet van 11.000 m³ zijn voor een totale lengte van 1.000 meter. De exacte hoeveelheden kunnen slechts berekend worden op basis van lokale bodemkenmerken en hydrografisch onderzoek. In vergelijking met het natuurlijke sedimenttransport en de te baggeren volumes in de vaargeulen om te toegang tot de havens te verzekeren zijn dit echter te verwaarloosbare hoeveelheden. De huidige generatie van grote baggerschepen kunnen 20.000 tot 30.000 m³ baggeren per trip. Gezien de beperkte diepte kan ook hier aangenomen worden dat deze voorgebaggerde geul zich snel zal sluiten van zodra het kabellegschip zijn kabel zal gelegd hebben in deze sleuf. De weggebaggerde hoeveelheid zou gedurende enkele uren gestockeerd kunnen blijven in het baggerschip en kunnen gebruikt worden ter aanvulling van de ontstane sleuf na het kabelleggen.

Gezien er op dit moment nog geen gedetailleerd grondonderzoek is uitgevoerd langsheen het ganse traject en aangezien het beschikbare materieel nog niet gekend is dewelke het werk zal uitvoeren, is het voor C-Power onmogelijk om nu reeds een exacte beschrijving te geven van welke technologie er gehanteerd zal worden. De meest waarschijnlijke methode is ploegen of jetten buiten de vaargeulen en een combinatie van baggeren + ploegen of jetten in de vaargeul.

Indien het kabeltracé een siltrijk gebied doorkruist zal het materiaal langer in suspensie blijven. Extra materiaal in suspensie verhoogt de turbiditeit, wat een invloed heeft op bepaalde bentische, planctonische en nectische organismen ten gevolge van een verminderende lichtintensiteit en de aanwezigheid van sedimentdeeltjes. Evenwel dicht bij de kust is de turbiditeit van nature hoog en is de verhoogde turbiditeit tijdens het leggen van de kabel relatief niet significant. Ter hoogte van de projectsite zal de verhoogde turbiditeit ten gevolge van de werkzaamheden in absolute concentraties beperkt zijn wegens de snelle consolidatietijd van het aanwezige middelmatig grof zand.

Gezien het hoge erosiegevaar acht C-Power een erosiebescherming noodzakelijk en stelt C-Power voor om een erosiebescherming aan te brengen bestaande uit twee lagen met elk een dikte van 1 m. De eerste laag is samengesteld uit grind met een gemiddelde korrelgrootte van 0,014 m (D_{50}) en een D_{90} van 0,040 m. De bovenste laag bestaat uit een grovere steenbestorting ($D_{50} = 0,30$ m en $D_{90} = 0,50$ m). De totale erosiebescherming heeft een diameter van 48 m of neemt een oppervlakte in van 1808 m² per windturbine. De tweede laag bestaat in de zone vlakbij de fundering (4 m diameter) uit een extra grove steenstorting met een gemiddeld diameter van $D_{50} = 0,450$ m en $D_{90} = 0,550$ m. Hierdoor worden erosiekuilen vermeden.

Figuur 4.1.3: Illustratie van de erosiebescherming

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.
- de C-Power kabel wordt ter hoogte van de kruising niet ingejet maar gewoon aan de oppervlakte over de beschermingsmat heen gelegd.
- De C-Power kabel wordt beschermd door middel van een laag van erosiebescherming, zijnde natuurlijke breuksteen en dit over de ganse lengte waar de kabel niet op een diepte van 2 meter is ingegraven (ongeveer 50 meter) en over een breedte van 10 meter.

De PEC kabel dient door de twee 150 kV kabels gekruist te worden. De gasleiding en de telecom kabel Concerto South 1 worden elk gekruist door 6 kabels van 36 kV. In totaal zijn er dus 14 kruisingen die elk een steenbestorting van 500 m² vereisen of 7.000 m² in totaal.

Iedere soort vervuiling die veroorzaakt kan worden door de constructiewerkzaamheden heeft een indirect milieueffect op de sedimentvervuiling, omdat slechts een gedeelte van de vervuilende materie zich hecht aan kleiige deeltjes die op dat moment in de waterkolom zweven. Als we rekening houden met het feit dat de gesuspendeerde deeltjesconcentratie laag is, zal de vervuiling gering zijn. De oplosbaarheid in water van de vervuilende stof is verder bepalend voor het percentage dat zich aan de zandkorrels zal hechten. Alleen bij geringe oplosbaarheid in water zal de stof eerder hechten aan het sediment. Een bepaalde fractie van de deeltjes zal op een gegeven ogenblik via natuurlijke processen op de zeebodem afgezet worden en op die manier leiden tot sedimentvervuiling. Aangezien de vervuilende stof zich hoofdzakelijk hecht aan fijne deeltjes die uiterst vatbaar zijn voor resuspensie, zal ophoping op de zeebodem zelden optreden; in plaats daarvan zullen de fijne deeltjes vooral verspreid worden onder invloed van de stroming.

Een andere mogelijke oorzaak van vervuiling is de resuspensie van in het sediment aanwezige vervuilende stoffen. Op basis van de weinige beschikbare gegevens over sedimentconcentraties wordt echter niet verwacht dat dit van groot belang zou zijn.

De conclusie is dat het gevaar van vervuiling uiterst gering is.

4.1.2.3 Exploitatiefase

INVLOED VAN DE OBSTRUCTIE OP DE GLOBALE MORFODYNAMIEK IN HET PROJECTGEBIED

In theorie vormt iedere constructie op de zeebodem een obstructie voor het sedimenttransport langs de zeebodem. In principe zal een sedimentaccumulatie optreden langs de stroomopwaartse zijde van de paal en een afname van het sediment (erosie) aan de stroomafwaartse zijde. Dit effect zal in de tijd veranderen onder invloed van de getijdenstromingen. Het netto resultaat zal overeenkomen met het residueel sedimenttransport. Naast de stromingen is dit effect vooral afhankelijk van de relatieve omvang van de constructie in verhouding tot het algemeen doorstroomgebied. Dus in het geval van een funderingsstructuur voor een windturbine zal het effect te verwaarlozen zijn omdat, gezien in een vlak loodrecht op de stroming die het sedimentvervoer veroorzaakt, de natte sectie van de structuur verwaarloosbaar is ten opzichte van de gehele natte oppervlakte. De ophoping van sediment voor de paal zal niet gebeuren vanwege lokale erosiefenomenen. Dit zal later verder besproken worden.

De verstoring door de individuele palen op de zeebodem zal gering zijn. Lokaal zullen de megaribbels (bodemstructuren) afwijken van hun oorspronkelijke trend door de inwerking van de paal op de bodemstroming en het sediment. Rekening houdende met de erosiebescherming wordt de zeebodem minstens verstoord in een oppervlakte ongeveer 1810 m^2 rond de windturbine. De totale oppervlakte die verstoord wordt op de bank is $60 \times 1810 \text{ m}^2$ of 108573 m^2 (of $0,109 \text{ km}^2$). Dit betekent dat de zeebodem langdurig is verstoord voor $0,8 \%$ van de oppervlakte van de concessie. Het sedimenttransport en de lokale morfologie zal dus verstoord worden, maar zal geen invloed hebben op de totale morfologie van de bank. Voor een juiste inschatting van de lokale verandering van het sedimenttransport en het effect op de lokale zeebodemstructuren in deze dynamisch sedimentologische en hydrologische omgeving is een gedetailleerd sedimentologisch onderzoek en terreinmetingen nodig.

Conclusie: De paalconstructies hebben een klein en lokaal effect op de globale morfologie van de zandbank en zeebodemstructuren. De lokale veranderingen in de zeebodemstructuren en sedimenttransport zijn verwaarloosbaar voor het globale sedimentbudget van het BCP, maar veroorzaken zeer lokaal onnatuurlijke erosie en sedimentatie en afwijkingen van het transportpatroon. Het effect van deze langdurige lokale veranderingen op het globaal systeem kunnen niet ingeschat worden met de huidige wetenschappelijke kennis omtrent het effect van offshore constructies op sedimenttransport. Deze effecten treden echter slechts op gedurende de exploitatie periode aangezien nadien het gebied in zijn oorspronkelijk staat zal hersteld worden.

EROSIE DOOR 'PLAATSELIJK UITSCHUREN' DOOR HET INSTALLEREN VAN DE PAAL

Uit Figuur 4.1.4 blijkt dat het stromingspatroon rond de cilinderstructuur nogal complex is, vooral na het ontstaan van een erosiedepressie ter hoogte van de paal. Voor de paal is er een neerwaartse stroming, rond de paal hoefijzervormige wervelingen, achter de paal zijn er ongebundelde wervelingen en direct voor de paal op het wateroppervlak is er een gebogen golf.

De stroming wordt verder besproken in het gedeelte 'water'. Deze sectie handelt over de invloed van de veranderde stroming op de zeebodem.

Figuur 4.1.4: Stromingspatroon rond een cilinderstructuur (Breusers, 1991).

De neerwaarts gerichte drukgradiënt (ontstaan door de afnemende snelheid met de waterdiepte) veroorzaakt een neerwaartse stroming voor de paal die erosie tot gevolg heeft. Deze stroming heeft een maximum waarde van 0,8 keer de oorspronkelijke snelheid en wordt bereikt op een afstand van 0,1 keer de diameter van de paal voor de paal.

De hoefijzervormige wervelingen worden gevormd door het splitsen van de stroming bij het begin van de erosieput en is daarom duidelijk het gevolg en niet de oorzaak van de erosie. Niettemin stimuleren de wervelingen het vervoer van deeltjes weg van de erosieput en versnellen het proces op die manier. De hoefijzervormige wervelingen strekken zich uit over een afstand van een aantal keer de diameter van de paal, voordat ze opgaan in de algemene hevige stroming.

De kleinere draaikolken achter de paal ontstaan door het splitsen van de stroming aan de zijkanten van de paal, zodat er een onderbreking ontstaat. Door inwerking van de kleinere wervelingen op de hoefijzervormige draaikolk wordt het sediment omhoog gebracht.

Erosie vindt plaats aan de specifieke zijkanten van de paal. Rond de paal zal de put snel verder naar voren uitbreiden, waarbij een ondiepe kring ontstaat rond, maar niet achter de paal. Het materiaal wordt weggevoerd door de gecombineerde werking van de hoefijzervormige stroming en de stroming rond de paal. De neerwaartse stroming voor de paal stort zich in deze ring, ondergaat een bocht van 180° en verdwijnt via de hoefijzervormige draaikolk. Een dergelijke erosieput zal spoedig gevormd worden bij een evenwichtsdiepte die een functie is van de stromingskarakteristieken en de sedimentologische kenmerken van de zeebodem en de cilinderconstructie (Breusers, 1991).

De equilibriumdiepte van erosie hangt af van de volgende variabelen:

- de vloeistof (water): dichtheid, viscositeit
- het sedimenttextuur: gemiddelde korreldiameter, korrelverdeling
- de constructie: diameter van de paal
- de stroming: snelheid, wrijvingsnelheid, diepte

Elke formule neemt deze variabelen in aanmerking. In het licht van de complexiteit van het driedimensionale karakter van de stroming aan de ene kant en de stochastische aard en complexiteit van erosie aan de andere kant, zijn alle formules gebaseerd op empirische waarnemingen en experimenten en niet op analytische berekeningen. De voorspellingen zijn niet erg accuraat (soms een verschil van factor 5 tussen de verschillende formules) en dus zou het beter zijn om een bereik vast te leggen voor de erosiediepte door het gebruik van verschillende formules.

Sommige formules bepalen de diepte van erosie eenvoudig als een factor (variërend tussen 0,3 en 3) van de paaldiameter (Neill, 1973; Sumer & Fredsoe, 1999), omdat zoveel factoren blijkbaar de erosie rond een structuur beïnvloeden en omdat verschillende dieptes gemeten worden in schijnbaar analoge omstandigheden. We zullen nu enkele van deze invloedsfactoren bespreken en aangeven of elke specifieke factor relevant is voor dit onderzoek (Breusers, 1991).

- **De invloed van de korrelgrootteverdeling:** de D_{50} en de korrelgrootteverdeling hebben een natuurlijke invloed op de verschillende soorten bodemstructuren. Omdat de bodemstructuren energie verspreiden, is er ook een effect op de diepte van de erosie. De spreiding van de korrelgrootte heeft invloed op het beschermend effect (grotere deeltjes liggen boven op kleinere deeltjes en voorkomen het wegspoelen van de kleinere deeltjes) en hebben zo een uitwerking op de erosiediepte. Grotere korrels, die sterkere stromingsvoorwaarden vereisen om onderhevig te zijn aan erosie, worden opgestapeld in de erosieput en leiden tot een energieverbreiding die de invloed van de neerwaartse stroming op de erosieput vermindert.

Kortom, de erosiediepte zal altijd groter zijn bij een uniform sediment dan bij een gemengd sediment. Er is bijvoorbeeld gerapporteerd dat de erosiediepte ongeveer 2,3 keer de paaldiameter bedraagt bij een

uniform sediment, terwijl het gemengd sediment met dezelfde D_{50} een minimum erosiediepte heeft van 0,4 keer de paaldiameter. In dit onderzoek zullen wij vertrekken van uniform sediment en uitgaan van het slechtste geval.

- **Invloed van de verhouding van de paaldiameter tot de korrelgrootte:** De maximum erosiediepte is geen functie van deze verhouding als de verhouding groter is dan 25. Voor kleinere verhoudingen (bijvoorbeeld bij laboratoriumonderzoek) zal de erosie trager en minder extreem zijn. De paaldiameter heeft invloed op de tijd die nodig is om de evenwichtstoestand te bereiken. Voor een bepaalde stroming is het logisch dat het langer duurt om een groter volume te eroderen. Het evenwichtsvolume dat wordt geërodeerd blijkt evenredig te zijn aan de derde macht van de paaldiameter.

In dit onderzoek is de verhouding paaldiameter / korrelgrootte altijd hoger dan 25, wat wijst op significante erosie van het sediment rond de paal. De ervaring leert dat de tijd nodig om een evenwichtstoestand te bereiken vrij kort is (binnen een aantal uur) (Sumer & Fredsoe, 2001). Het is daarom aangewezen om de evolutie van de erosie te beschrijven als een functie van tijd bij stabiele stromingskenmerken, vooral omdat stromingskenmerken veranderen in de tijd waarin de erosieput wordt gevormd. Wel moet worden opgemerkt dat door verandering van de stromingskenmerken in de tijd de erosiediepte zal evolueren als een functie van de tijd. De erosiediepte schommelt rond de evenwichtswaarde die overeenkomt met de gemiddelde stromingswaarden. Bij door een storm veroorzaakte sterke stromingen bijvoorbeeld zal er een grotere erosieput ontstaan, die echter na de storm teruggaat naar het evenwichtsvolume door het bezinken van sediment. Bovendien verandert de diepte van de put door migratie en de vorming van zeebodemstructuren (zoals ribbels of duinen) die kenmerkend zijn voor de actuele zeebodem. Zo is de plaatselijke erosiediepte een statistisch gegeven, hoofdzakelijk onder invloed van de schommelingen door de veranderende intensiteit en richting van de stroming en ondergeschikt aan zeebodemstructuren en migratie, met name variatie in de breedte door de 3D stroming. In dit onderzoek zullen we vertrekken van de slechtste stormomstandigheden (maximum erosiediepte voor een bepaalde storm) en de invloed van de zeebodemmorphologie zal buiten beschouwing worden gelaten.

- **Invloed van de waterdiepte:** de erosiediepte neemt toe met een grotere waterdiepte in dezelfde hydrologische omstandigheden; bij grotere waterdiepte (waterdiepte $> 3 \times$ de paaldiameter) wordt de erosiediepte onafhankelijk van de waterdiepte en bereikt een maximum (op dat ogenblik hebben de gebogen golf aan het wateroppervlak en de hoefijzervormige wervelingen op de zeebodem onder aan de paal geen invloed meer).

Bij dit onderzoek is het mogelijk dat de waterdiepte niet altijd voldoende is voor het ontstaan van een maximale erosiediepte. Er mag echter worden aangenomen dat in stormomstandigheden dit wel het geval is; daarom is het veiliger uit te gaan van de maximale ontwikkeling en de invloed van de gebogen golf en de hoefijzerstroming buiten beschouwing te laten.

Figuur 4.1.5: Relatieve erosiediepte (K_d) als functie van de verhouding waterdiepte (Y_0) / paaldiameter (b) (Ettema, 1980, Chiew, 1984, Chee, 1982).

- **Invloed van de stromingsrichting op de structuur en invloed van de vorm van de structuur:** deze invloeden zijn niet relevant, gezien de cilindrische structuur en het feit dat de stroming van richting kan veranderen. De erosieput zal waarschijnlijk uitbreiden in de richting van de overheersende stormen en bodemstromingen, bijvoorbeeld voor stromingen uit noordelijke richting.
- **Invloed van onstabiele stroming:** er is weinig informatie over de invloed op de erosieverschijnselen van golfslag op de stroming rond een cilinderstructuur.
- **Wederzijdse invloed van de palen:** dit is een functie van de locatie en afstand tussen de palen en kan zowel een negatief als een positieve uitwerking hebben op de maximum erosiediepte. Met

het oog op de grote afstand tussen de palen (ongeveer 600 m) bestaat er voor de verschillende constructies geen wederzijdse invloed bij dit onderzoek.

In de volgende paragraaf wordt een aantal experimentele formules getest (Breusers, 1991; Hoffmans, 1997; Neill, 1973; Van Rijn, 1993). Deze formules zullen getest worden voor de constructies met een paal en voor de driepoot. In het project wordt besproken in welk geval de voorkeur gaat naar een van de twee soorten fundering.

Erosiebescherming bij monopaalfunderingen

De voorgestelde structuur met één paal heeft een diameter van ongeveer 5 m en een veronderstelde diepte tot 20 m in de zandbank. Op basis van de huidige kennis van de ondergrond wordt verondersteld dat de monopaal geschikt is als funderingstype voor waterdieptes tot ongeveer 20 meter diep. De verschillende uitgeteste formules gaven een maximale erosiediepte tussen 8 en 13 m voor de meest extreme stromingsomstandigheden (1,33 tot 2,5 keer de paaldiameter). Deze erosieput heeft een straal van ongeveer 12 tot 19 m.

Het effect van een dergelijke erosiediepte moet in aanmerking worden genomen door bijvoorbeeld overdimensionering van de lengte van de paal, waarbij rekening dient gehouden te worden veranderende structurele frequentiekenmerken en/of door het voorzien van erosiebescherming.

Het aanbrengen van een erosiebescherming op de zeebodem kan de maximum erosiediepte rond de paal verminderen. De fundering met een monopaal is gevoeliger voor erosie dan een driepoot structuur. C-Power opteert voor een erosiebescherming bestaande uit twee lagen stortsteen van elk 1 meter dikte (beschrijving + schema – zie hoger). Grindbestorting gebeurt meestal in de zich snel ontwikkelende erosieput en in een straal eromheen. Gezien de mogelijkheid bestaat dat de erosieput zich sneller ontwikkelt dan de uitvoering van de steenbestorting, wordt er reeds een deel van de steenbestorting geplaatst voor de funderingswerken. Het is logisch dat de afmeting van de stenen zo gekozen wordt dat de stenen niet eroderen (de kritische wrijvingsnelheid van het sediment moet groter zijn dan de maximale wrijvingsnelheid van de stroming).

Vanuit het perspectief van de erosiebescherming is de optimale oplossing om onder de stenen een filter (bijvoorbeeld geotextiel) te plaatsen om het zandverlies te minimaliseren (Breusers, 1991). Om de secundaire erosie te minimaliseren mogen het grind of de stenen niet boven de omringende zeebodem uitsteken. De erosie zal zich verplaatsen naar de grenszone tussen de zeebodem en de erosiebescherming, in stroomafwaartse richting. De wijze waarop de erosie begint (hoogte, verband met de zeebodem) heeft invloed op de verspreiding van de erosie. De erosieput zal echter nooit de omvang krijgen van een erosieput die zou ontstaan zonder erosiebescherming (BMM, 2002). Indien wordt vastgesteld dat omwille van uitschuring van zand onder de stortlaag de stenen zettingen ondergaan, dienen de steenlagen aangevuld te worden.

Op basis van technische en financiële redenen opteert C-Power voor een erosiebeschrijving conform de projectbeschrijving.

Toepassing voor de driepoot funderingsstructuur

Op basis van de huidige beschikbare grondgegevens en op basis van voorlopige berekeningsresultaten blijkt de monopaal het meest geschikte funderingstype voor dieptes tot minimum 20 meter diepte. Indien uit gedetailleerd grondonderzoek zou blijken dat de bodemstructuur veel slechter is dan verwacht dan zou een driepootstructuur nodig kunnen zijn. Een driepootstructuur is minder gevoelig voor erosie omdat de diameter van elke paal kleiner is. Omdat een driepoot meer palen heeft, kan de structuur van een paal lichter zijn dan bij een structuur met een enkele paal.

De verschillende uitgeteste formules geven een maximum erosiediepte tussen 1 en 3 m voor de meest extreme stromingsomstandigheden (1,33 tot 2,66* de paaldiameter). Deze erosiezone strekt zich uit over een gebied met een straal van ongeveer 2 tot 4 m. C-Power opteert voor de volgende aanpak: in de praktijk zal de erosiebescherming aangebracht worden in een cirkel rond het middelpunt van de drie palen en dit tot op een afstand van 10 meter voorbij elke paal. De totale oppervlakte hiervan bedraagt ongeveer 1,400 m² per driepootstructuur.

Voor beide types van funderingen dienen deze oppervlaktes nog geoptimaliseerd te worden van zodra detailonderzoeken uitgevoerd zijn.

EROSIE LANGS DE KABELS OP DE BODEM VAN DE ZEE EN AAN DE KUST

Als de kabels vrijkomen aan de zeebodem (door erosie ten gevolge van de algemene stroming), zou de erosie gebeuren rond de kabels of de kabels zouden op een natuurlijke wijze weer begraven worden door de effecten van de erosie. De kabels worden echter op voldoende diepte gelegd (minstens 1 m) in de zeebodem en hun locatie op het land is zodanig gekozen dat het optreden van deze effecten niet verwacht wordt. Meer specifiek worden de kabels gelegd in een zone die sinds de bouw van de haven in Zeebrugge onderhevig is aan dichtslibben, als gevolg van de plaatselijke stromingspatronen en het sedimenttransport door de stroming langs de kust in oostelijke richting.

SEDIMENTVERVUILING

De indirecte sedimentvervuiling, die kan optreden als gevolg van een ramp die leidt tot vervuiling van het water, wordt besproken bij de constructiefase.

4.1.2.4 Afbraakfase

Tijdens deze fase kunnen er indirecte effecten zijn als functie van het technisch afbraakproces. Bij het verwijderen van de fundering van de windturbines, is er opnieuw een verstoring van de structuur van de zeebodem. Tijdens de afbraak kan vervuiling nog altijd optreden, hoewel dit de vorm kan hebben van gesuspendeerde deeltjes die de watervervuiling absorberen en vervolgens erosie. Deze effecten zijn vergelijkbaar met de uitwerking tijdens de ontwikkelingsfase en worden ook hierboven besproken.

4.1.3 Leemten in de kennis

Gedetailleerde gegevens omtrent de voorgestelde locatie ontbreken op de volgende gebieden:

- plaatselijke geologische opbouw
- zeebodem morfologie en migratie
- korrelgrootteverdeling
- sedimentkwaliteit
- algemene en lokale stromingspatronen.

Er is een gebrek aan voldoende wetenschappelijke kennis over de invloed van mariene constructies op het sediment morfologie van banken en grootschalige zeebodemstructuren (duinen en ribbels). Het effect van kleinschalige veranderingen op algemene processen van de zeebodem morfologie is tot op heden nog niet voldoende onderzocht. Daarnaast is het erosieproces rond een cilinderstructuur onvoldoende gekend. De meeste van de vermelde gegevens zullen beschikbaar worden tijdens de gedetailleerde bodemonderzoeken in het kader van de constructie van de funderingen. De bathymetrische metingen, boringen en korrelgrootteanalyses zullen geanalyseerd worden in verhouding tot het project.

4.1.4 Mitigerende maatregelen

Om sedimentvervuiling te voorkomen moet een rampenactieplan ontworpen worden met een beschrijving van de acties die genomen moeten worden in geval van een ramp die kan leiden tot milieuvervuiling.

De noodzakelijke oppervlakte voor erosiebescherming dient aangebracht te worden dient nauwkeurig berekend te worden in functie van bodemgesteldheid, type fundering, diepte en hydrodynamische omgeving.

Bij de keuze van een driepoot funderingsstructuur bedraagt de maximale straal van de erosieput ongeveer 2 à 4 meter rond elke paal. Rekening houdend met een veiligheidsmarge dient de bestorting van steenslag voor erosiebescherming slechts uitgevoerd worden in een cirkel met een straal van ongeveer 5 meter. Gezien omwille van praktische overwegingen ook de zone tussen de drie palen van de driepoot zal volgestort worden, bedraagt de benodigde oppervlakte waarover erosiebescherming moet aangebracht worden ongeveer 900 m².

Er wordt best geopteerd voor het aanbrengen van een gedeeltelijke eerste erosiebeschermingslaag voor het starten met inheien van de fundering. Dit voorkomt immers de erosie, en kan moet kunnen leiden tot een minimaal gebruik van de steenbestorting en erosiebescherming.

4.1.5 Monitoring

Om de invloed van de windturbines na te gaan, moet er een meetcampagne opgezet worden voor het begin van de installatiewerken om de actuele kwaliteit en de eigenschappen van het sediment in het inplantingsgebied te bepalen (korrelgrootteverdeling, textuur, dichtheid, bodemvormen, plaatselijke stromingspatronen enz.). Tijdens de exploitatie zou deze staalname periodiek (bijvoorbeeld jaarlijks) herhaald moeten worden om de eventuele evolutie in de kenmerken van de zeebodem te controleren.

Controle van het erosieproces wordt aanbevolen. De erosiediepte moet periodiek bepaald worden: intensief gedurende de eerste maanden, bijvoorbeeld meteen na de installatie, na een maand of na de eerste storm, na drie maanden en daarna tijdens onderhoudswerkzaamheden. Op die manier moet men in staat zijn om na te gaan of de aangebrachte erosiebescherming voldoende resultaat teweeg brengt. Ten tweede zou de omvang van het sedimenttransport in suspensie bepaald moeten worden door het meten van de turbiditeit en de stromingskenmerken tijdens de installatie en bij verscheidene stormen. De metingen zouden het mogelijk moeten maken om een profiel van de concentratie en het transport van het gesuspendeerd sediment te berekenen, met specifieke aandacht voor de zone nabij de zeebodem (bijvoorbeeld met een 'acoustic doppler profiler', zie ook deel 'water'). Voor een nuttige vergelijking moeten gelijktijdig metingen gedaan worden bij een paalconstructie en op een referentieplaats (zonder enige constructies) (BMM, 2002). Het is duidelijk dat de metingen van het gesuspendeerd sedimenttransport ook nuttige informatie zullen leveren voor het onderdeel 'water'.

De monitoring moet er voor zorgen dat men kan garanderen dat de erosiebescherming ter plaatse blijft en dat men de secundaire erosie aan de rand van de bescherming kan kwantificeren (bijvoorbeeld kan gedacht worden aan onderwatervideo-beelden en een meerderjarig inspectieplan tijdens onderhoudswerkzaamheden).

Verder moet er ook voor gezorgd worden dat de begravingdiepte van de kabel gehandhaafd blijft, dit door periodieke controle van het traject.

4.2 WATER

4.2.1 Referentiesituatie

4.2.1.1 Hydrografie

Het water in de Noordzee bestaat voornamelijk uit een mix van Noord-Atlantisch water met een relatief hoge saliniteit en zoet water afkomstig van de rivieren (gedomineerd door de Rijn en de Schelde) die in de Zuidelijke Noordzee uitmonden. De atmosfeer is via het neerslagoverschot ook een zoetwaterbron.

De temperatuur en saliniteit van het zeewater worden sterk beïnvloed door warmte-uitwisseling met de atmosfeer, verdamping en plaatselijke instroom van zoet water. Ter hoogte van de Thorntonbank is de invloed van de rivierinstrooming heel gering. De stromingen in de Noordzee zorgen voor een intern transport van warmte en saliniteit. Boven elkaar liggende waterlagen met verschillende eigenschappen (temperatuur, saliniteit of chemische samenstelling) mengen met elkaar ten gevolge van wind en door het getijde opgewekte turbulentie. Hieruit ontstaat een horizontale en verticale verdeling van temperatuur en saliniteit in de Noordzee die met de seizoenen varieert.

4.2.1.2 Temperatuur

De temperatuur van het oppervlaktewater in de Noordzee kan sterk variëren (bijvoorbeeld met 8 °C t.h.v. de Waddenzee). De gemiddelde jaartemperatuur van het wateroppervlak bedraagt 11 °C ter hoogte van de Thorntonbank. Deze relatief hoge temperatuur is het gevolg van de instroom van warm zeewater via de straat van Dover (OSPAR, 2000b). Minima voor het Belgisch Continentaal Plat opgetekend in de periode 1969-1993 bedragen 2,5 tot 3 °C terwijl de maxima ongeveer 18 °C bedragen.

4.2.1.3 Saliniteit

Vanuit de Atlantische Oceaan stroomt water met een relatief hoge saliniteit de Noordzee in. Langs de kust wordt het water verdund met zoet water uit de rivieren. Door de overheersende westenwinden blijft dit kustwater langs het continent beperkt tot een smalle zone met relatief lage saliniteit. De saliniteit van deze kustwateren is seizoenaal afhankelijk. De minimum saliniteit treedt op in het najaar als de rivierafvoer het grootst is. Tussen het kustwater en het meer centrale deel van de Noordzee bevindt zich een smalle overgangszone, het zogenaamde kustfront (De Wolf, 1990).

Bijgevolg kan gesteld worden dat de saliniteit varieert afhankelijk van de plaats in de Noordzee. In het Belgisch deel van de Noordzee zien we eenzelfde gradiënt in de range van 31-32 mg/kg aan de oostkust tot een 34-35 naar de noordelijke en noordoostelijke grens van het BCP (OSPAR, 2000b).

4.2.1.4 Turbiditeit

De turbiditeit of helderheid van het zeewater wordt bepaald door de hoeveelheid zwevend (in suspensie) materiaal in het water. De lichtinval is sterk gecorreleerd met de hoeveelheid zwevend materiaal en fytoplankton in de waterkolom. Zo is er bijvoorbeeld ter hoogte van de riviermondingen een hoge turbiditeit waar te nemen. Op die plaatsen komen hoge planktonconcentraties voor en is er een resuspensie van bodempartikels. Ook ter hoogte van de Vlaamse kust komt een zone van ca. 5 km voor die gekenmerkt wordt door een hoog suspensiegehalte. Ter hoogte van de Thorntonbank zijn er echter weinig gegevens voorhanden. Men kan aannemen vanwege de zandige bodem dat de natuurlijke concentraties aan gesuspenderd materiaal er een stuk lager liggen dan dicht bij de kust.

Bij het opzetten van de vloed wordt het fijnkorrelig sediment in suspensie gebracht. Dit resulteert in een concentratiepiek ongeveer een halfuurtje na de snelheidspiek. Op dat moment kan men uitgaan van een Rouse concentratieprofiel over de verticale waarbij ook een belangrijke fractie zand in suspensie wordt gebracht. Het zand sedimenteert snel maar het silt blijft enkele uren in suspensie.

Bij storm kunnen de maximumconcentraties tot 15 maal hoger liggen dan bij goed weer, voor hetzelfde getijde. Zo worden concentraties tot 15 g/l opgemeten (1/3 zand) nabij de bodem (De Putter, 1996). In het geval van de Thorntonbank is er een dominantie van zandige oppervlakesedimenten waardoor het concentratiemaximum eerder rond 1 g/l zal liggen bij normale omstandigheden en tot 5 g/l bij storm. Het zand bezinkt in een periode van minuten (een gemiddelde zandkorrel met diameter 300 µm heeft een valsnelheid van ongeveer 5 cm/s). Verhoudingsgewijs liggen de suspensieconcentraties een stuk lager ter hoogte van de Thorntonbank dan ter hoogte van de kust (bijvoorbeeld Zeebrugge, waar de hoogste concentraties voorkomen) omwille van het zandige sediment: gemodelleerde suspensieconcentraties ter hoogte van de Thorntonbank geven ongeveer 20 mg/l t.o.v. 250 mg/l nabij de havenmond van Zeebrugge (Lanckneus *et al.*, 2001).

4.2.1.5 Hydrodynamica

GOLFHOOGTEN

De windgolven worden beschreven in termen van karakteristieke golfhoogtes en karakteristieke golfperiodes. De hoogste golven in de Noordzee vindt men terug bij noord tot noordwestelijk wind. De golfhoogte is het verschil in hoogte tussen een golfkam en het daaropvolgende golfdal. De golfperiode is het verschil in tijd tussen twee opeenvolgende tijdstippen waarop de gemiddelde golfhoogte wordt bereikt. De retourperiodes variëren sterk in de Noordzee tussen 1 en 20 seconden. De golfhoogtes zijn sterk afhankelijk van de bodemmorfologische verschillen op het BCP. Hydrodynamische modellering voor de Noordzee resulteert in een maximale (retourperiode 50 jaar) stijging in waterdiepte door de golfwerking van ongeveer 250 cm. Maximale golfhoogtes (retourperiode 50 jaar) bedragen ongeveer 12 m, overeenkomend met een golfperiode van ongeveer 12 s (OSPAR, 2000b).

GETIJ

De getijdenwerking is het resultaat van de gravitatiekrachten van zon en maan op de grote watermassa's. In het geval van de Noordzee is dit de Atlantische Oceaan. De resulterende halfdagelijkse eb- en vloedcyclus voor de Belgische kust veroorzaakt een variatie in waterdiepte die meer dan 5 m kan bedragen (OSPAR, 2000b).

STROMING

De stroming van het Noordzeewater wordt dus enerzijds veroorzaakt door de getijdenwerking (dominerende component), anderzijds door windeffecten of eventueel dichtheidsverschillen. De oscillerende werking van het getij veroorzaakt een netto residuele stroming die de helft van de waterstroming in de Noordzee voor zijn rekening neemt. De meest extreme situaties (grote stroomsnelheden en extreme waterniveaus) ontstaan wanneer een storm samenvalt met een springtij.

Op basis van een uittreksel van de hydrodynamische modelleringsresultaten (frequentiedistributie van stroomsnelheden op verschillende plaatsen op het BCP, modelgrid 750 m * 750 m) voor het projectgebied tijdens het jaar 1999, verstrekt door het BMM werden volgende punten in overweging genomen:

Locatie	Coördinaten	
A	2,8444 ° Westerlengte	51,5035 ° Noorderbreedte
D	2,8444 ° Westerlengte	51,5868 ° Noorderbreedte
U	3,0222 ° Westerlengte	51,5035 ° Noorderbreedte
X	3,0222 ° Westerlengte	51,5868 ° Noorderbreedte
G	2,8889 ° Westerlengte	51,5313 ° Noorderbreedte

Op basis van de modelleringsresultaten voor deze punten kan men het volgende afleiden. De residuele gemiddelde (oppervlakkige) watersnelheid in het projectgebied bedraagt ongeveer 0,5 m/s. De snelheden variëren in hoofdzaak tussen 0,2 en 0,8 m/s.

Figuur 4.2.1: Frequentiedistributie van stroomsnelheden (BMM, 2000)

Oppervlakkige stromingen zijn duidelijk getijde gebonden waarbij de (zuidwestelijke) vloedstroom domineert boven de noordoostelijke ebstroom.

De stroming is, gedreven door de getijdenwerking en overheersende winden, ter hoogte van het projectgebied hoofdzakelijk zuidwestwaarts en daarnaast ook noordoostwaarts.

Figuur 4.2.2: Frequentiedistributie van stromingsrichtingen (BMM, 2000)

WATERHOOGTEN

De waterhoogte in het projectgebied zal variëren door het getij (laag bij eb, hoog bij vloed) alsook onder invloed van de golfwerking door de wind. De volgende richtinggevende waarden voor het projectgebied kunnen daarbij vooropgesteld worden:

- gemiddelde waterdiepte: variërend tussen 6 en 20 m;
- variatie in waterdiepte t.o.v. het getij: 5 m;
- variatie in waterdiepte omwille van golfwerking bij storm: maximaal 12 m;
- dit resulteert in maximale waterdieptes in het projectgebied tussen 23 en 37 m.

Een algemene zeespiegelstijging ten gevolge van het broeikaseffect zal een beperkte invloed hebben op het stromingspatroon in het studiegebied over de exploitatieperiode. Algemene klimaatmodellen verwachten een stijging van het zeeniveau ten gevolge van het broeikaseffect van maximum 0,9 m in de periode 1990-2100. Op basis van deze gegevens zou tijdens de exploitatieperiode een stijging optreden van 18 cm.

4.2.1.6 Chemische karakterisering van het zeewater

Zeewater bevat alle natuurlijke elementen van het chemisch periodiek systeem. Daarnaast zijn er nog een groot aantal door de mens geïntroduceerde stoffen.

ANORGANISCHE COMPONENTEN

De hoofdbestanddelen komen in vaste onderlinge verhoudingen voor. In Tabel 4.2.1 wordt de chemische samenstelling van oceaanwater voor de meest voorkomende verbindingen aangegeven (Postma, 1990). Voor elk van de ionen wordt tevens de verblijftijd in het oceaanwater gegeven.

Sporenelementen komen van nature slechts in kleine concentraties in het zeewater voor (Tabel 4.2.2). Er dient wel opgemerkt worden dat dit een algemeen gemiddelde voor het oceaanwater betreft en dus niet specifiek voor de Noordzee. Sporenelementen hebben de neiging om zich te binden aan vaste deeltjes in het water, zoals klei en organische componenten. Een deel van de sporenelementen worden vastgelegd in de bodem, andere gaan zich in de diepere waterlagen concentreren waar zij eveneens worden afgezet of in oplossing gaan.

Tabel 4.2.1: Chemische samenstelling van oceaanwater voor de meest voorkomende verbindingen aangegeven (Postma, 1990).

<i>Element</i>	<i>Oceaan, 35‰ g/kg</i>	<i>Verblijftijd in oceaanwater (in 10⁶ jaar)</i>
Chloor Cl ⁻	19,27	Oneindig
Natrium Na ⁺	10,71	210
Sulfaat SO ₄ ²⁻	2,70	11
Magnesium Mg ²⁺	1,29	22
Calcium Ca ²⁺	0,413	1
Kalium K ⁺	0,385	10
Bicarbonaat HCO ₃ ⁻	0,140	0,1
Bromide Br ⁻	0,067	100
Fluoride F ⁻	0,035	0,5
Strontium Sr ²⁺	0,007	4

Bij de sporenelementen kan men de essentiële en de niet-essentiële elementen onderscheiden. De essentiële sporenelementen zijn van groot belang voor de normale groei en ontwikkeling van organismen, maar kunnen bij te hoge of te lage concentraties een negatief effect hebben. Niet essentiële sporenelementen hebben geen biologische functie. Bij verhoogde concentraties zullen deze negatieve (b.v. toxische, carcinogene, of mutagene) effecten hebben op biota. De verblijftijd van sporenelementen in het zeewater is zeer kort. Daardoor zijn zij niet homogeen in de oceaan verspreid.

Concentraties van bepaalde sporenelementen in het zeewater zijn sterk verhoogd door menselijke activiteiten.

Tabel 4.2.2: Belangrijke sporenelementen en nutriënten in oceaanwater (Postman, 1990)

<i>Element</i>	<i>Oceaan, 35‰ (µg/l)</i>
Silicium	2000
Stikstof	400
Fosfor	60
Ijzer	2
Arsenicum	1,5
Aluminium	0,5

<i>Element</i>	<i>Oceaan, 35‰ (µg/l)</i>
Chroom	0,3
Mangaan	0,2
Nikkel	0,2
Koper	0,1
Zink	0,1
Kobalt	0,05
Kwik	0,03
Cadmium	0,01
Lood	0,003

ZWARE METALEN

De zware metalen die in het Noordzeewater terechtkomen, zijn enerzijds afkomstig via de lucht en anderzijds via het water. Naast een input via de rivieren, zorgen zeegebonden werkzaamheden eveneens voor een instroom van allerlei stoffen. De grootste concentraties aan zware metalen worden waargenomen ter hoogte van de riviermondingen, o.a. ter hoogte van het Schelde-estuarium. In Tabel 4.2.3 (Ospar, 2000a) worden de concentraties van de verschillende zware metalen die over de periode 1993-1996 gevonden werden, opgenomen. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen de concentratie ter hoogte van de estuaria en ter hoogte van de kustzone en de open zee. Als toetsingwaarde wordt de EAC -waarde vermeld. Het is de concentratie van een bepaalde component in het marien milieu, waarbij geen schade ten opzichte van het milieu of biota wordt verwacht.

Tabel 4.2.3: Concentratie van zware metalen (OSPAR 2000a), voor uitleg over EAC, zie tekst.

<i>Parameter</i>	<i>Concentratie (ng/l)</i>		
	<i>Estuarium</i>	<i>Kustzone/open zee (Thorntonbank)</i>	<i>EAC</i>
Cadmium	20-150	10-50	20-75
Kwik	0,8-5	0,1-2	8-80
Lood	50-200	50-60	800-8000
Koper	900-4000	600-700	8-70

Uitgaande van Tabel 4.2.3 kunnen de volgende besluiten genomen worden:

- voor alle zware metalen ligt de concentratie ter hoogte van de estuaria gemiddeld hoger dan de concentratie aan de kust en in open zee. Hiervoor is de instroom van het land via de rivieren verantwoordelijk. Dit laat vermoeden dat ter hoogte van de Thorntonbank vrij lage waarden voorkomen.
- In open zee en in de kustzone is er voor geen enkel zwaar metaal (behalve koper) een overschrijding van de EAC-waarde.
- Ter hoogte van de estuaria liggen de waarden voor kwik en lood ver onder de EAC-waarde, maar voor koper en cadmium liggen de waarden in de estuaria hoger dan de EAC-waarde.
- Voor koper zijn de concentraties in zeewater groter dan de EAC-waarde, maar koper is een essentieel element en de EAC-waarde blijkt slechts licht hoger dan de concentratie nodig om biologische deficiëntie te vermijden. De EAC-waarde is dus op dit moment niet zo bruikbaar.

De atmosferische depositie van cadmium is verantwoordelijk voor ongeveer 1/3 van de totale cadmium-input in de Noordzee. De totale atmosferische depositie en cadmium emissie is gehalveerd tussen 1987 en 1995 (OSPAR, 2000b).

De input van kwik via het water neemt over de gehele Noordzee de laatste jaren een dalende trend aan. Deze dalende trend is eveneens in België merkbaar: 0,02 ton/jaar in 1996 tegenover 3,6 ton/jaar in 1990 (OSPAR, 2000b). Het percentage kwik gebonden aan zwevende deeltjes is 90 % van de totale kwikhoeveelheid in het kustwater en neemt af naarmate er dieper in zee gegaan wordt. In diepzee kan de hoeveelheid gebonden kwik slechts 10 % bedragen (OSPAR, 2000b). In de loop der jaren zijn er ter hoogte van de estuaria belangrijke dalingen in de input van kwik.

ORGANOTINVERBINDINGEN

De belangrijkste organotinverbinding is tributyltin (TBT). Het is een biocide dat in het aquatische milieu als "antifouling" gebruikt wordt. Antifouling is een verzamelnaam voor technieken (o.a. door gebruik van alle verven en coatings) die o.a. in de scheepvaart gebruikt worden om aangroei van allerlei organismen op scheepsrampen te voorkomen. TBT-verbindingen hebben nadelig gevolg op verschillende soorten zeeorganismen. Een van de belangrijkste effecten is de endocrien versturende werking wat resulteert in o.a. vervrouwelijking van mannelijke organismen, met infertiliteit als gevolg. Hoge TBT concentraties leiden tot morfologische veranderingen in de seksuele voortplantingsorganen in bepaalde soorten slakken (de ontwikkeling van hemipenis), wat op zijn beurt kan leiden tot verminderde reproductie. Andere effecten die reeds waargenomen zijn bij aquatische organismen zijn verdikking van de schelp bij oesters en aantasting van de graas capaciteit bij zoöplankton (OSPAR, 2000).

De concentratie tributyltin offshore bedraagt <1 ng/l. De waarde in frequent gebruikte vaarroutes ligt opmerkelijk hoger en kan oplopen tot ca. 100 ng/l (OSPAR, 2000b).

De grootste concentratie van tributyltin (TBT) die gepaard gaat met de grootste ecologische effecten komt voor in havens, mariene basissen, scheepswerven en in de scheepsroutes. Op grotere afstand van de bronnen (bijvoorbeeld ter hoogte van de Thorntonbank) zijn de concentraties aan TBT in het water en het sediment meestal onder de detectielimiet, wat overeenkomt met een waarde dichtbij of boven de EAC-waarde. Toch werden reeds in aquatische organismen en vogels die ver van havens, mariene basissen, scheepswerven en scheepsroutes voorkomen hoge concentraties aan TBT teruggevonden. Daarnaast is de historische input van TBT ook zeker niet te verwaarlozen.

In de landen waar reeds scherpe regulaties op het gebruik van TBT vast staan, is er reeds een sterke daling in de TBT concentratie vast te stellen. Volgens een verdrag van de International Maritime Organization (IMO), dat in 2001 werd aangenomen, mag vanaf januari 2003 geen TBT-houdende verf meer op scheepsrampen worden gebruikt. In België regelt een Koninklijk Besluit van 20 maart 2001 het gebruik en de verkoop van TBT producten. In dit Koninklijk Besluit wordt het gebruik verboden voor vaste structuren die zich volledig of gedeeltelijk onder water bevinden. Vanaf 2008 mogen deze producten op geen enkel schip voorkomen (<http://www.waterland.net>). Momenteel wordt veel onderzoek gedaan naar alternatieve antifouling die geen negatief effect hebben op het marien milieu.

Ter hoogte van Rotterdam bedraagt het TBT gehalte in het zeewater ca. 0,14 µg/l. De waarde in het sediment van de Schelde (Belgisch grondgebied) bedraagt 0,081 mg/kg, in het sediment van de Westerschelde max. 0,046 mg/kg (OSPAR, 2000b).

In het OSPAR Quality Status Report 2000 (OSPAR, 2000b) worden de verschillende vormen van impact op de Noordzee, afkomstig van menselijke activiteiten, ingedeeld in 4 prioriteitsklassen. Volgens dit klassement behoort de 'input van TBT en andere antifouling producten bij scheepvaart' tot prioriteitsklasse A, met de hoogste prioriteit.

PCB's

De PCB's aanwezig in de kustwateren zijn vooral afkomstig van input via de rivieren. In open zee is vooral de atmosferische depositie verantwoordelijk voor de aanwezige hoeveelheden PCB's. Door de lage oplosbaarheid van PCB's is de concentratie in het water meestal laag en bovendien moeilijk te detecteren. In 1986 werd door R/V Belgica een meetcampagne uitgevoerd naar PCB's op het Belgisch Continentaal Plat. De gemeten PCB-concentraties voor deze campagne bedroegen ca. 2,8 ng/l in de waterfase en ca 4,0 µg/kg d.s. in de sedimentfractie. In Kallo werd in 1993 een concentratie van 382 µg/kg in het sediment gemeten.

PAK'S (POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN)

Over het algemeen is er weinig informatie bekend over de concentratie aan degradatieproducten van PAK's in de Noordzee. De belangrijkste componenten offshore zijn naftaleen, fenantreen, chryseen en benzo(a)pyreen.

De atmosferische depositie van PAK's is voornamelijk afkomstig van landgebonden activiteiten, maar ook van emissies op zee door scheepvaart, offshore olie- en gasindustrie. De input van PAK's via het water bestaat uit een directe input door ongelukken op zee, operationele lozing van olie door schepen, input via offshore olie- en gasindustrie. Daarnaast is er een input via rivieren en onmiddellijke lozing. De belangrijkste oorzaken van jaarlijkse emissie door België zijn wegtransport en houtbehandeling en zijn verantwoordelijk voor 818 ton/jaar (Ospar, 1997). De concentraties van PAK's zijn ter hoogte van estuaria en kustzones hoger dan in diepere delen van de Noordzee. De concentratie ter hoogte van de estuaria kan oplopen tot 8,5 µg/l. De sedimentconcentratie voor de som van alle PAK's in het Schelde-estuarium bedraagt 6,08 mg/kg. Ter hoogte van de Waddenzee ligt deze concentratie veel lager, nl. 0,218 mg/kg.

ANDERE PERSISTENTE ORGANISCHE COMPONENTEN

De belangrijkste persistente organische componenten zijn PCB's en PAK's. Naar de concentraties van andere persistente organische componenten zoals dioxines, DDT en aanverwanten, persistente bestrijdingsmiddelen (simazine, atrazine, ...), poly-gehalogeneerde koolwaterstoffen, wordt in mindere mate onderzoek gedaan, waardoor weinig tot geen gegevens voorhanden zijn. Daarnaast zijn slechts voor een aantal van deze persistente componenten EAC-waarden vastgesteld. Bijgevolg is het noodzakelijk dat er in de toekomst meer uitgebreid onderzoek gebeurt naar deze componenten.

OLIE

De input van koolwaterstoffen in de Noordzee is het resultaat van:

- zeegebonden activiteiten, waaronder vooral scheepvaart en offshore activiteiten;
- lozing van huishoudelijk en industrieel afvalwater;
- input via rivieren;
- storten van met olie verontreinigde baggerspecie;
- atmosferische depositie;
- natuurlijke insijpeling.

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

Een onderzoek waarbij oliemonsters genomen werden afkomstig van de Deense, Duitse en Nederlandse kust, toont aan dat bunkerolie en smeerolie de belangrijkste bronnen zijn van olievervuiling in de Noordzee. Chemische analyse van aangespoelde zeevogels en gecontamineerde stranden aan de Nederlandse kust tonen aan dat bunkerolie voor meer dan 90 % verantwoordelijk is voor de met olie besmeurde zeevogels en stranden (OSPAR, 2000b).

De hoeveelheid olie die in 1995 in de Noordzee geloosd werd door scheepvaart bedroeg ongeveer 6,750 ton. Olievervuiling is voornamelijk afkomstig van accidenten. Operationele lozingen komen echter meer frequent voor waardoor hun cumulatief effect zeker ook een relevante impact heeft op het ecosysteem.

De detectie van olievlekken in de Noordzee gebeurt aan de hand van bewaking vanuit een vliegtuig. De laatste jaren worden minder olievlekken met een kleiner volume waargenomen. Rekening houdend met de 'levensduur' van olievlekken en het aantal detectievuchten die uitgevoerd worden, kan echter aangenomen worden dat slechts 10% van de eigenlijke olievlekken gedetecteerd worden (Schallier et al., 1996). Bovendien wijst het aantal op het strand aangespoelde zeevogels die met olie besmeurd zijn, op het feit dat de olieverontreiniging die effectief gedetecteerd wordt, zeker onderschat is. Bijgevolg gebeuren veel olielozingen ongemerkt.

In het OSPAR Quality Status Report 2000 (OSPAR, 2000b) worden de verschillende vormen van impact op de Noordzee, afkomstig van menselijke activiteiten, ingedeeld in 4 prioriteitsklassen. Volgens dit klassemment behoort de 'input van olie en PAK's door offshore olie- en gasindustrie' en 'input van olie en PAK's door scheepvaart' tot prioriteitsklasse B.

NUTRIËNTEN EN ZUURSTOF

Nutriënten (N, P, Si) spelen een heel belangrijke rol in aquatische ecosystemen omdat ze aan de basis liggen van de primaire productiviteit. De zones die sterk beïnvloed zijn door menselijke activiteiten worden gekenmerkt door hoge nutriëntenconcentraties en afwijkende nutriëntratio's. Door een verhoogde nutriëntenconcentratie kunnen massale (eventueel toxische) algenontwikkelingen voorkomen die op hun beurt kunnen leiden tot zuurstoftekort in het water wat kan leiden tot verhoogde mortaliteit bij vissen en invertebraten. De menselijke invloed op de nutriëntenbalans is voornamelijk merkbaar ter hoogte van de kustzone en minder detecteerbaar ter hoogte van de Thorntonbank.

De aanvoer van stikstof in het marien milieu kan op twee manieren plaatsvinden: via het water en via de atmosfeer. 65-80 % van de nutriënten input van stikstof in de Noordzee gebeurt via de rivieren. Voor fosfor bedraagt dit 80-85 % (OSPAR, 2000b). De aanvoer via rivieren bestaat uit een afvloeit van landbouwgronden en industrieel en huishoudelijk afvalwater. De atmosferische depositie, bestaande uit NO_x en NH_4 , is afkomstig van landbouwactiviteiten (mestverspreiding, houden van dieren), transport en verbrandingsgassen die vrijkomen bij huishoudelijke en industriële verbranding. Ook bij het gebruik van stookolie als brandstof bij de scheepvaart, komen allerlei stoffen zoals zwaveloxiden, stikstofoxiden en halogeenverbindingen in de lucht terecht, die voor een deel neerslaan op zee. De inwendige nutriëntenflux in de Noordzee wordt sterk beïnvloed en bepaald door chemische, fysische en biologische processen. De belangrijkste processen zijn opname door fytoplankton, mineralisatie, sedimentatie, nitrificatie, denitrificatie, opslag in sedimenten en biologische stikstoffixatie.

In Tabel 4.2.4 wordt de gemiddelde concentratie in de Noordzee van PO_4^{3-} , NO_3^- en Si(OH)_4 voor de periode 1993-1996 in winter en zomer opgegeven (Radach & Genkeler, 1997).

Tabel 4.2.4: Nutriëntenconcentraties voor de Noordzee (periode 1993-1996)

	Winter	Zomer
PO ₄ ³⁻ (in µM)	0,7-0,8	0,2
NO ₃ ⁻ (in µM)	10-12	2-4,1-2
Si(OH) ₄ (in µM)	7-9	1-2

Bovenstaande tabel illustreert dat de nutriëntenconcentratie tijdens de winter hoger is dan tijdens de zomer. Dit is het gevolg van de natuurlijke verhoogde periodieke algenontwikkeling (primaire productie) in de lente en zomer.

4.2.1.7 Seanergy project

Met uitzondering van eventuele accidentele lozingen zal het windturbineparkproject 'Seanergy' naar verwachting geen invloed uitoefenen op de referentiesituatie voor wat betreft de discipline 'water'.

4.2.2 Autonome ontwikkeling

HYDRODYNAMICA

De voornaamste gevolgen van klimatologische wijzigingen (broeikaseffect) op het kustmilieu zijn een verhoging van het zeeniveau, opwarming van het water, toename CO₂-concentraties en wijzigingen in stormfrequentie en -intensiteit (IPCC, 2001). Niettemin voorspellen algemene klimaatmodellen een stijging van het zeeniveau met maximum 0,9 m in de periode 1990-2100. De invloed van lange termijn klimatologische wijzigingen tijdens de uitbatingperiode van het windturbinepark zal m.a.w. niet significant zijn t.o.v. door getij en storm geïnduceerde waterhoogtegradiënten.

De ontwikkeling van de zandextractie-activiteiten op de Thorntonbank vlakbij de toekomstige ligging van het windturbinepark zal een bepaalde invloed hebben op de hydrodynamica in het projectgebied. Deze invloed hangt af van de omvang van de extractie-activiteiten (zone, diepte). Om deze invloed kwantitatief te bepalen moeten er voldoende meetgegevens (monitoring) voorhanden zijn voor het projectgebied om als basis te dienen voor een modellering.

WATERKWALITEIT

Voor de autonome ontwikkeling van de waterkwaliteit in de Noordzee kunnen onderstaande verwachtingen naar voor geschoven worden. Deze verwachtingen zullen natuurlijk in sterke mate afhangen van de mate waarin beleidsbeslissingen op nationaal en vooral internationaal niveau genomen en geïmplementeerd worden.

- Anorganische polluenten: op termijn kan verwacht worden dat de dalende trend inzake concentraties van anorganische polluenten zich voortzet. De parameters koper en cadmium zullen de voornaamste probleem blijven stellen.
- Organische polluenten:
 - TBT: gezien de verdragen die recent werden afgesloten omtrent verbod van TBT, zal de aanwezigheid van TBT verder dalen; eventueel kan op langere termijn uitloging van TBT uit sediment naar het zeewater een secundaire bron vormen.
 - Andere organische polluenten: analoog kan een daling in het gebruik van andere organische polluenten verwacht worden; al kunnen bestaande polluenten vervangen worden door nieuwere vormen met eventuele negatieve invloed.
 - Op korte en middellange termijn blijven de problemen met persistente organische polluenten aan de orde van de dag.

- **Nutriënten:** De aanwezigheid van nutriënten in het kustwater zal vooral bepaald worden door de variaties in aanvoer via rivierwater. In die optiek is het verdere uitvoeren van de zuivering van industrieel en huishoudelijk afvalwater verwachten alsook op halflange termijn een daling in het meststoffengebruik door de landbouw, gezien het belang dat vanuit de Europese Gemeenschap hieraan wordt gehecht. Voor de verschillende nutriënten is de vermoedelijke evolutie: verdere daling of status-quo van NH_4 ; initieel een verdere stijging van NO_2/NO_3 afhankelijk van nitraatverwijdering in afvalwater maar uiteindelijk een ombuiging van deze trend; verdere daling van fosfaten. Men kan verhopend dat naar de toekomst toe het eutrofiëringprobleem zich minder zal stellen.
- **Olie:** Algemeen kan gesteld worden dat een langzame vermindering verwacht wordt van de olievervuiling. Deze reeds geldende dalende trend is enerzijds reeds gedeeltelijk gerealiseerd door een verscherpte controle op lozingen, desalniettemin zijn er nog steeds veel niet gedetecteerde olielozingen of calamiteiten.
- **O_2 , saliniteit, turbiditeit:** Hierin worden geen veranderingen verwacht aangezien de invloed van menselijke activiteiten hierop relatief klein is.

4.2.3 Effecten

4.2.3.1 Inrichtingsfase

SALINITEIT, O_2 , TEMPERATUUR, NUTRIËNTEN

Op deze parameters worden geen effecten verwacht.

POLLUENTEN

Zware metalen / Organische polluenten

Een bron van eventuele emissies tijdens de installatie is de vrijstelling van schadelijke stoffen in de aangroeiwerende verf op de scheepsrumpen van de vaartuigen die gebruikt worden voor de installatie van de windmolens. Uit de gegevens blijkt dat een TBT-vrije verf gebruikt wordt en deze invloed dus afwezig is.

Een mogelijke emissiebron is de aanwezigheid van zware metalen in diepere bodemlagen die bij zowel de installatie van de windmolens zelf als bij de installatie van de kabel omgewoeld worden waardoor bodemdeeltjes met geadsorbeerde polluenten in de waterlaag terechtkomen en daar uitlogen naar het zeewater. Men kan stellen dat dit een indirecte en vrij geringe potentiële bron van zware metalen in zeewater betekent. Exacte gegevens over sedimentkwaliteit ter hoogte van de Thorntonbank ontbreken om hierover een absolute uitspraak te doen.

Olie en afval

Aangezien de Noordzee aangeduid is als een speciale zone (volgens MARPOL 73/78) voor afval sinds 1991 en voor olie sinds 1999 resulteert deze activiteit niet in lozingen van afval of olie.

Verhoging van de turbiditeit tijdens het aanbrengen van de palen

Tijdens de werken zal er lokaal een verhoogde turbiditeit ontstaan doordat bodemdeeltjes van op de zeebodem in de waterkolom terechtkomen door de werken. Meer specifiek zal dit zich voordoen tijdens het inbrengen van de palen alsook tijdens het inbrengen van de kabel. Daarnaast zal er zich tijdens de exploitatiefase ter hoogte van de paal een verhoogde turbiditeit voordoen omdat er een verhoogde

erosie rond de paal ontstaat, hoewel dit sterk wordt gelimiteerd door de aanwezigheid van een erosiebescherming.

De zeebodem van het studiegebied wordt gekenmerkt door verschillende bodemstructuren (vb. ribbels, mega-ribbels en duinen) die door de beweging van het zandige sediment worden veroorzaakt. Op de Thorntonbank worden grote duinen vastgesteld (tot 5 m hoogte) die door bodemtransport van zanddeeltjes worden veroorzaakt (zie deel 'sedimentologie').

Tijdens het heien van de paal in de sedimentkolom zal er meer sediment in suspensie worden gebracht door deze activiteiten. Indien het heien tijdens stroomlamme fases gebeurt, zinkt het zand in de omgeving heel snel uit. Het verhogen van de turbiditeit tijdens het heien is een lokale, beperkte en zeer tijdelijke verhoging.

Een milieustudie die uitgevoerd werd voor de installatie van een offshore windturbinepark in Deense wateren vermeldt dat zelfs in een "worst-case scenario" de toename van partikels in suspensie niet significant is in vergelijking met de natuurlijke concentratie. Deze Deense case-study was gebaseerd op een numeriek model dat ervan uitging dat er 14 dagen wordt gebaggerd voor een constructie met een funderingsplaat (i.p.v. een monopaal) en dat het 3% verlies aan baggerslib (dat voor turbiditeit zorgt) volledig aan de wateroppervlakte wordt geïnjecteerd (DHI, 1999). 20 % van de tijd is de concentratie > 10 mg/l (aanneمة $D_{50} = 60 \mu\text{m}$) in de onmiddellijke nabijheid van de op te richten constructie. In een gebied van ongeveer 7 km² rond de baggerlocatie vond men 50 % van de tijd concentraties terug > 2 mg/l. Aangezien in dit gebied de achtergrondconcentraties bij mooi weer tussen 2 en 10 mg/l bedragen en bij stormweer honderden mg/l, is de Deense conclusie dat de invloed van de baggerwerken op de turbiditeit te verwaarlozen is. Ter hoogte van de Thorntonbank wordt trouwens minder fijn materiaal vastgesteld waardoor zowel de natuurlijke turbiditeit als de turbiditeit ten gevolge van de werken relatief lager zullen liggen dan in de Deense studie.

De invloedszone van turbiditeit rondom elke paal kan als volgt worden ingeschat. Uitgaande van een aantal veilige ('worst case') aannames: korreldiameter voor fijn zand 100 μm , maximale hoogte t.o.v. de bodem tot waar zand in suspensie wordt gebracht 5 m, watersnelheid bij uitvoering van de werken 0,5 m/s, kan men benaderend becijferen dat de maximale invloedszone een driehonderdtal meter bedraagt m.a.w. binnen deze zone en in een tijdsperiode van maximaal 10 minuten is alle opgewoelde zand terug bezonken. In de praktijk zal de invloedszone zich wellicht beperken tot enkele tientallen meters. Voor het fijnere slib zou, indien het aanwezig zou zijn op de bodem van de Thorntonbank, het veel langer duren alvorens dit slib uitzinkt.

Het inschatten van de maximale concentraties die kunnen worden veroorzaakt door het opwoelen van sediment tijdens de constructiefase is geen sinecure omdat het een heel turbulent en driedimensionaal proces is en afhankelijk van de werkmethode. In referentiewerken (o.a. DHI, 1999) worden zelden getallen naar voor geschoven. Men kan met een sedimenttransportformule (Van Rhijn, 1993) de grootteorde inschatten van de natuurlijke concentraties (transportcapaciteit van het sediment voor een bepaalde hydrodynamische situatie): bijvoorbeeld voor middelmatig zand (300 μg) zou dit 80 mg/l bedragen bij hoog water, voor de fijne fractie zand (100 μm) zou dit 200 mg/l kunnen bedragen bij hoog water; voor slib (10 μm) echter kan dit oplopen tot 1500 mg/l. Onder kalme omstandigheden is dit respectievelijk 3 mg/l voor de fijne fractie zand en 30 mg/l voor slib. Deze berekeningen stroken met de aangehaalde meetwaarden in hierboven beschreven referenties.

Kortom, het zandige materiaal op de Thorntonbank dat wordt opgewoeld in heel lage concentraties zal zeer snel en vlakbij de constructie terug bezinken. Indien er eventueel ook fijner slib terug wordt opgewoeld (wat weinig waarschijnlijk is), heeft dit iets meer tijd en afstand nodig om te bezinken maar de vastgestelde concentraties zullen duidelijk kleiner zijn dan de natuurlijke slibconcentraties inherent aan de stroming in de Noordzee. Het korte bestaan van een locale zichtbare turbiditeitswolk tijdens het inbrengen van de palen kan niet worden uitgesloten maar heeft verder geen nefaste impact. De lokale verhoging van de turbiditeit (concentratie) bij het aanbrengen van een monopaal is analoog aan het

inbrengen van een driepoot structuur. Gezien echter het aanbrengen van een driepoot structuur meer tijd in beslag neemt, zal de duur van de turbiditeitsverhoging vermoedelijk langer zijn bij het aanbrengen van een driepoot structuur dan bij het aanbrengen van een monopaal.

Besluit: Het inbrengen van de palen veroorzaakt lokaal en tijdelijk een verhoging van de turbiditeit waarvan het effect als te verwaarlozen wordt ingeschat.

4.2.3.2 Exploitatiefase

INVLOED VAN DE OBSTRUCTIE OP DE HYDRODYNAMICA

Omwille van de aanwezigheid van de obstructie wordt de richting en de snelheid van de stroming beïnvloed.

Doordat het water ter hoogte van de paal moet afbuigen ontstaat er lokaal een hogere turbulentie en verandering van de richting van de stroming. Er ontstaat een stagnatiezone met hogere druk voor de paal en een zone met onderdruk naast en achter de paal. De ligging van deze zones varieert natuurlijk mee met de richting van de stroming.

Figuur 4.2.3: Stroming rond een cilinder (Bloomer, 2000)

Figuur 4.2.3 toont enkele interessante details van de stroming rond een cilindrische structuur. Deelfiguren a en b tonen enerzijds de stroomlijnen volgens de potentiaaltheorie (min of meer geldig voor en naast de cilinder) en anderzijds de stroomlijnen gemeten dicht bij de bodem. Deelfiguren c en d tonen de relatieve snelheden opnieuw voor de twee bovenvermelde toestanden. De stroming recirculeert net voorbij de cilinder. Het waterniveau zal voor de paal stijgen, vervolgens dalen naast de paal (meer snelheid of kinetische energie dus minder potentiële energie) en tenslotte weer toenemen voorbij de paal. Door het dalen van het waterniveau voor de paal en de viscositeit van water, zal er een wrijving ontstaan in de grenslaag tussen water en wand waardoor er stroomseparatie ontstaat. Dit resulteert in een extra kracht op de cilinder.

Deelfiguur f toont de variatie van de turbulentie-intensiteit dichtbij de bodem. Men merkt een turbulentiemaximum net voorbij de paal. Tenslotte geeft deelfiguur g aan dat er een duidelijke afname is in snelheid voor de paal, zoals reeds hoger opgemerkt. Door de afname in snelheid stijgt de druk evenredig met het kwadraat van de snelheid. Aangezien de snelheid hoger is dichtbij het wateroppervlak dan bij de bodem, resulteert dit in een drukgradiënt naar de bodem toe. Dit veroorzaakt dus een verticale jet (zie deelfiguur h) die zo een belangrijke rol speelt in de erosiefenomenen rondom de paal (Bloomer, 2000).

Kortom, in de zone bij de bodem veroorzaakt deze zone van overdruk voor de paal een driedimensionaal verspreidingspatroon van de stroming, waardoor de karakteristieke hoefijzervortex aan de voorzijde wordt gevormd. Ook aan de achterzijde van de paal ontstaan wervels door het opkrullen van de watergrenslagen aan de zijkant van de constructie (C-Power, 2001). Door dit wervelsysteem verkrijgt men een verhoogde bodemschuifspanning en een sterke erosie aan de voet van de paal. Het aspect van de invloed van de erosie door de aanwezigheid van de paal wordt echter uitgebreid besproken in de discipline 'bodem'.

Het is aangetoond dat de snelheid slechts in een beperkte zone wordt beïnvloed. Bijvoorbeeld wordt 90 % van de snelheid reeds na ongeveer $3,2 \cdot$ paaldiameter (bijvoorbeeld voor de monopaal met diameter 5,7 m resulteert dit in ongeveer 18 m, voor de driepoot structuur met een klassieke diameter van 1,5 m levert dit slechts 5 m op) bereikt. De turbulentie zal immers vrij snel het 'normale' stromingspatroon voorbij de paal herstellen. Daarbij wordt uitgegaan van een glad oppervlak. Indien er

na verloop van tijd aanwassen op de paal worden teruggevonden, zullen de stroomlijnen nog langer het oppervlak van de paal volgen en zal de invloedszone nog geringer worden.

Besluit: de invloed van de obstructie (monopaal of driepoot structuur) op de hydrodynamica is goed gekend en vrij beperkt in invloedszone. Gezien de grote afstand (gemiddeld 600 m) tussen de verschillende palen, is er geen interferentie tussen de invloed van de verschillende palen op de stroming.

SALINITEIT, O₂, TEMPERATUUR EN NUTRIËNTEN

Voor deze aspecten worden geen effecten verwacht.

POLLUENTEN

Zware metalen / Organische polluenten

Aangezien er geen chemicaliën, zoals TBT, ingezet worden voor de beperking van de aangroei van de paal onder water, dient niet voor enige verontreiniging gevreesd te worden.

Corrosiebescherming

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

Aluminiumanodes bevatten ongeveer 94,9 % tot 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 1 500 kg Al in 20 jaar per monopaal, aanname van een volume water rond elke monopaal 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. Dit resulteert in een extra aluminium toename in het zeewater van 0,001 µg/l; dit is vrij verwaarloosbaar t.o.v. de achtergrondconcentratie van Al in zeewater van 0,5 µg/l. Er is dan ook geen impact van de corrosiebescherming op de waterkwaliteit

Olie en afval

Hiervoor wordt verwezen naar de effecten tijdens de inrichtingsfase die hoger werden beschreven.

De transformatoren die in de windturbine worden gebruikt zullen van het droge type zijn of uitgerust worden met opvangbakken voor lekkende olie. De transformatoren op het transformatorplatform zullen worden uitgerust met opvangbakken voor lekkende olie.

Ten slotte zal er voor noodgevallen een dieselgenerator worden geïnstalleerd op het transformatorplatform. Er wordt een generator met dieselopslagtank (met lekdetectie of dubbele wand met lekdetectie) geïnstalleerd om in noodgevallen te voorzien van lichtbakens, radarbakens, communicatie-inrichting, en voor het opstarten na een lange periode van inactiviteit.

Verhogen van de turbiditeit

Omwille van de locale erosie rondom de paal zal er materiaal in suspensie treden vlakbij de constructie. Het zandige sediment zal in hoofdzaak vlakbij de bodem getransporteerd worden. Aangezien er een erosiebescherming wordt aangebracht zal dit echter zeer beperkt zijn. De erosie bescherming bestaat uit

natuurlijke breuksteen en zal geen invloed hebben op de waterkwaliteit. Besluit: net als bij de constructiefase is er geen enkel negatief effect in rekening te brengen inzake de verhoging van de turbiditeit tijdens de exploitatiefase.

4.2.3.3 Ontmantelingsfase

Bij het einde van de exploitatie dienen de palen te worden afgesneden een tweetal meter onder de zeebodem. De erosiebescherming zal worden verwijderd. Bij de werken die hiermee gepaard gaan kunnen dezelfde effecten zich voordoen als tijdens de constructiefase (verhoging van de turbiditeit, accidentele lozingen). Hiervoor wordt dan ook naar deze paragraaf verwezen.

4.2.3.4 Kabels

Verhoging van de turbiditeit tijdens het aanbrengen van de kabels

Er worden kabels gelegd tussen de windturbines onderling, tussen de windturbines en het transformatorplatform en tussen het transformatorplatform en de kust. De kabels worden door middel van een speciaal ingericht schip ingegraven tot op ongeveer één (36 kV kabels) à twee (150 kV kabels) meter onder de zeebodem. De kabels kunnen worden ingegraven door middel van jetting of ploegen. Ter hoogte van het kruisen van vaargeul 1 echter dient de kabel op een minimum diepte van 4 m onder de zeebodem gelegd te worden.

De verhoging van de turbiditeit door het inbrengen van de kabels is een analoog proces als bij de constructie van de palen maar zal vanwege de geringere omvang en intensiteit sowieso minder effect veroorzaken dan de oprichting van de palen.

De effecten inzake het aanbrengen van de transportkabels zullen zeer lokaal en in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van de omgeving van zeer korte duur zijn. Er worden geen langere termijneffecten verwacht.

Door het inbrengen van de kabel zullen er onvermijdelijk zwevende stoffen in het water terechtkomen. De hoeveelheid is afhankelijk van de gebruikte methode. De impact op de verhoging van de turbiditeit heeft echter een zeer korte tijdsspanne en is te verwaarlozen (DHI, 2000).

Verhoging van de turbiditeit tijdens het verwijderen van de kabels

Na de exploitatieperiode zullen alle kabels verwijderd worden. De effecten die deze verwijdering met zich meebrengen zijn analoog aan de installatie van de kabels.

Effect op de waterkwaliteit

Buiten accidentele lozingen bij installatie of verwijderen van kabels is er geen effect te voorzien op de waterkwaliteit door de aanwezigheid van de kabels.

4.2.4 Leemten in de kennis

- Er is geen specifieke informatie voorhanden omtrent golven, getijde en stromingen in het projectgebied.
- Er is niet voldoende hydrodynamische informatie (waterkwantiteit, transportmetingen) beschikbaar om het erosie-effect en de impact van de turbiditeit in te schatten (zie ook onderdeel 'sedimentologie').

- Er is geen informatie over de chemische samenstelling en de specifieke waterkwaliteit ter hoogte van het projectgebied de Thorntonbank.
- Over het algemeen is er slechts geringe informatie voorhanden omtrent het voorkomen, de trends en de ecologische effecten van persistente organische componenten zoals TBT in de waterfase.
- De laatste jaren is er een goede monitoring van de input van olie in de Noordzee door zeegebonden activiteiten en raffinaderijen. De input van olie door andere (mensgebonden) activiteiten werd nog niet grondig onderzocht waardoor geen volledige beschrijving kan gegeven worden.

4.2.5 Mitigerende maatregelen en compensaties

Om de invloed van het windturbinepark te bepalen, dient men voor het opstarten van de werken de huidige waterkwaliteit ter hoogte van de site te bepalen. Gedurende de exploitatie dient periodiek (uitwerking: zie monitoring) deze analysecampagne herhaald te worden om op deze manier eventuele evolutie in de waterkwaliteit op te volgen.

Teneinde waterverontreiniging uit te sluiten, dient in het kader van een zorgsysteem een procedure uitgewerkt worden die de acties beschrijft die dienen gevolgd te worden in geval een calamiteit zou optreden, bijvoorbeeld tijdens de onderhoudswerkzaamheden.

Voor het luik 'water' worden er geen compensaties overwogen.

4.2.6 Monitoring

Er wordt voorgesteld een periodieke meetcampagne uit te voeren ter hoogte van het geplande windturbinepark om de aanwezigheid van polluenten in het zeewater na te gaan. Indien er concentraties worden vastgesteld hoger dan 3 maal de gemiddelde waarden vastgesteld in de Noordzee zoals beschreven in de referentiesituatie, wordt initieel een herbemonstering voorzien; bij bevestiging van het resultaat, wordt onderzoek verricht naar de oorzaak en wordt ecotoxicologisch onderzoek uitgevoerd. Voornamelijk tijdens de bouwfase en ontmantelingsfase is monitoring aanbevolen. De routine meetcampagnes worden ofwel ingepast in het schema van bestaande onderhoudscampagnes of in het schema van onderzoeksopdrachten door vb. de R/V Belgica. Een jaarlijkse bemonstering van het zeewater wordt als een minimum gezien.

Tijdens de aanleg van zowel palen als kabels moet er een monitoring van de hydrodynamica, en de turbiditeit worden uitgevoerd. De monitoring moet uitgevoerd worden voor een voldoende aantal palen (in functie van de verschillende waterdieptes) en bij alle diepten van positionering van de kabel. Dit kan bijvoorbeeld met een acoustic doppler profiler waarbij de nodige aandacht moet besteed worden aan de positionering van de instrumenten. Op hetzelfde moment moeten metingen uitgevoerd worden op een referentie-situatie teneinde een expliciete impactvergelijking te kunnen uitvoeren.

Het effect van erosie en wijzigingen in het hydrodynamisch patroon moeten in de opstartfase worden opgevolgd en kunnen later zorgen voor ramingen van het effect van de installatie van het windturbinepark op de lokale geologie van de Thorntonbank. Dit wordt in detail besproken in het onderdeel 'sedimentologie'.

4.3 KLIMAAT

4.3.1 Methodologie

De referentiesituatie wordt beschreven op basis van beschikbare literatuurbronnen (oa. IPCC en 3E studie). De autonome ontwikkeling wordt besproken aan de hand van voorspellingen gebaseerd op de modellen van oa. het IPCC. Bij de bespreking van de effecten van het windturbinepark wordt er aandacht besteed aan de effecten op het globaal klimaat enerzijds en op het lokaal windklimaat anderzijds. Ook de effecten van de kabels op het de temperatuur in het nabije milieu worden aangehaald.

4.3.2 Referentiesituatie

België kent over het algemeen een gematigd zeeklimaat. Het zeeklimaat wordt gekenmerkt door vrij veel regen en wind, en kleine temperatuursvariëaties tussen de verschillende seizoenen. Het heeft een koele zomer en een zachte winter. Voor België is de gemiddelde temperatuur ongeveer 11,2° C, en de gemiddelde neerslag bedraagt 852 mm (Figuur 4.3.1, Tabel 4.3.1 en Tabel 4.3.2). De grootste hoeveelheden vallen in Laag- en Midden-België in de maanden juli en augustus (onweersbuien) en in Hoog-België in november en december. Het gemiddelde aantal dagen met meetbare neerslag (ten minste 0,1 mm) bedraagt tweehonderd per jaar. Het aantal onweersdagen schommelt jaarlijks tussen 75 en 90. (<http://www landenweb.com/>). Naargelang de geografische locatie kan men nog 3 subklimaten onderscheiden.

- Aan de kust komt een echt zeeklimaat voor. Het gemiddelde temperatuurverschil tussen de warmste en de koudste maand is hier het kleinst (zomer 16,9 °C; winter 3 °C). Juli en augustus zijn gemiddeld de warmste, januari en februari de koudste maanden.
- In Midden-België en de Kempen heerst een zogenaamd gewijzigd zeeklimaat. De afstand tot de matigende invloed van de zee is wat groter en daardoor zijn de gemiddelde temperatuurverschillen wat groter (zomer 14,7 °C ; winter 2,5 °C). (Tabel 4.3.1 en Tabel 4.3.2)
- In het gebied ten oosten van de Maas en de Sambre heerst een zogenaamd gewijzigd landklimaat. De invloed van de zee is hier het kleinst en de temperatuurverschillen het grootst (zomer 15,5 °C ; winter 0,4 °C).

Figuur 4.3.1: Klimatologische gemiddelden in Ukkel (België) voor de periode 1961 - 1990

In onderstaande tabellen wordt een overzicht gegeven van de klimatologische normalen voor een jaar en de maandelijkse normalen (= 30-jarig gemiddelde van de periode 1961-1990) in Ukkel.

Tabel 4.3.1: Klimatologische normalen van het station Ukkel voor een volledig jaar

Gemiddelden van de luchttemperatuur in °C	9,8
Gemiddelden van de dagelijkse maxima in °C	13,5
Gemiddelden van de dagelijkse minima in °C	6,9
Gemiddelden van de absolute maxima in °C	29,9
Gemiddelden van de absolute minima in °C -	8,6
Aantal vorstdagen	52,6
Mogelijk aantal uren zon	4479,0
Aantal uren zon	1555,0
Aantal zonloze dagen	70,3
Gemiddelde windsnelheid in m/s	3,6
Grootste gemiddelde windsnelheid in m/s	6,3
Kleinste gemiddelde windsnelheid in m/s	2,1
Aantal dagen met meetbare neerslag	203,0
Aantal dagen met sneeuwval	24,1
Aantal onweersdagen in het land	74,2
Aantal mistdagen	54,7
Hoeveelheid neerslag in mm	780,1
Grootste hoeveelheid neerslag in mm	227,0
Kleinste hoeveelheid neerslag in mm	0,5
Gemiddelden van de betrekkelijke vochtigheid in %	81,7
Gemiddelden van de dampspanning in hPa	10,3
Gemiddelden van de luchtdruk +1000 hPa	15,6

Bron: <http://www.kuleuven.ac.be/facdep/social/soc/Belqodata/klimaat.html>

Tabel 4.3.2: Maandelijks normalen voor een aantal klimaatsaspecten

<i>Maand</i>	<i>Gemiddelde temperatuur</i>	<i>Dagen sneeuw</i>	<i>Dagen onweer</i>	<i>Dagen neerslag</i>	<i>neerslag (mm)</i>	<i>Uren zonneschijn</i>
Januari	2,6	5,2	1,2	19	64,7	52
Februari	3,5	5,9	2,2	16	52,9	73
Maart	5,5	3,2	5,3	18	53,6	120
April	9	2,4	6,6	17	53,1	158
Mei	12,7	0,4	11,2	15	61,6	199
Juni	15,5	0	10,7	15	67,4	202
Juli	17,1	0	10,7	17	74,3	195
Augustus	16,8	0	11,8	16	74,4	188
September	14,6	0	7,8	15	69,8	154
Oktober	10,5	0	3,3	17	70,8	113
November	6,1	2,4	2,2	18	68,3	58
December	3,1	4,6	1,2	20	69,2	43

Bron: <http://www.kuleuven.ac.be/facdep/social/soc/Belgodata/klimaat.html>

De klimaatskarakteristieken die heersen aan land gelden in grote mate ook voor het klimaat op de site. Op zee is er echter gemiddeld een meer constant windklimaat en hogere windsnelheid. Op 10 km van de kust kan de windsnelheid op zee 25 % hoger zijn dan aan de kust.

De windsnelheid is afhankelijk van de lokale terreinruwheid, en dus van de toestand van het onderliggend oppervlak. Op zee is de terreinruwheid afhankelijk van golfstoetstand. De hoogte van de golven hangt vooral af van de sterkte van de wind, maar ook de duur van de inwerking van de wind op het wateroppervlak en de omvang en diepte van het water zijn van belang. De golfhoogte of de terreinruwheid, op een wel bepaalde plaats kan terug gebracht worden als een directe functie van de windsnelheid.

De windturbulentie zal ook langzaam toenemen voor windsnelheden boven 10 m/s. Voor locaties op zee is de afstand tot de kust bepalend voor de te verwachten gemiddelde windsnelheid. Deze afhankelijkheid is het best merkbaar in de eerste kilometers van de kust, na 10 km neemt dit effect log normaal af.

Exacte windgegevens ter hoogte van de Thorntonbank zijn niet voorradig. Om toch een goed beeld te krijgen van het windregime voor de Belgische-Nederlandse kust is een analyse gebeurt op de windgegevens van 5 meetpalen voor de kust en offshore door 3E in opdracht van C-Power. Er werden 5 meetstations geëvalueerd waarvan 1 zich bevindt langs de kust (Cadzand), drie op een afstand tussen 8 en 15 km tot de kust en één verder in zee op Westhinder (MOW7) zoals weergegeven op Figuur 4.3.2. Op basis van de windrozen voorgesteld in Figuur 4.3.3 t.e.m. Figuur 4.3.5 wordt de overheersende windrichting voor de Belgische-Nederlandse kust afgeleid als (W)ZW. Er is een klein verschil in windregime tussen de kustnabije en offshore meetpalen zoals weergegeven in de individuele windrozen. De overheersende windrichting aan de kust (Cadzand) is iets zuidelijker dan de windrichting op zee. De minst voorkomende windrichtingen zijn NW en ZO.

In Figuur 4.3.6 wordt de frequentiedistributie van de windsnelheid gegeven voor de observatiepost op de Westhinder (MOW7).

Figuur 4.3.2: Situering van de meetpalen

Figuur 4.3.3: Windroos met de gemiddelde frequentie van voorkomen van de windrichting (in %) in het meteostation van Cadzand, voor de periode maart 1991 tot mei 1998 (Bron 3E)

Figuur 4.3.4: Windroos met de gemiddelde frequentie van voorkomen van de windrichting (in %) voor MOW7, Westhinder, op 33 km van de kust, voor de periode maart 1994 tot september 2001. (Bron 3E)

Figuur 4.3.5: Windroos van de Nederlandse observatiepost op de Vlake van de Raan, 16 km van de kust, voor de periode november 1988-mei 1998 (Bron 3E)

Figuur 4.3.6: Frequentiedistributie van de windsnelheid voor MOW 7

De jaargemiddelden van de windsnelheid voor de 5 meetstations zijn weergegeven in Tabel 4.3.3. In het algemeen kan gesteld worden dat er aan de kust een lagere windsnelheid gemeten wordt dan de meetstations in zee. De gemiddelde waarde bedraagt 7,7 m/s. De hoogste windsnelheid wordt gemeten op de meetpaal Westhinder met een gemiddelde waarde van 8,5 m/s voor de periode maart '94 tot september '01

De windsnelheid neemt toe met de hoogte boven de waterspiegel volgens een logaritmische functie, de windsnelheid neemt snel toe vanaf het oppervlak, op een hoogte interessant voor windenergiegebruik wordt de gradiënt kleiner. De gemiddelde windsnelheid voor de Noordzee op verschillende hoogtes wordt gegeven in Tabel 4.3.4. Op basis van de beschikbare windgegevens heeft het studie bureau 3 E een extrapolatie uitgevoerd, teneinde het windregime ter hoogte van Wenduinebank op een minimale ashoogte van 70 meter te voorspellen. Op 28 maart 2002 heeft C-Power bijkomende apparatuur laten installeren op meetpaal MOW 0 (Wandelaar) om deze cijfers te valideren. De berekende gemiddelde windsnelheid in het windturbinepark op ashoogte bedraagt volgens deze berekeningen 8,71 m/s met een ondergrens van 8,51 m/s en een bovengrens van 8,90 m/s. Het windturbinepark op de Thorntonbank bevindt zich verder in zee en zal dus een iets ander een windregime kennen.

Niet alleen de locatie heeft een invloed op de windsnelheid, ook worden er seizoenale variaties waargenomen. Dit wordt weergegeven in Figuur 4.3.7 en Figuur 4.3.8.

Tabel 4.3.3: Windsnelheid (gemiddelde van de jaargemiddelden) (Bron 3E)

Locatie	Meethoogte (m)	gemiddelde windsnelheid	Meetperiode
Westhinder	25,25	8,46	Maa '94 – sept '01
Cadzand	16,5	6,39	Maa '91 – dec '00
Wandelaar	19,2	7,84	Juni '86 – sept '01
Vlake van de Raan	16,5	7,65	Nov '88 – dec '00
Droogte van 't Schoonveld	19,01	8,18	Maa '91 – dec '00

Tabel 4.3.4: Windsnelheid op open zee (>10 km van de kust) voor 5 standaard hoogtes (Bron: RISØ in Söker et al, 2000)

Hoogte	Windsnelheid (m/s)
10 m	7,0 – 8,0
25 m	7,5 – 8,5
50 m	8,0 – 9,0
100 m	8,5 – 10,0
200 m	9,5 – 11,0

Figuur 4.3.7: Gemiddelde maandelijkse windsnelheid gemeten in het meteostation in Cadzand

Figuur 4.3.8: Gemiddelde maandelijkse windsnelheid gemeten op Westhinder (MOW7)

Uit Figuur 4.3.7 en Figuur 4.3.8 blijkt dat de gemiddelde maandelijkse windsnelheid iets hoger is in de wintermaanden dan in de zomermaanden. De gemiddelde windsnelheid ligt hoger aan Westhinder (MOW7), nl 8 à 10 m/s dan in Cadzand, waar de gemiddelde windsnelheid 6 à 7 m/s bedraagt. De maximale windsnelheid kan tot 25 m/s oplopen in de wintermaanden.

4.3.3 Autonome ontwikkeling

De autonome ontwikkeling van het globaal klimaat is een gegeven dat relatief moeilijk in te schatten is. Gezien de problematiek rond het broeikaseffect en de opwarming van de aarde wordt er echter veel aandacht besteed aan voorspellingen omtrent de klimaatsveranderingen. Sedert de pre-industriële tijd (ca. 1750) zijn de broeikasgassen in de atmosfeer reeds significant gestegen (CO₂ van 280 tot 360 ppmv, CH₄ van 700 tot 1720 ppbv en N₂O van 275 tot 310 ppbv). Ook de temperatuur is ongeveer 0,3 tot 0,6 °C gestegen en het globaal zeeniveau is toegenomen tussen de 10 en 25 cm sedert de 19^e eeuw. Dit is voornamelijk te wijten aan menselijke activiteiten, vooral het gebruik van fossiele brandstoffen, verandering in landgebruik en de landbouw. Deze activiteiten nemen nog steeds toe zodat het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) enkele scenario's uitwerkte voor de klimatologische veranderingen in de toekomst. Deze zijn weergegeven in Tabel 4.3.5.

Tabel 4.3.5: De gevolgen voor de atmosferische wijziging, klimaat en zeeniveau. (Bron IPCC)

Datum	Globale populatie (miljard)	O ₃ -concentratie aan het oppervlak (ppm)	CO ₂ concentratie (ppm)	Globale temperatuursverandering (°C)	Globale stijging van het zeeniveau (cm)
1990	5,3	-	354	0	0
2000	6,1 - 6,2	40	367	0,2	2
2050	8,4 - 11,3	60	463 - 623	0,8 - 2,6	5 - 32
2100	7,0 - 15,1	>70	478 - 1099	1,4 - 5,8	9 - 88

Afhankelijk van de socio-economische randvoorwaarden van het model wordt een temperatuursverhoging van gemiddeld 3,6 °C verwacht over 100 jaar. Het zeeniveau zou dan gestegen zijn met gemiddeld 49 cm. Deze ontwikkelingen zijn het gevolg van de verwachte toename aan uitstoot van broeikasgassen, vooral CO₂, in de atmosfeer. In Tabel 4.3.6 worden de verwachte waarden gegeven.

Tabel 4.3.6: Verwachte uitstoot aan CO₂ (in Giga ton) (bron: Mira S 2000, IPCC 2001)

	1990		2100	
	Wereld	Vlaanderen	Wereld	Vlaanderen
CO ₂	27,1 GT	0,067 GT	16,9 – 131,3 GT	0,089 – 0,101 GT

Volgens het Kyoto protocol dienen ontwikkelde landen hun emissies te verminderen. Voor België betekent dit een vermindering van 7,5 % tegen 2012 t.o.v. de emissies in 1990. De Belgische uitstoot van broeikasgassen is echter sedert 1990 met 10 % toegenomen. Om de uitstoot van broeikasgassen te reduceren dient er overgeschakeld te worden naar een meerefficiënt gebruik van fossiele brandstoffen en het gebruik van milieuvriendelijke energiebronnen namelijk zonne-, biomassa-, wind-, hydro- en geothermale energie. In Tabel 4.3.7 wordt de reductie van broeikasgasemissie berekend bij het aanwenden van windenergie, t.o.v. de broeikasgas emissie in 1990, deze was nl 114,5 miljoen ton.

Tabel 4.3.7: Aandeel van de reductie aan broeikasgasemissie door het toepassen van windenergie in België (Bron: Söker et al, 2000)

Potentiële jaarlijkse wind-energieopbrengst	Reductie van broeikasgassen uitstoot t.o.v. de broeikasgas emissie in 1990	Aandeel van de 7,5 % reductie van broeikasgassen uitstoot
24,3 GWh (geïnstalleerd in 1999)	7 095 ton	0,08 %
710 GWh (installatie van 216 MW door C-Power)	209 à 490 kT	2,4 %

Momenteel bedraagt het totaal geïnstalleerd vermogen van windturbines 30 MW, deze zorgen voor een reductie van broeikasgassen van 0,08 % van het te verminderen aandeel van 7,5 %. Bij de installatie van het windturbinepark met een totaal vermogen van 216 MW zal dit aandeel toenemen tot 2,4 % van de 7,5 %.

4.3.4 Effecten

Voor de bespreking van de effecten op het klimaat wordt aandacht besteed aan twee aspecten, namelijk enerzijds de effecten die bijdragen tot de globale klimaatsverandering en anderzijds de effecten op het lokale windklimaat. Tenslotte zijn er de effecten die de kabel kan hebben op het lokale temperatuursklimaat.

4.3.4.1 Inrichtingsfase

Gedurende de installatie van het windturbinepark zullen het globaal klimaat en het lokaal wind klimaat geen effecten ondervinden.

4.3.4.2 Exploitatiefase

GLOBAL KLIMAAT

De effecten van de exploitatie van het windturbinepark betreffen voornamelijk de reductie van de emissies van broeikasgassen. Meer gedetailleerde info wordt beschreven in het hoofdstuk Lucht. De door de exploitatie geschatte vermeden uitstoot van CO₂ bedraagt tussen 209 en 490 kTon. Dit komt overeen met een afname van ongeveer 0,0015 % ten opzichte van de globale CO₂ emissie van 1990. Het geplande windturbinepark van Seanergy op de Vlake van de Raan zal ook bijdragen tot een vermindering van de emissies van broeikasgassen.

Aangezien echter het globaal klimaat op wereldschaal bekeken wordt, kan gesteld worden dat de bijdrage van dit windturbinepark in de totale reductie van de uitstoot van broeikasgassen zeer klein zal blijven. De reductie van de temperatuurs- en zeeniveaustijging door de verminderde emissie van broeikasgassen zal dus miniem zijn en moeilijk in te schatten.

LOKAAL WINDKLIMAAT

De effecten van het windturbinepark op het lokaal windklimaat worden veroorzaakt door het feit dat de windmolens een obstakel zijn voor de wind en anderzijds doordat de windmolen energie onttrekt aan de wind. Daardoor ontstaat achter de rotor een turbulente zogstroming met lagere windsnelheden. Om de opbrengst van de windmolen maximaal te houden dienen de windmolens op een zeker afstand van elkaar geplaatst worden. In de overheersende windrichting wordt over het algemeen een tussenafstand van 5 tot 9 rotordiameters gerespecteerd. Door menging en diffusie neemt het snelheidsdeficit stroomafwaarts van de turbine af. De berekening die hiervoor gebruikt wordt is (Sanderhoff, 1993 uit EED):

$$V_x = V_i * \left[1 - \sqrt{(1 - C_w)} * \left(\frac{D}{D + 2 * k * X} \right)^2 \right] \quad \text{waarbij} \quad k = \frac{0.5}{\ln\left(\frac{h}{z_0}\right)}$$

met

V_x: de windsnelheid op punt X achter de windmolen

V_i: de windsnelheid voor de windmolen ter hoogte van de naaf

C_w: de weerstandcoëfficiënt van de windmolen

D: de diameter van de rotor (100 m)

X: de afstand achter de windmolen

h: hoogte van de naaf (75 m)

z₀: de maat van de ruwheid (0,001 m)

Met deze formule kan de windsnelheid berekend worden op verschillende afstanden van de molen. De afname van de windsnelheid achter de windturbine wordt gegeven in Figuur 4.3.9. Deze werd berekend aan de hand van een initiële windsnelheid van 8 m/s (de verwachte gemiddelde windsnelheid werd geraamd op 8 tot 9 m/s) en een naafhoogte van 75 m. Het cumulatief effect van verschillende windturbines achter elkaar wordt voorgesteld in Figuur 4.3.10.

Figuur 4.3.9: Effect van een windmolen op de lokale windsnelheid achter de windmolen

Figuur 4.3.10: Cumulatief effect van verschillende windmolens op één rij achter elkaar (met een windrichting parallel aan de windturbines)

Uit Figuur 4.3.9 volgt dat op een afstand van 6 rotordiameters of 600 m, dit is ongeveer de afstand tussen 2 rijen, de gemiddelde windsnelheid nog 6,5 m/s bedraagt. Het gemiddeld verlies aan windsnelheid 600 m achter de windturbine bedraagt 19,2 %. De invloed van de windturbine op de windsnelheid blijft ongeveer 2,5 km achter de windturbine merkbaar.

In Figuur 4.3.10 wordt het effect van 6 windturbines achter elkaar voorgesteld. De wind heeft net achter de eerste windturbine 44 % van zijn snelheid verloren. Juist voor de tweede windturbine bedraagt de windsnelheid terug 80,8 % van zijn initiële waarde, na de tweede windturbine neemt de windsnelheid terug af met 55 %. De windturbines bevinden zich echter niet perfect achter elkaar zodat het effect van de eerste rij windturbines op de tweede rij kleiner zal zijn. De efficiëntie van de windturbines hangt dus af van de opstelling en de windrichting.

Door de opsplitsing van het park in twee gedeelten zal de onderlinge beïnvloeding kleiner zijn dan in één groot windenergiepark gezien de afstand van ongeveer 1,7 km tussen beide delen (in de overheersende windrichting). De windsnelheid ter hoogte van de windturbines in de tweede groep zal in mindere mate beïnvloed worden door de eerste groep.

Een tweede factor die het lokaal windklimaat beïnvloedt, is de turbulentie veroorzaakt door de windturbines. De turbulentie intensiteit verhoogt namelijk in het zog van de windturbine. Het effect van deze parameter is over een grotere afstand merkbaar dan de windsnelheid. Turbulentie is voornamelijk belangrijk voor de stressgevoeligheid van het materiaal, maar binnen het windturbinepark heeft turbulentie eveneens een effect op de efficiëntie. Hoe dichter twee windturbines bij elkaar geplaatst zijn, hoe hoger de turbulentie. De turbulentie-intensiteit aan de kust bedraagt meer dan 10 %, op zee schommelen de waarden rond 8 %. De turbulentie neemt eerst af met een stijgende windsnelheid om daarna terug toe te nemen door de grotere golfhoogte. De turbulentie daalt tevens met stijgende hoogte.

De effecten van het windturbinepark op het lokaal windklimaat zullen dus beperkt blijven tot zeer lokale effecten in het windturbinepark. De windsnelheid wordt beïnvloed door het windturbinepark tot ongeveer 2,5 km na de laatste windmolens.

4.3.4.3 Ontmantelingsfase

Gedurende de ontmanteling van het windturbinepark zullen het globaal klimaat en het lokaal windklimaat geen effecten ondervinden.

4.3.4.4 Kabels

LOKAAL TEMPERATUURSKLIMAAT ONDER INVLOED VAN DE KABEL

De elektrische kabels die in of op de zeebodem gelegd zullen worden zullen opwarmen ten gevolge van de stroom die ze vervoeren. De invloed van deze opwarming wordt ingeschat op enkele meters rond de kabel.

Er kan dus aangenomen worden dat er wellicht een lokale temperatuurgradiënt zal optreden. De grootte hiervan is niet gekend en de impact kan dan ook moeilijk ingeschat worden. De verstoring zal echter te klein zijn om bij een goed ingegraven kabel de oppervlakte te bereiken. Enkel benthos kan mogelijks beïnvloed worden.

4.3.5 Leemten in de kennis

De effecten van lokale warmteproductie door de kabel op benthos zijn niet gekend.

Er zijn geen windgegevens beschikbaar ter hoogte van de Thorntonbank.

De modellering van de windsnelheid en de turbulentie in het windturbinepark is nog onvoldoende gekend.

4.3.6 Mitigerende maatregelen en compensaties

Geen.

4.3.7 Monitoring

De windsnelheden en windrichtingen worden gedurende de exploitatie opgevolgd. Deze gegevens zouden opgeslagen kunnen worden in een databank, zodat er op lange termijn analyses kunnen gemaakt worden.

4.4 LUCHT

4.4.1 Methodologie

In eerste instantie wordt er een beschrijving gegeven van de huidige luchtkwaliteit (referentiesituatie). Alle mogelijke belangrijke parameters worden daartoe bestudeerd. Het betreft hier algemene verontreinigende componenten zoals CO, NO_x, SO₂ en koolwaterstoffen. De beschrijving steunt op gegevens van bestaande netwerken voor luchtkwaliteit. De huidige situatie wordt vervolgens vergeleken met de doelstellingen inzake de luchtkwaliteit.

De mogelijke emissies ten gevolge van de constructie, uitbating en ontmanteling van het windturbinepark zullen worden geïdentificeerd. Indien blijkt dat zij van belang zijn, worden de emissies verder gekwantificeerd. Anderzijds worden vermeden emissies berekend.

De lokale bijdrage van de emissies aan de luchtkwaliteit wordt bestudeerd zodat mogelijke gevolgen kunnen worden geëvalueerd. Daarnaast wordt het algemene effect van het project op de luchtkwaliteit gekwantificeerd zodat de significantie van het project kan worden bepaald.

4.4.2 Referentiesituatie

Aan de kust is één VMM-metstation gelegen dat relevant is voor het bepalen van de kwaliteit van de lucht boven zee. Het gaat hier om station 44N002 – Zeebrugge Zeesluis. Ongeveer 10 km landinwaarts liggen de meetstations 44N012-Moerkerke en 44N029-Houtem. Bovendien werd in 2000 een tijdelijk meetstation in De Panne geïnstalleerd met het oog op het beoordelen van de grensoverschrijdende vervuiling afkomstig van het industriegebied rond Duinkerken. In het meetstation 44N002 – Zeebrugge Zeesluis wordt enkel SO₂ gemeten. In het meetstation 44N012-Moerkerke worden SO₂ en NO_x opgevolgd. In het meetstation 44N029-Houtem en het tijdelijke meetstation van De Panne worden zowel SO₂, NO_x en PM10 (stof) opgevolgd, terwijl in het tijdelijke meetstation van De Panne ook nog CO werd gemeten.

4.4.2.1 SO₂

De metingen leverden voor 2000 volgende achtergrondconcentraties voor SO₂ op (VMM, 2001) :

Tabel 4.4.1: Gemiddelde, P50 en P98-waarde voor SO₂ in de omgeving van de kust (dagwaarden in µg/m³)

Meetpost SO ₂ (dagwaarden)	Gemiddelde (µg/m ³)	P50 (µg/m ³)	P98 (µg/m ³)
44N002 – Zeebrugge Zeesluis	8	7	25
44N012 - Moerkerke	4	4	13
44N029 - Houtem	4	3	11
De Panne	5	4	11
Grenswaarde ^{1,2}		120	350
Richtwaarde	50 ³	40-60 ²	100-150 ²

¹ Bron: VLAREM, Titel II ² Waarden geldig bij laag stofgehalte, wat hier te verwachten is ³ Bron: WHO (2000)

4.4.2.2 NO_x

De metingen leverden voor 2000 volgende achtergrondconcentraties voor NO_x op (VMM, 2001) :

Tabel 4.4.2: Gemiddelde, P50 en P98-waarde voor NO en NO₂ in de omgeving van de kust (uurwaarden in µg/m³)

Meetpost NO _x (dagwaarden)	Gemiddelde (µg/m ³)		P50 (µg/m ³)		P98 (µg/m ³)	
	NO	NO ₂	NO	NO ₂	NO	NO ₂
44N012 – Moerkerke	4	20	1	16	48	53
44N029 - Houtem	3	16	1	12	27	47
De Panne	3	13	1	14	18	40
Grenswaarde ¹						200
Richtwaarde		40 ²		50 ¹		135 ¹

¹ Waarden geldig bij laag stofgehalte, wat hier te verwachten is ² Bron: WHO (2000)

4.4.2.3 PM10 (Stof)

De metingen leverden voor 2000 volgende achtergrondconcentraties voor stof op (VMM, 2001) :

Tabel 4.4.3: Gemiddelde en P98-waarde voor stof in de omgeving van de kust (dagwaarden in µg/m³)

Meetpost PM10 (dagwaarden)	Gemiddelde (µg/m ³)	P98 (µg/m ³)
44N029 - Houtem	26	
De Panne	20	36
Grenswaarde ²	60 ¹	250
Richtwaarde ³	40-60	

¹ Bron: VLAREM, Titel II ² Waarden geldig bij laag stofgehalte, wat hier te verwachten is ³ Bron: WHO (2000)

4.4.2.4 CO

De metingen leverden voor 2000 volgende achtergrondconcentraties voor CO op (VMM, 2001):

Tabel 4.4.4: Gemiddelde en P98-waarde voor CO in de omgeving van de kust (dagwaarden in µg/m³)

Meetpost CO (dagwaarden)	Gemiddelde (µg/m ³)	P98 (µg/m ³)
De Panne	14	42
Grenswaarde ³		30 000

³ Bron: WHO (2000)

Natuurlijke achtergrondwaarden schommelen tussen 10 en 230 µg/m³ (WHO, 1987).

4.4.2.5 Vluchtige organische stoffen

Ter hoogte van het meetstation Zeebrugge (44N002) werd voor 2000 een gemiddelde achtergrondconcentratie voor NMVOS van 0,04 µg/m³ en voor methaan van 2,06 µg/m³ vastgesteld.

4.4.2.6 Evaluatie van de actuele luchtkwaliteit

Wanneer de bekomen waarden vergeleken worden met de grenswaarden en richtwaarden inzake luchtkwaliteit, dan is al vlug duidelijk dat zich op de relevante meetposten geen enkel probleem stelt. Zo bedraagt voor SO₂ de richtwaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie 50 µg/m³ (jaargemiddelde); de grenswaarde bedraagt 80-120 µg/m³ voor de P50 (50% van de waarden hoger) en 250-350 µg/m³ voor de P98 (2% van de waarden hoger). De bekomen gemiddelden en P50-waarden overschrijden de waarde 10 µg/m³ niet, wat aangeeft dat er nog een aanzienlijk draagvermogen is van ten minste 30 µg/m³.

Voor NO_x geldt een richtwaarde (WGO, 2000) van 40 µg/m³ als jaargemiddelde; voor de P50 geldt een jaarwaarde (uurgemiddelde) van 50 µg/m³; voor de P98 is dit 135 µg/m³. De grenswaarde van de P98 zoals vastgelegd in VLAREM bedraagt 200 µg/m³. Voor wat betreft NO_x stellen er zich dus geen problemen. In de huidige situatie bereikt de concentratie in de lucht minder dan 50% van de richtlijn of grenswaarde.

Wat betreft de concentraties van zwevend stof kan worden opgemerkt dat de huidige waarden ver onder de actuele grensconcentraties van 70 µg/m³ (P50) liggen die door de Europese Unie worden voorgeschreven. In de toekomst zullen de grenzen dalen naar 50 µg/m³ (dagelijks P50). Ook in dat geval worden de kwaliteitsdoelstellingen behaald.

De actuele CO-waarden liggen ver onder de doelstellingen inzake luchtkwaliteit. In vergelijking met andere controlestations zijn de waarden van de vluchtige organische stoffen laag langs de kust (MIRA T, 2001). Aangezien er zich aan de kust geen belangrijke emissiebronnen bevinden (in hoofdzaak scheepvaart) en de lucht vooral vanuit zuidwestelijke richting onze kustzone bereikt, is te verwachten dat de luchtkwaliteit boven de Noordzee momenteel goed is.

Hoewel het bekend is dat ook nutriënten en micropolluenten via de lucht naar de zee worden aangevoerd (Eyckmans et al., 2002), zijn de concentraties niet van dien aard dat de kwaliteit van de lucht boven zee zou aangetast zijn.

4.4.3 Autonome ontwikkeling

Bij de autonome ontwikkeling kan gesteld worden dat :

- De lokale luchtkwaliteit boven zee, ter hoogte van de locatie waar de windturbines zullen geplaatst worden, tijdens de constructie- en ontmantelingsfase beter zal zijn gezien de emissies van de vaartuigen nodig voor het transport en de oprichting/ ontmanteling van de windturbines zich daar niet zullen voordoen. Voor de grootte van deze effecten wordt verwezen naar 4.4.4.1 en 4.4.4.3.
- De emissies, die een gevolg zijn van het materiaalgebruik voor de constructie van de windturbines, niet zullen plaatsvinden. Voor de kwantificering van deze emissies wordt verwezen naar 4.4.4.1.
- De vermeden emissies als gevolg van de elektriciteitsproductie door het windturbinepark wel zullen gerealiseerd worden. Voor de kwantificering van deze emissies wordt verwezen naar 4.4.4.2.

4.4.4 Effecten

4.4.4.1 Inrichtingsfase

EMISSIES VAN VAARTUIGEN INGEZET VOOR CONSTRUCTIE VAN HET WINDTURBINEPARK

Voor het inschatten van de emissies wordt gebruik gemaakt van een inschatting van het totale energieverbruik bij de constructie van het windturbinepark, in combinatie met emissiefactoren voor scheepvaart. Voor de emissiefactoren voor scheepvaart wordt gebruik gemaakt van de recente compilatie van emissiefactoren opgesteld in opdracht van de Europese Commissie (Entec, 2002). Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen emissies 'op zee' en tijdens het 'manoeuvreren' voor verschillende scheepstypes. De scheepstypes die hier worden weerhouden zijn B22 (andere offshore) voor hefeilanden, A24 (andere droge bulkcargos) voor de steenstorters, B33 (baggeren) voor de kabelleggers en B34 (andere activiteiten) voor het hulpmaterieel. De emissiefactoren worden in Tabel 4.4.5 samengevat.

Tabel 4.4.5: Emissiefactoren voor verschillende scheepstypes 'op zee' en tijdens het 'manoeuvreren' (g/kWh)

	<i>Op zee</i>					<i>Manoevreren</i>				
	NO _x	SO ₂	CO ₂	VOS	Stof	NO _x	SO ₂	CO ₂	VOS	Stof
A24	17,4	10,6	631	0,6	-	13,9	11,6	695	1,6	2,3
B22	13,5	11,1	682	0,4	-	10,9	12,2	749	1,3	2,2
B33	14,1	11,4	674	0,5	-	11,4	12,5	741	1,4	2,4
B34	12,5	10,7	705	0,4	-	10,1	11,8	774	1,2	2,2

Aangezien C-Power reeds een goed zicht heeft op welke vaartuigen ingezet zullen worden voor de realisatie van dit project, maakt dit het mogelijk om een gedetailleerde raming op te stellen van het vereiste vermogen aan de hand van de technische informatie van het in te zetten materieel.

Bij het installeren van de funderingen (monopaal) wordt gebruik gemaakt van een hefeiland (type Zeebouwer - Vagant) voor het heien van de palen :

- Opvijzelen en neerlaten van het platform: 5 handelingen per windmolen gedurende 1 uur waarbij 75% van het motorvermogen van 370 kW wordt gebruikt.
- Kraan op hefeiland: 20 uur per windmolen + 1 transformator waarbij 50% van het motorvermogen van 150 kW wordt gebruikt.
- Generator aan boord van het platform: 20 uur per windmolen + 1 transformator waarbij 50% van het motorvermogen van 150 kW wordt gebruikt.
- Heien van de monopalen: 10 uur per windmolen + 1 transformator waarbij 70% van het vermogen van 900 kW wordt gebruikt.

Dit levert een totaal energieverbruik van 650 550 kWh op. Rekening houdend met de emissiefactoren voor scheepstype B22 tijdens het manoeuvreren levert dit volgende respectievelijke vrachten op :

- NO_x 7 090 kg
- SO₂ 7 940 kg
- CO₂ 487 260 kg
- VOS 850 kg
- Stof 1 430 kg

Voor installeren en monteren van de windmolens op de monopaal wordt gebruik gemaakt van hefeilanden (type Zeebouwer en type Vagant) :

- Opvijzelen en neerlaten van het platform: 5 uur per windturbine + 1 transformator waarbij 75% van het vermogen van 370 kW wordt gebruikt.
- Kraan op hefeiland type Zeebouwer: 20 uur per windturbine + 1 transformator waarbij 50% van het vermogen van 370 kW wordt gebruikt.
- Kraan op hefeiland type Vagant: 20 uur per windturbine + 1 transformator waarbij 50% van het vermogen van 370 kW wordt gebruikt.

Dit levert een totaal energieverbruik van 536 040 kWh op. Rekening houdend met de emissiefactoren voor scheepstype B22 tijdens het manoeuvreren levert dit volgende respectievelijke vrachten op :

- NO_x 5 840 kg
- SO₂ 6 540 kg
- CO₂ 401 500 kg
- VOS 700 kg
- Stof 1 180 kg

Voor het storten van de erosiebescherming wordt gebruik gemaakt van een steenstorter. Tijdens een volledige cyclus (laden – varen – storten – varen) van 8 uur wordt gemiddeld 600 kW aangewend. Rond ieder paal (60 windmolens + 1 transformator) worden gemiddeld 6 ladingen gestort, wat het totale energieverbruik op 1 756 800 kW brengt. Rekening houdend met de emissiefactoren van scheepstype A24 'op zee', levert dit volgende respectievelijke vrachten op :

- NO_x 30 570 kg
- SO₂ 18 620 kg
- CO₂ 1 108 540 kg
- VOS 1 050 kg

Voor het leggen van de kabels wordt gerekend op 68 dagen. Het vermogen van het schip en de jetinstallatie samen (5 200 kW) wordt hiervoor gedurende 12 uur per dag voor 50 % aangesproken. Dit leidt tot een totaal energieverbruik van 2.121.600 kWh. Rekening houdend met de emissiefactoren van scheepstype B33 'op zee', levert dit volgende respectievelijke vrachten op :

- NO_x 29 920 kg
- SO₂ 24 190 kg
- CO₂ 1 429 960 kg
- VOS 1 060 kg

Het motorvermogen van het varende hulpmateriaal (sleepboot, werkboot, peilvlot, vlot voor personeels-transport) wordt ingeschat op 3730 kW. Dit vermogen wordt voor 10 % gedurende 2 periodes van 6 maand aangesproken. Dit levert een totaal energieverbruik op van 3 267 480 kWh. Rekening houdend met de emissiefactoren voor scheepstype B34 tijdens het manoeuvreren, levert dit volgende respectievelijke vrachten op :

- NO_x 33 000 kg
- SO₂ 38 560 kg
- CO₂ 2 529 030 kg
- VOS 3 920 kg
- Stof 7 200 kg

Het totale energieverbruik tijdens de constructiefase beloopt dus 8,332 GWh. Dit energieverbruik bedraagt dus slechts ongeveer 1,2 % van de jaarlijkse elektriciteitsproductie door het windturbinepark. Aan dit totale energieverbruik tijdens de constructiefase zijn volgende emissies verbonden (Tabel 4.4.6). In deze tabel zijn als referentie ook de totale ingeschatte scheepsemissies voor de Noord- en Baltische Zee samen voor 2000 opgenomen.

Tabel 4.4.6: Totale vrachten afkomstig van vaartuigen ingezet bij de constructie van het windturbinepark in relatie tot de vrachten als gevolg van scheepvaart in de Noord- en Baltische Zee in 2000.

	<i>Emissie vaartuigen bij constructie</i>	<i>Totale vracht Noord- en Baltische Zee (Entec, 2002)</i>
NO _x	106,4 ton	1 074 000 ton
SO ₂	95,9 ton	763 000 ton
CO ₂	5.956 ton	40 849 000 ton
VOS	7,6 ton	39 000 ton
Stof	9,8 ton	6 000 ton

De vrachten belopen voor alle polluenten ongeveer 0,01 % van de totale emissies door scheepvaart in de Noord- en Baltische Zee. Wanneer rekening wordt gehouden met het gegeven dat het Kanaal tot de drukst bevaren scheepsroutes behoort, kan gesteld worden dat de vrachten afkomstig van de vaartuigen bij constructie van het windturbinepark lokaal (ter hoogte van de werkzaamheden) een zeer beperkte invloed kunnen uitoefenen op de kwaliteit van de omgevingslucht.

EMISSIONS ALS GEVOLG VAN HET MATERIAALVERBRUIK

De enige emissies, die aan de windmolens zelf kunnen worden toegekend, zijn de emissies die gegenereerd worden tijdens de productie van de materialen noodzakelijk voor hun constructie. Deze emissies werden in detail bestudeerd in het Europese ExternE project. De resultaten van dit project laten toe om aan de hand van een ingeschat materiaalverbruik en emissiefactoren voor de voornaamste materieel een emissie in te schatten gelinkt aan het materieelverbruik voor de constructie van een windturbine.

Bij het opstellen van de ExternE methodologie werden volgende emissiefactoren voor de voornaamste materialen naar voor geschoven (Europese Commissie DGXII, 1995) :

Tabel 4.4.7: Emissiefactoren voor CO₂, SO₂ en NO_x gelinkt aan de productie van verschillende materialen.

	<i>Emissiefactor (kg/ton)</i>		
	<i>CO₂</i>	<i>SO₂</i>	<i>NO_x</i>
Staal	2225	17,6	8,2
Koper	2683	31,3	12,2
Glasvezel	2437	16,9	20,6
Beton	159	2,0	0,8

Het materiaalverbruik voor het oprichten van het windturbinepark kan worden ingeschat door extrapolatie van materiaalverbruik noodzakelijk voor het oprichten van het Tunø Knob windturbinepark in Denemarken (Schleisner en Sieverts, 1997). Dit windturbinepark bestaat uit 10 molens van 0,5 MW en werd ongeveer 6 km buiten de kust van Denemarken gebouwd. De molens hebben een hoogte van 40,5 m, een rotordiameter van 39 m en wegen elk 57 ton. De totale hoeveelheid kabel voor het windturbinepark wordt ingeschat op ongeveer 10 km. Een gedetailleerde opsplitsing van het materiaalverbruik in de molen, fundering en bekabeling is voorhanden.

De extrapolatie naar de molens van C-Power werd als volgt doorgevoerd :

- Uit de technische documentatie van GE Power blijkt dat het gewicht van de turbine, inclusief wieken, ongeveer 268 ton bedraagt. Op de 268 ton totaal gewicht van de molen wordt dezelfde procentuele verdeling naar de verschillende materialen toegepast als bij de molens van Tunø Knob.
- De fundering van de molens van C-Power bestaat uit een monopaal of een driepoot waarin 475 ton staal is verwerkt.
- De ingeschatte totale kabellengte bedraagt 80 km.

De basisgegevens voor de extrapolatie en de resultaten van de extrapolatie worden in Tabel 4.4.8 samengevat.

Tabel 4.4.8: Inschatting van het materiaalverbruik voor de aanleg van het windturbinepark van C-Power.

		Tunø Knob	C-Power
# molens		10	60
Vermogen	MW/molen	0,5	3,6
Gewicht	ton/molen	57	268
Materiaalgebruik molen			
Staal	ton/molen	52,7	247,8
Aluminium	ton/molen	1,4	6,6
Koper	ton/molen	0,35	1,6
Glasvezel	ton/molen	1,1	5,2
Kunststof	ton/molen	2,0	9,4
Andere	ton/molen	0,8	3,8
Materiaalgebruik fundering			
IJzer	ton/molen	24,0	-
Beton	ton/molen	565,0	-
Staal	ton/molen	-	425
Materiaalgebruik kabels			
Lengte kabel	km	10	80
Koper	ton/km	2,58	2,58
Staal	ton/km	3,9	3,9

Rekening houdend met de emissiefactoren van Tabel 1.1.7 levert dit volgende emissies als gevolg van het materiaalverbruik op (Tabel 1.1.9) :

Tabel 4.4.9: Emissies als gevolg van het materiaalverbruik in het windturbinepark van C-Power

Windmolens		
CO ₂	34 099,2	ton
SO ₂	270,0	ton
NO _x	129,5	ton
Fundering		
CO ₂	56 737,5	ton
SO ₂	448,8	ton
NO _x	209,1	ton
Kabels		
CO ₂	1 248,0	ton
SO ₂	12,0	ton
NO _x	5,1	ton
Totaal		
CO ₂	92 084,7	ton
SO ₂	730,8	ton
NO _x	343,7	ton

De emissies als gevolg van het materiaalverbruik in het windturbinepark belopen 19% van de jaarlijks vermeden CO₂ emissies, 92% van de jaarlijks vermeden SO₂ emissies en 38% van de jaarlijks vermeden NO_x emissie, wanneer de jaarlijks vermeden emissie wordt berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke elektriciteitsproductie (zie 4.4.4.2). Dit betekent dat de emissies als gevolg van het materiaalverbruik na 2 (CO₂) tot 11 maand (SO₂) werking van het windturbinepark zijn terugverdiend.

4.4.4.2 Exploitatiefase

In de exploitatiefase zijn geen emissies naar lucht, afkomstig van het windturbinepark zelf, te verwachten. De netto elektriciteitsproductie van het windturbinepark (710 GWh/jaar) dient echter niet door middel van klassieke of nucleaire productie te worden opgewekt, wat aanleiding geeft tot vermeden emissies op het land. De omvang van deze vermeden emissies op het land is afhankelijk van het feit of enkel klassieke of de combinatie van klassieke en nucleaire productie wordt beschouwd voor het opwekken van de netto elektriciteitsproductie van het windturbinepark. Voor het berekenen van de vermeden emissies wordt uitgegaan van de emissiefactoren voor klassieke thermische elektriciteitsproductie in België (Emis, 2003). De emissiefactoren voor de gecombineerde klassieke en nucleaire productie in België worden bekomen uit deze voor de klassieke thermische productie, rekening houdend met een aandeel van 58% van de nucleaire productie in de Belgische mix (VMM, 2001), waarbij geen emissies naar lucht voor de nucleaire productie rekening worden gebracht.

Rekening houdend met de recente beslissingen met betrekking tot het uitfasen van de nucleaire productie kan gesteld worden dat extra elektriciteitsproductiecapaciteit op het land vrijwel zeker tot de klassieke productie zal behoren. Bij wijze van volledigheid wordt echter ook de vergelijking gemaakt met de cijfers voor de mix van klassieke en nucleaire productie.

Tabel 4.4.10: Emissiefactoren voor klassieke en nucleaire elektriciteitsproductie in België in 2000

		<i>Klassieke productie</i>	<i>Klassieke & Nucleaire productie</i>
CO ₂	ton/GWh	687	288,5
SO ₂	ton/GWh	1,12	0,47
NO _x	ton/GWh	1,27	0,53
Stof	ton/GWh	0,126	0,053

Aan de hand van deze emissiefactoren en de netto elektriciteitsproductie door het windturbinepark worden op jaarbasis volgende emissies vermeden (Tabel 4.4.11). Als referentie zijn in deze tabel ook de totale emissies als gevolg van klassieke productie in België voor 2000 opgenomen.

Tabel 4.4.11: Vermeden emissies (ton/jaar) als gevolg van de werking van het windturbinepark, samen met de emissies van klassieke productie in België voor 2000.

		<i>Klassieke productie</i>	<i>Klassieke & Nucleaire productie</i>	<i>België: klassieke productie 2000</i>
CO ₂	ton/jaar	487 770	204 863	21 222 000
SO ₂	ton/jaar	795,2	334,0	34 505
NO _x	ton/jaar	901,7	378,7	39 169
Stof	ton/jaar	89,5	37,6	3 886

De jaarlijks vermeden emissies, berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke productie, bedragen 2,30% van de emissies door klassieke productie in België voor alle pollutanten. De jaarlijks vermeden emissies, berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke en nucleaire productie, bedragen 0,97% van de emissies door klassieke productie in België voor alle pollutanten.

Tegen 2010 worden aan België emissieplafonds voor SO₂ en NO_x opgelegd van respectievelijk 99 000 en 176 000 ton/jaar (2001/81/EG). De vermeden emissies, berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke productie, bedragen respectievelijk 0,8% van het emissieplafond voor SO₂ en 0,5% van het emissieplafond voor NO_x, wat significant is. De Kyoto doelstelling voor België is een reductie van de uitstoot van broeikasgassen tot 126 600 000 ton CO₂ equivalent tegen 2010. De vermeden emissies, berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke productie, bedragen 0,39% van dit plafond, wat significant is.

Indien de elektriciteitsproductie door dit windturbinepark effectief aanleiding zou geven tot een equivalente vermindering van de elektriciteitsproductie op land door middel van klassieke thermische productie, zal dit leiden tot een significant positief effect met betrekking tot de invloed op de luchtkwaliteit op het land in het algemeen en het broeikaseffect en de zure depositie in het bijzonder.

4.4.4.3 Ontmantelingsfase

EMISSIONS VAN VAARTUIGEN INGEZET VOOR ONTMANTELING EN TRANSPORT VAN HET WINDTURBINEPARK

Deze emissies kunnen grosso modo gelijk gesteld worden aan de emissies van de vaartuigen ingezet voor het transport en de constructie van het windturbinepark.

4.4.5 Leemten in de kennis

De reële emissies van de vaartuigen bij de constructie en ontmanteling van het windturbinepark zijn niet gekend. Dit werd ondervangen door gebruik te maken van een inschatting van het energieverbruik in deze fases, in combinatie met recent vastgelegde emissiefactoren voor scheepvaart. Gezien de beperkte omvang van deze emissies in vergelijking met de jaarlijks vermeden emissies als gevolg van de werking van het windturbinepark, zal deze werkwijze de conclusies met betrekking tot de discipline lucht niet significant beïnvloeden.

De reële emissies als gevolg van het materiaalgebruik voor de constructie van de windturbines zijn niet gekend. Dit werd ondervangen door een extrapolatie op basis van literatuurgegevens. Gezien de beperkte omvang van deze emissies in vergelijking met de jaarlijks vermeden emissies als gevolg van de werking van het windturbinepark, zal deze werkwijze de conclusies met betrekking tot de discipline lucht niet significant beïnvloeden.

4.4.6 Mitigerende maatregelen en compensaties

Gezien de verwachte impact op de luchtkwaliteit zeer beperkt blijft, zowel in omvang als in tijd, en de windturbines op jaarbasis verantwoordelijk zijn voor een significante reductie van de emissies van klassieke centrales op land, dringen mitigerende maatregelen en compensaties met betrekking tot de discipline lucht zich niet op.

4.4.7 Monitoring

Gezien de verwachte impact op de luchtkwaliteit zeer beperkt blijft, zowel in omvang als in tijd, dient geen monitoring van de kwaliteit van de omgevingslucht te gebeuren.

4.5 GELUID EN TRILLINGEN

4.5.1 Afbakening studiegebied

Voor de evaluatie van de geluidsimpact wordt het omgevingsgeluid en het specifieke geluid t.g.v. het project beoordeeld onder water, boven water en ter hoogte van de kustlijn op ongeveer 27 km afstand van de grenzen van het projectgebied. Juridisch gezien moet er geen beoordeling gebeuren op het vasteland. Wegens bevoegdheidsoverschrijdende effecten wordt er ook een beoordeling gedaan ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen gelegen in de woonkern van Blankenberge.

4.5.2 Methodiek

Hoewel windturbines en windturbineparken werden opgenomen in de VLAREM-indelingslijst van hinderlijke inrichtingen is de geluidsnormering volgens hoofdstuk 4.5 van VLAREM-II echter niet van toepassing (Belgisch staatsblad 31.03.1999 p 10464¹).

BESCHRIJVING VAN DE REFERENTIESITUATIE

De domeinconcessieaanvraag, de bouw- en de milieuvergunning voor het 100 MW wind turbine park van "Seanergy" op de "Vlakte van de Raan" zijn goedgekeurd. Daarom zal bij de bepaling van de referentiesituatie rekening gehouden worden met de 50 windturbines van het "Seanergy windturbinepark".

Ter informatie zal ook het resultaat van de berekening zonder het "Seanergy windturbinepark" weergegeven worden gezien de onzekerheid van de realisatie van het windturbinepark (beroep bij Raad van State)).

Ten behoeve van de referentiesituatie wordt de huidige situatie van het geluidsklimaat beschreven. Het huidige geluidsklimaat wordt besproken op 4 plaatsen namelijk boven water, onder water, aan de kustlijn en ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen. Ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen wordt het huidige geluidsklimaat op land getoetst aan de milieukwaliteitsnormen van VLAREM-II.

Voor de bespreking van het oorspronkelijke omgevingsgeluid onder en boven water, aan de kustlijn en ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen wordt gesteund op literatuurgegevens en informatie uit andere MER's.

¹ Belgisch staatsblad 31.03.1999 p 10464

Art. 160. Aan hoofdstuk 5.2 van hetzelfde besluit wordt een afdeling 2.20.5 toegevoegd die luidt als volgt:

Afdeling 5.20.5. Installaties voor de productie van hydro-elektrische energie alsook installaties voor de winning van windenergie voor de energieproductie

Art. 5.20.5.1 § 1. De bepalingen van deze afdeling zijn van toepassing op de subrubrieken 20.1.5 en 20.1.6 van de indelingslijst.

§ 2. In afwijking van de bepalingen van hoofdstuk 4.5 zijn in dit geval geen geluidsnormen van toepassing. In de milieuvergunning kunnen geluidsemissiegrenswaarden worden opgelegd in functie van de omgevingsituatie.

BESCHRIJVING VAN DE GEPLANE SITUATIE

De specifieke geluidsbijdrage van het project wordt bepaald voor de bouw- en exploitatiefase, de bekabeling en de ontmantelingfase.

Ten behoeve van de bouwfase, de bekabeling en de ontmantelingfase worden de geluidsbijdrages van het in te zetten machinepark bepaald steunende op gegevens van de opdrachtgever. De immissierelevante geluidsvermogenenniveaus worden gebaseerd op ervaringswaarden uit andere MER's.

Ten behoeve van de exploitatiefase worden er 2 locatiealternatieven in beschouwing genomen. Enerzijds wordt de vergunde domeinconcessie bestudeerd, gelegen op twee verschillende locaties, met respectievelijk 36 en 24 windturbines doorgerekend. Anderzijds wordt er een alternatieve inplanting bestudeerd op één locatie met 60 windturbines. Beide locatiealternatieven worden doorgerekend voor 60 "General Electric Wind Energy 3,6 MW Offshore" windturbines en voor 60 "M5 REPower" windturbines van 5 MW. In totaal worden dus 4 situaties berekend. Het geluidsvermogenenniveau van de "General Electric Wind Energy 3,6 MW Offshore" windturbine wordt aangeleverd door de opdrachtgever en zijn gebaseerd op gegevens van de leverancier. Het geluidsvermogenenniveau van de "M5 REPower" windturbines van 5 MW, wordt bepaald uit de lineaire interpolatie van geluidsvermogenenniveaus van bestaande windturbines van: 1,5 MW; 2 MW; 3 MW en 3,6 MW (zie Bijlage 4.5-1:). Wat het onderwatergeluid betreft zijn er nog geen gegevens voor 3,6 en 5 MW turbines bekend.

Het specifieke geluid van het windturbinepark in de exploitatiefase wordt zowel boven als onder water besproken voor de 4 alternatieven. De specifieke geluidsbijdrage boven water, naar de kustzone en ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen wordt uiteindelijk bepaald via overdrachtsberekeningen en beoordeeld t.o.v. de referentiesituatie. Onder water wordt de specifieke geluidsbijdrage bepaald op basis van literatuurgegevens en informatie uit andere MER's en beoordeeld t.o.v. de referentiesituatie.

EFFECTBEOORDELING EN MILDERENDE MAATREGELEN

Ten behoeve van de effectbeoordeling wordt het te verwachten omgevingsgeluid vergeleken met het oorspronkelijke omgevingsgeluid.

In het geval mogelijke geluidshinder wordt verwacht, worden remediërende maatregelen voorgesteld.

4.5.3 Referentiesituatie

4.5.3.1 Algemene situering

De domeinconcessieaanvraag, de bouw- en de milieuvergunning voor het 100 MW windturbinepark van "Seanergy" op de "Vlakte van de Raan" zijn goedgekeurd. Daarom wordt bij de bepaling van de referentiesituatie rekening gehouden met de 50 windturbines van 2 MW van het "Seanergy windturbinepark". De turbines staan in 5 rijen van 10 windturbines, loodrecht op de kustlijn.

Het offshore windturbinepark in dit MER is voorzien op de "Thorntonbank". In de bekomen domeinconcessie worden de turbines verspreid over deelgebied A en deelgebied B. Enerzijds worden er 36 windturbines in 6 rijen van 6 loodrecht op de kust ingeplant. Anderzijds worden 24 windturbines ten westen van de 36 windturbines ingeplant in 4 rijen loodrecht op de kust. Elke rij bevat 6 windturbines.

Bij de bestudeerde alternatieve inplanting worden de 60 windturbines ingeplant in 1 rij van 4 turbines, 2 rijen van 8 turbines en 4 rijen van 10 turbines. De rijen staan loodrecht op de kustlijn.

In beide locatiealternatieven staan de windturbines op minimaal 500 m en maximaal 700 m van elkaar. Het windturbinepark wordt rondom voorzien van een veiligheidszone van 500 m.

In het zuiden van het gesplitste windturbinepark of in het midden van het alternatieve windturbinepark wordt er een koppelings- en transformatorstation gebouwd.

De meest nabij gelegen woningen bevinden zich ten zuiden van het projectgebied op ongeveer 27 km afstand van de grenzen van het projectgebied. Deze woningen zijn gelegen in het woongebied van Blankenberge.

4.5.3.2 Bepaling van het huidige omgevingsgeluid

OMGEVINGSGELUID ONDER WATER

Het omgevingsgeluid onder water nabij de "Thorntonbank" wordt bepaald door twee groepen geluidsbronnen, met name de natuurlijke geluiden en de antropogene geluiden. Elke groep bestaat uit tal van geluidsbronnen.

Natuurlijke geluidsbronnen:

Enkele voorbeelden van natuurlijke geluidsbronnen zijn:

- getijdestromingen;
- wind en regen;
- waterturbulentie;
- geluid van vissen, garnalen, zeezoogdieren.

De diepte is bepalend voor het omgevingsgeluid onder water. Bij een grotere diepte daalt het geluidsniveau lichtjes. In ondiep kustwater, zoals bijvoorbeeld de "Thorntonbank" (max. 20 m), ligt het achtergrondniveau hoger door de golfslag en bijgevolg door het snelstromend water. In ondiep water verdwijnen laagfrequente signalen (< 200 Hz) door reflecties tegen de bodem, geulranden en het wateroppervlak, ook 'tunneleffect' genoemd.

Bij ondiepe waters speelt de wind een heel belangrijke rol in omgevingsgeluid onder water. Zo zullen bij een hogere windsnelheid de golven hoger zijn en meer geluid produceren. Ook het vallen van regendruppels op het zeeoppervlak kan hoge geluidsniveaus met zich meebrengen. Aan de hand van talrijke metingen van het omgevingsgeluid onder water in de Noordzee door Urick [1], werd er een boven en benedenlimiet van het omgevingsgeluid onder water gevonden (zie Figuur 4.5.1). Op deze figuur staan ook nog enkele oudere metingen [2] van een gematigde regenval en een zware regenval. Uit de figuur kan geconcludeerd worden dat de bovenlimieten van Urick ongeveer gelijkvallen met het omgevingsgeluid onder water bij een gematigde regenval. Het omgevingsgeluid onder water bij een uitzonderlijke zware regenval ligt tussen de frequenties 100 en 1000 Hz zo'n 10 dB(re 1 μ Pa) hoger dan het normale maximum omgevingsgeluid onder water. Recentere metingen [3] bepaalden het achtergrondgeluidsniveau bij een volkomen vlakke zee tussen ongeveer 85 dB (re 1 μ Pa) bij 30 Hz en 60 dB (re 1 μ Pa) bij 16 kHz². Bij storm werden achtergrondniveaus gemeten tot meer dan 100 dB (re 1 μ Pa) bij 30 Hz en 85 dB (re 1 μ Pa) bij 16 kHz. Ook deze waarden liggen respectievelijk dichtbij de gemeten onder en boven limieten van Urick [1]. Een ander natuurlijk geluid die op Figuur 4.5.1 staat, is dat van garnalen deze kunnen het achtergrondgeluidsniveau sterk verhogen tot ongeveer 100 dB (re 1 μ Pa) bij 8 kHz [4].

Figuur 4.5.1: Natuurlijke geluidsbronnen van het omgevingsgeluid onder water

² Om het volledige frequentiebereik te karakteriseren wordt er een lage frequentie (30 Hz) en een hoge frequentie (16 kHz) weergegeven.

Antropogene geluidsbronnen

Enkele voorbeelden van antropogene geluidsbronnen zijn:

- schepen;
- seismisch;
- luchtvaart;
- het 100 MW "Seanergy" windturbinepark.

Schepen zijn een belangrijke antropogene geluidsbron. Het geluid en de trillingen vanuit de machinekamer, het propellerlawaai en het geluid afkomstig van de stromingen zorgen voor een verhoging van het omgevingsgeluidsniveau onder water. Het bootgeluid kan propageren over een grote afstand (zelfs 16 km) zonder veel attenuatie. Figuur 4.5.2 geeft de minimale en maximale geluidsniveaus weer van vissersschepen [3] gemeten op 1 m afstand van het schip. Deze geluidsniveaus zijn in diep water gemeten, het tunneleffect is hier niet zichtbaar. In deze MER [3] wordt ook het geluidsniveau van vrachtschepen en veerboten gemeten dat varieert tussen 150 dB(re 1 μ Pa) bij 100 Hz en 115 dB(re 1 μ Pa) bij 5 kHz, maar dit op een afstand van 1 m. Figuur 4.5.3 geeft enkele geluidsniveaus weer van verschillende kleinere boten op 100 m afstand in ondiep water, gemeten in de Waddenzee [5]. Het geluid van deze boten draagt vooral bij tot het omgevingsgeluid bij een frequentie tussen 200 en 1000 Hz. Op deze figuur is wel duidelijk het tunneleffect (de laagfrequentie signalen (< 200 Hz) verdwijnen) te zien. De spreiding van deze boten is ruw gemeten 20 dB(re 1 μ Pa). Het geluidsniveau veroorzaakt door voorbijvaren van een boot zorgt echter maar voor een tijdelijke verhoging van het geluidsniveau. Het kanaal tussen Engeland en het vaste land wordt trouwens in de literatuur als een 'hot-spot' beschouwd voor het onderwatergeluid door de grote dichtheid van het schepenverkeer.

Bij het seismisch onderzoek naar de bodemgesteldheid van de zee, op zoek naar olie en gas, gebruikt men luchtkanonnen ("airguns"). Deze geven een reeks laagfrequente krachtige geluidsgolven (zie Figuur 4.5.2) die ter hoogte van de bron (op 1 m) ongeveer 215 dB (re 1 μ Pa) geven bij 100 Hz.

Daar het projectgebied onder een vliegcorridor gelegen is, kan het omgevingsgeluid onder water beïnvloed worden door het geluid afkomstig van de luchtvaart. Figuur 4.5.2 toont het minimum en maximum geluidsniveau onder water ten gevolge van de luchtvaart.

Figuur 4.5.2: Minimum en maximum geluidsniveaus van antropogene geluidsbronnen onder water

Figuur 4.5.3: Geluidsniveau van verschillende schepen op 100 m afstand in ondiep water in de Waddenzee [3]

Doordat het "C-Power" windturbinepark op relatief korte afstand gelegen is van het 100 MW "Seanergy" windturbinepark, kan het specifieke geluid afkomstig van dit laatste windturbinepark een belangrijke antropogene geluidsbron zijn onder water in de referentiesituatie. In het milieueffectenrapport van "Seanergy" concludeert men dat het effect onder water van de windturbines beperkt blijft tot het gebied tussen de turbines en dat het niet de veiligheidsgrens van 500 m rond het windturbinepark zal overschrijden. Het onderwater geluid rond de Thorntonbank, waar het "C-Power" windturbinepark zal gelegen zijn, zal bijgevolg in de referentiesituatie niet beïnvloed worden door het "Seanergy" windturbinepark.

Besluit

Samenvattend kan gesteld worden dat continue geluidsniveaus tussen 90 en 100 dB (re 1 μ Pa) in het frequentiegebied 100 Hz tot enkele kHz in ondiepe kustwateren niet ongewoon zijn. Natuurlijke geluiden zijn hierin de belangrijkste bijdrage. Daarnaast veroorzaken voorbijvarende schepen belangrijke tijdelijke

verhogingen van het geluidsdrukniveau (110-120 dB (re 1 μ Pa)) in hetzelfde frequentiegebied. Een belangrijke opmerking is dat het omgevingsgeluid ook afhankelijk is van seizoen tot seizoen, zo kan het geluid in de zomer tot 7 dB hoger zijn dan in de winter. Dit kan het gevolg zijn van een verschil in bootdensiteit, in weersomstandigheden, in stromingen, in biologische activiteit of in propagatie.

OMGEVINGSGELUID BOVEN WATER

Van het op water heersende omgevingsgeluid is weinig bekend. Geluidsgegevens op het water zijn namelijk moeilijk te meten door het bijkomende lawaai van de golven tegen de meetboot. Boven water zal het omgevingsgeluid vooral bepaald worden door het geluid van watervogels en vliegtuigen. Gezien het windturbinepark onder een luchtvaartcorridor ligt, zal ter indicatie van het omgevingsgeluid boven water, het omgevingsgeluid van op het land onder dezelfde corridor gebruikt worden. In 'het onderzoek naar het stiltekarakter van gebieden' van de universiteit Gent in opdracht van AMINAL 1 [7], werden er omgevingsmetingen uitgevoerd nabij de kust rond het Zwin, die onder dezelfde vliegcorridor gelegen is. Op basis van deze omgevingsmetingen schatten we dat het omgevingsgeluid boven water tussen de 30 en 40 dB(A) ligt.

Doordat het "Seanergy" windturbinepark ten zuidoosten op relatief kleine afstand van het "C-Power" projectgebied gesitueerd is, zal het specifieke geluid afkomstig van het "Seanergy" windturbinepark voor een bijkomende geluidsbron in de referentiesituatie boven water zorgen.

Het specifieke geluid van het "Seanergy" windturbinepark is voor een matig belastende situatie berekend aan de hand van het INDUS overdrachtsmodel³. Voor de berekeningen werden de geluidsbronnen (50 windturbines) voorgesteld als zijnde een puntbron, waarbij het geluid driedimensionaal voortplant. Bij de berekeningen wordt rekening gehouden met de geluidsafname t.g.v. de afstand (D_{geo}), de bodeminvloed (D_{bodem}) die voor het gehele gebied hard (zeewater) verondersteld wordt en de luchtabsorptie (D_{lucht}). De gebruikte luchtabsorptiecoëfficiënten zijn niet die van ISO 9613 (het model dat gebruikt werd in het MER van "Seanergy"), hierdoor kan er een klein verschil zijn tussen het berekend specifieke geluid (L_{sp}) in het "Seanergy" MER en het specifieke geluid dat berekend werd met het INDUS model. Het specifieke geluid werd ook berekend voor een kritische situatie bij windafwaartse propagatie (van windturbinepark naar waarnemer). In Tabel 4.5.1 en op Figuur 4.5.10 worden de berekende contouren voor de matig belastende situatie weergegeven. In Tabel 4.5.2 worden de berekende contouren voor de kritische situatie weergegeven.

Tabel 4.5.1: Berekend specifieke geluid (L_{sp}) boven water van het "Seanergy" windturbine park in de referentie situatie voor een matig belastende situatie (volgens het INDUS overdrachtsmodel)

Geluidsvermogen niveau (dB(A))	45	40	35	30	21.4
afstand (m)	450-700	900-1700	1900-2800	4000-5200	Ter hoogte van het evaluatiepunt op de kustlijn (ca 12,5 km van de "Seanergy"-projectgrens)

Tabel 4.5.2: Berekend specifieke geluid (L_{sp}) boven water van het "Seanergy" windturbine park in de referentie situatie voor een kritische situatie (bij windafwaartse propagatie)

³ INDUS: overdrachtsmodel van Hr. Haskoning Ingenieurs- en Architectenbureau, Nijmegen januari 1993

Geluidsvermogen niveau (dB(A))	45	40	33,6
afstand (m)	5250	9000	Ter hoogte van het evaluatiepunt op de kustlijn (ca 15 km van het middelpunt van het "Seanergy"-windturbinepark)

OMGEVINGSGELUID AAN DE KUSTLIJN

In [8] wordt er aan de hand van geluidsmetingen een trend gevonden die het geluidsniveau in functie van de windsnelheid weergeeft. De metingen werden uitgevoerd bij een belastende wind (NW-wind) op 100 m van de kustlijn aan de Waddenzee. Bij een stijgende belastende wind wordt er een toename van het omgevingsgeluid vastgesteld van ongeveer 4 dB(A) per m/s. Dit geluidsniveau satureert echter bij 7-8 m/s. Bij 7 m/s (kritische windsnelheid voor windturbinegeluid) werd er in dit onderzoek een geluidsniveau LA95 van ongeveer 48 dB(A) en LAeq van 52 dB(A) waargenomen op 100 m. Omgerekend naar 25 m met de volgende formule: $L_{25\text{ m}} = L_{100\text{ m}} + 10\log(100/25)$ wordt dit respectievelijk een LA95 van 54 dB(A) en een LAeq van 58 dB(A).

In het MER [6] van het offshore windpark van de Vlake van de Raan ("Seanergy"), werden metingen gedaan bij verschillende windrichtingen en golfhoogtes op een afstand van 25 m van de kustlijn. Het totale geluidsniveau (LAeq) varieert tussen 60 en 63 dB(A). Om beide metingen van [8] en [6] te vergelijken (verschillende afstanden) wordt de trendlijn van [8] verschoven. In Figuur 4.5.4 worden beide resultaten vergeleken.

Uit andere literatuurgegevens [9] en [10] blijkt dat het omgevingsgeluid op 25 m van de kustlijn ligt tussen 50 en 65 dB(A). Dit geluidsdrukniveau is afhankelijk van de windrichting en windsnelheid. Dit besluit komt overeen met voorgaande literatuurgegevens ([8] en [6])

Figuur 4.5.4: Totale geluidsdrukniveau in functie van de windsnelheid [6][8]

OMGEVINGSGELUID TER HOOGTE VAN DE DICHTSTBIJZIJNDE WONINGEN

Doordat het projectgebied op grote afstand ligt van de kust kan men niet echt meer spreken van één dichtstbijgelegen woning maar van een hele kustzone waarin woningen staan. In deze kustzone zal het omgevingsgeluid verschillen van plaats tot plaats, afhankelijk van de verkeerssituatie, de vegetatie, het afschermend effect van eventuele gebouwen, enz. In deze kustzone zal ter hoogte van de woningen het geluid van de branding veel lager zijn of niet meer hoorbaar zijn. Het achtergrondgeluidsniveau ter hoogte van de woningen (voornamelijk dan gedurende de nacht) zal dus meestal lager liggen dan het achtergrondgeluidsniveau aan de kustlijn. Uit oriënterende metingen aan de Polders in Nederland [11] blijkt dat het omgevingsgeluid langs de Noordzee gemiddeld tussen de 30 en 40 dB(A) ligt, gedurende de nachtperiode (de meest kritische periode door de afwezigheid van menselijke activiteiten).

Volgens het gewestplan bestaat de dichtstbijgelegen kustzone met woningen uit woongebied en natuurgebied. Indien als referentiesituatie de VLAREM II milieukwaliteitsnormen genomen worden voor het woongebied en natuurgebied, worden de strengste richtwaarden (nacht) respectievelijk 35 en 30 dB(A). Deze waarden liggen tussen het gemeten minimum en maximum geluidsniveau langs de Noordzee [11].

BESLUIT

Onder water ligt het natuurlijk achtergrondgeluidsniveau ongeveer tussen 90 en 100 dB (re 1 µPa) in het frequentiegebied 100 Hz tot enkele kHz. Voorbijvarende schepen kunnen echter wel voor een tijdelijke verhoging van het geluidsdrukniveau (110-120 dB (re 1 µPa)) in hetzelfde frequentiegebied zorgen.

Boven water kan het achtergrondgeluidsniveau (LA95) geschat worden tussen 30-40 dB(A). Bijgevolg zal het "Seanergy" windturbinepark in een matig belastende situatie hoorbaar zijn tot maximaal 5,2 km van de projectgrens (op deze afstand wordt het achtergrondgeluid boven water groter dan het specifieke geluid van het windturbinepark).

Uit de veldmetingen en uit literatuurgegevens blijkt dat aan de kustlijn het achtergrondgeluidsniveau tussen 50 en 65 dB(A) ligt op 25 m van de kustlijn. Dit geluidsdrukkniveau is afhankelijk van de windrichting en windsnelheid.

Ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen ligt het achtergrondgeluid tussen de 30 en 40 dB(A).

4.5.4 Autonome ontwikkeling

Op het gebied van geluid is er globaal gezien geen significante verandering te verwachten bij de autonome ontwikkeling van het gebied. Het onder watergeluid zal weinig evolueren doordat er geen noemenswaardige toename van de scheepvaart verwacht wordt in het ondiepe kustwater boven deze zandbank.

4.5.5 Bepaling van het specifieke geluid in de bouwfase

4.5.5.1 Identificatie van de relevante geluidsbronnen

Er zijn twee types funderingen die voor dit project kunnen gekozen worden: de monopaalfundering of de driepoot of multipode fundering. De funderingen worden zoveel mogelijk geprefabriceerd aan wal en vervolgens getransporteerd naar het projectgebied, waar de funderingselementen op de correcte plaats ingehaald zullen worden. Het heien van de funderingen van de windturbines zal voor een tijdelijke verhoging van de geluidsbelasting zorgen zowel boven als onder het water.

De funderingselementen worden getransporteerd op drijvende pontons, aangedreven door een schip. Ook de windturbines worden per schip getransporteerd vanaf de montagekade. Door het bijkomend vrachtvervoer op zee wordt er een lokale toename van het omgevingsgeluid boven en onder water verwacht langsheen de vaarroute.

FUNDERINGEN

Bij de aanleg van het windturbinepark zal vooral door het heien van de funderingen voor de turbines een tijdelijke verhoging van de geluidsbelasting (zowel onder als boven water) in de omgeving voorkomen.

Er zijn verschillende types heitoestellen. De bronvermogens worden bepaald door de klap van het blok op de heipaal. Dit geeft een duidelijke piek in de geluidsbelasting. Daar er nog geen keuze gemaakt is welk heitoestel zal gebruikt worden, zijn de geluidsvermogniveaus van typische heitoestellen gebruikt. In Tabel 4.5.3 worden de geluidsvermogniveaus van drie mogelijke heiblokken vermeld. De dieselmotor heeft het hoogste bronvermogen, maar vaak wordt er voor offshore projecten een hydroblok met aanzienlijk lager bronvermogen gebruikt. De bronvermogens kunnen worden gereduceerd door bijvoorbeeld het aanbrengen van een geluiddempende mantel om het heiblok. Dit geeft een geluidsreductie van ongeveer 14 dB(A).

Tabel 4.5.3: Geluidsvermogniveau van verschillende types heiblokken.

Type heiblok	Geluidvermogniveau in dB(A)
Dieselmotor	130

Hydroblok	115
Hydroblok met mantel	101

SCHEEPVAART

Door de bouwfase zal er een toename zijn van de scheepvaart. In punt 4.5.3.2 van dit MER werd al aangetoond dat voorbijvarende schepen lokaal een belangrijke tijdelijke verhoging van het omgevingsgeluid onder water van 110 tot 120 dB (re 1 μ Pa) (afhankelijk van het schip), in het frequentiegebied 100 Hz tot enkele kHz, met zich meebrengt.

4.5.5.2 Berekening en beoordeling van het specifieke geluid

FUNDERINGEN

Uit berekeningen uit een andere MER [6] blijkt dat het specifieke geluid ten gevolge van een diesel heiblok (de heiblok met het grootste bronvermogen) op een afstand van 6 km boven water ongeveer 35 dB(A) bedraagt. Aangezien het achtergrondgeluid aan de kustlijn (punt 4.5.3.2) geschat wordt tussen de 50 en 65 dB(A), zal er wegens de afstand tot de kust (ca 27 km) geen hinder aan de kustlijn te verwachten zijn. In het werfgebied zelf zal de verstoring wel belangrijk zijn door het geluid t.g.v. het heien.

Naar aanleiding van het heien zal er onder water een belangrijke tijdelijke lokale verstoring zijn van de onderwaterfauna enerzijds door het geluid en anderzijds door de trillingen gegenereerd tijdens het heien. Relevante informatie gesteund op wetenschappelijk onderzoek is echter niet beschikbaar.

SCHEEPVAART

Op de Thorntonbank zullen tijdelijk meer schepen bewegen zodat daar hogere geluidsniveaus optreden. De invloed van de bijkomende schepen op het totale omgevingsgeluid boven en onder water is globaal verwaarloosbaar ten opzichte van de normale scheepvaart.

4.5.6 Bepaling van het specifieke geluid in de exploitatiefase

4.5.6.1 Identificatie van de relevante geluidsbronnen

ONDER WATER

Het geluid kan op twee manieren worden overgedragen naar het water, namelijk indirect vanuit de lucht via het grensvlak lucht-water en direct via de mast. Het tweede pad is dominant. De afmetingen van het onderwatergedeelte van de mast bepalen mee hoeveel geluid in het water ontstaat.

Bij een hogere windsnelheid kan de intensiteit van mastgeluid toenemen, zo zal een deel van de geluiden uit de gondel een hogere intensiteit en frequentie krijgen. De hogere intensiteit gaat echter gepaard met een toename van het achtergrondgeluid, doordat bij sterkere wind ook de waterbeweging en –afhankelijk van de diepte- ook het zandtransport zal toenemen.

Over de geluidsniveaus van windturbines die in aanmerking komen voor het project in het omringende zeewater zijn geen gegevens bekend. Drie steekproefmetingen uit de literatuur en een studie over de geluidsimpact van windturbines onderwater zijn daarom verkennend van aard ([12], [13], [14] en [15]).

In Denemarken in het Gotland windturbinepark [12] werden 2 metingen onder water uitgevoerd op een afstand van 20 m van een windturbine met nominaal vermogen van 550 kW, éénmaal met de windturbine in werking (totaal geluidsniveau) en daarna met de windturbine uitgeschakeld. Uit deze metingen kon geconcludeerd worden dat het maximale verschil van 25 dB bij 160 Hz gemeten werd tussen het totale geluidsniveau en het achtergrondgeluidsniveau. Het specifieke geluid van deze windturbine onder water wordt bijgevolg bekomen door het achtergrondgeluidsniveau (WT uitgeschakeld) logaritmisch af te trekken van het gemeten geluidsniveau met de windturbine in werking. Wel dient er opgemerkt te worden dat het achtergrondgeluidsniveau (WT uitgeschakeld) inclusief het geluid door stroming rond de mast, inclusief het geluid door golven tegen de mast bevat. Figuur 4.5.5 toont de specifieke immissie op 20 m van de windturbine onder water.

Ook in het windturbinepark Irene Vorrink, gelegen in het IJsselmeer nabij Lelystad, zijn oriënterende geluid- en trillingsmetingen uitgevoerd onder water nabij een windturbine van het type NTK 600/42 met een nominaal vermogen van 600 kW [13]. De metingen werden wel bij relatief lage windsnelheden uitgevoerd waardoor de windturbine op niet meer dan 30 procent van het nominale vermogen (600 kW) draaide. De windturbine staat in ondiep water met als diepte 4,2 m. Ook hier werden 2 metingen uitgevoerd: één meting van het totale geluidsniveau (windturbine en achtergrondgeluid) gebeurde op 14 m van de windturbine en een tweede meting van het achtergrondgeluidsniveau op een grotere afstand van de windturbine. Door beide metingen logaritmisch af te trekken bekomt men het specifieke geluid van de windturbine onderwater. Verschillend met de metingen van Denemarken is dat hier het geluid door stromingen rond de mast en golven tegen de mast nu wel deel uitmaken van de specifieke immissie van de windturbine. Ook het specifiek geluid van de windturbine uit Nederland wordt weergegeven in Figuur 4.5.5.

In het Middelgrunden windturbinepark [15] werden 2 metingen onder water uitgevoerd op een afstand van 20 m van een BONUS windturbine met nominaal vermogen van 2 MW, éénmaal met de windturbine in werking (totaal geluidsniveau) en daarna met de windturbine uitgeschakeld (achtergrondgeluidsniveau) bij een windsnelheid van 5-6 m/s. Uit deze metingen kon geconcludeerd worden dat het maximale geluidsvermogen gemeten werd bij 25 Hz en 125 Hz met een maximum verschil van 26 dB tussen het totale geluidsniveau en het achtergrondgeluidsniveau. Het specifieke geluid van deze windturbine onder water wordt bijgevolg bekomen door het achtergrondgeluidsniveau (WT uitgeschakeld) logaritmisch af te trekken van het gemeten geluidsniveau met de windturbine in werking. Het gemeten specifieke geluid van de 2 MW turbine onderwater is 98 dB (re 1 μ Pa) bij 25 Hz en 86 dB (re 1 μ Pa) bij 125 Hz. Wel dient er opgemerkt te worden dat het achtergrondgeluidsniveau (WT uitgeschakeld) inclusief het geluid door stroming rond de mast, inclusief het geluid door golven tegen de mast bevat. Figuur 4.5.5 toont de specifieke immissie op 20 m van de windturbine onder water.

Figuur 4.5.5: Het specifieke geluid onder water van twee windturbines op twee verschillende afstanden [12] , [13], [14] en [15]

Het belangrijk verschil tussen de drie meetresultaten kan toegewezen worden aan :

- het verschil in windturbines (550 kW in Denemarken, 600 kW in Nederland en 2 MW in Middelgrunden);
- het verschil in afstand waar er gemeten werd (in Denemarken en in Middelgrunden werd er op 20 m van de windturbine gemeten en in Nederland op 14 m.);
- de windturbine in Nederland draaide maar aan 30 % van zijn nominaal vermogen;
- het verschillend kustgebied zoals bijvoorbeeld andere bodem of andere diepte. In ondiep water worden de zeer lage frequenties (<200 Hz) namelijk uitgedoofd doordat de geluidsgolf diep binnendringt in de bodem en daar geabsorbeerd wordt, het zogenaamde tunneleffect.

- het achtergrondgeluidsniveau werd verschillend gemeten, zo zit het stromingsgeluid rond de mast en het golfgeluid tegen de mast wel in het specifieke geluid berekend in Nederland en Middelgronden, maar niet in het specifieke geluid berekend in Denemarken.

Het specifieke geluid van een windturbine bestaat vooral uit frequenties kleiner dan 1 kHz. Zeer hoge frequenties (>100 kHz) worden zeer sterk geabsorbeerd door zeewater en lage frequenties (<200 Hz) door de bodem (tunneleffect). Voor frequenties beneden de 1 kHz is de absorptie echter verwaarloosbaar en zij kunnen zo tot kilometers ver nog hoorbaar zijn.

In een studie over de impact van windturbines onderwater [14] werd het geluid van een 2 MW windturbine voorspeld bij een windsnelheid van 8 m/s en op een afstand van 20 m van de windturbine. Deze voorspelling gebeurde aan de hand van enerzijds twee onderwater metingen nabij een windturbine met een monopaalfundering in het windturbinepark in Gotland Denemarken (550 kW windturbine zie vorige paragraaf) en een gelijkaardige onderwater meting in het windturbinepark Vindeby waar het onderwater geluid en de trillingen van een windturbine met een nominaal vermogen van 450 kW en een beton fundering werd opgemeten en anderzijds door de trillingen van een 2 MW windturbine op het land te meten. Uit deze gegevens werd het onderwatergeluid van een 2 MW windturbine voorspeld. Door het omgevingsgeluid onderwater bij een windsnelheid van 8 m/s logaritmisch af te trekken van het onderwater geluid wanneer de 2 MW windturbine in werking is (totaal geluid = achtergrondgeluid + specifieke geluid van de 2 MW windturbine), bekomt men het berekende specifieke geluid van een 2 MW windturbine onderwater. Dit specifieke geluid wordt voor beide funderingen weergegeven in Figuur 4.5.5. Hieruit kan geconcludeerd worden dat er voor een 2 MW windturbine vermoedelijk een hogere geluidsemissie onder water zal optreden bij de lage frequenties (<100 Hz). Deze conclusie werd ook aangehaald in [12]. Doordat we niet beschikken over trillingsmetingen van een 3,6 of een 5 MW windturbine kunnen we het onderwatergeluid van een 3,6 of een 5 MW windturbine theoretisch niet berekenen. Een belangrijke leemte in de kennis is bijgevolg het onderwater geluid van het type windturbines die zullen gebruikt worden in het windturbinepark van C-Power. (3,6 MW GE Wind Energy of M5 REpower 5 MW) bij verschillende werkcondities en op verschillende kustgebieden.

Een studie over het onderwatergeluid van een 220 kW windturbinepark nabij Nordersund in de Hanö baai [16] besluit dat het geluid van het windturbinepark, naargelang de windsnelheid stijgt, simultaan verhoogd met het achtergrondgeluid. Enerzijds zal het geluid voor frequenties boven de 50 Hz proportioneel stijgen met het kwadraat van de windsnelheid. Met andere woorden zal bij een verdubbeling van de windsnelheid het geluid stijgen met 6 dB(A). Anderzijds zal het infrageluid stijgen met 10-12 dB(A) bij een verdubbeling van de windsnelheid (t.g.v. de golven die frequenter breken). Bijgevolg zal bij een bepaalde windsnelheid het geluid van het windturbinepark onder water hoorbaar zijn in de lage frequenties. Maar deze lage frequenties verdwijnen in het ondiepe zeewater t.g.v. reflectie tegen de bodem (het zogenaamde tunneleffect).

BOVEN WATER

Windturbines

Tijdens de exploitatie van het windturbinepark, vormen de windturbines de belangrijkste geluidsbron. Het geluid dat een windturbine produceert wordt over het algemeen veroorzaakt door het suizen van de rotorbladen in de wind. De turbines die in het windturbinepark op de Thorntonbank zullen gebruikt worden, zijn van een type waarbij de schoepen windopwaarts van de mast draaien zodat geen impulskarakter ten gevolge van de interactie van de schoep met de turbulentie achter de mast te verwachten is. De draaisnelheid van de windturbines is variabel, afhankelijk van de windsnelheid. De geluidsproductie zal toenemen naarmate de windsnelheid groter wordt. Windturbinebouwers kunnen door specifieke afstellingen en door het technische ontwerp van de turbine en de rotorbladen de geluidsproductie sterk beïnvloeden (vaak gaan deze maatregelen wel ten koste van de energieopbrengst). Het geluidsspectrum van een 1,5 MW windturbine werd opgemeten [17] bij verschillende windsnelheden conform DIN IEC Draft 88/48/[18]. Het meetrapport vermeldt tevens dat op de meetafstand van 100 m geen uitgesproken directiviteit wordt vastgesteld. Er wordt geen impulskarakter vastgesteld conform DIN 45645, hetgeen in overeenstemming is met een rotor windopwaarts van de mast. Bij hoge windsnelheid wordt een tonale component opgemerkt bij ongeveer 190 Hz. De belangrijkste bijdrage tot de geluidsemmissie is afkomstig van aërodynamisch geluid dat opgewekt wordt aan de top van de schoepen.

Gelet op de snelle evolutie van de technologische ontwikkelingen van windturbines en gezien de aanzienlijke tijd die de vergunningsaanvragen in beslag nemen, kan C-Power zich vandaag nog niet uitspreken over de "best beschikbare technologie" die binnen een aantal jaren zal beschikbaar zijn. Bijgevolg worden 2 alternatieven doorgerekend enerzijds met het bronvermogen van een 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbine (aangeduid door de opdrachtgever als mogelijk type windturbine en op dit moment als best beschikbare technologie) en anderzijds met het bronvermogen van een 5 MW windturbine van het type M5 REpower (de windturbinefabrikant REpower is momenteel het verst gevorderd met de ontwikkeling van een 5 MW-windturbine). Voor de bespreking van de 5 MW turbine verwijzen we naar het specifieke hoofdstuk daarover.

3,6 MW offshore GE Wind Energy turbine

De technische specificaties en het geluidsvermoggenniveau van dit type windturbine worden weergegeven in Bijlage 4.5-2: . Deze bijlage en Tabel 4.5.4 geven het theoretisch verwachte geluidsspectrum in terts- en octaafbanden weer (bij een nominaal vermogen van 95 % en bij een windsnelheid tussen 8 en 10 m/s op 10 m hoogte).

5 MW windturbine van het type M5 REpower

Het geluidsvermoggenniveau en het geluidsspectrum is nog niet gekend voor dit type windturbine. Volgens recente gegevens van windturbinefabrikanten, bedraagt het bronvermoggenniveau van een moderne windturbine afhankelijk van het type, gemiddeld voor een windturbine van 1,5 MW 101 dB(A), voor een 2 MW 104 dB(A), voor een 3 MW 107,3 dB(A) en voor een 3,6 MW 109 dB(A). Wanneer er, zoals in de projectbeschrijving, gebruik gemaakt zal worden van windturbines met een nominaal vermogen van 5 MW, zal het geluidsvermoggenniveau LW van de windturbine vermoedelijk iets hoger liggen. Uit een lineaire interpolatie van de geluidsvermoggenniveaus van deze bestaande windturbines kan het geluidsvermogen van een 5 MW windturbine geschat worden op 112 dB(A) (zie Bijlage 4.5-1:).

Als indicatie wordt het geluidsspectrum van een 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbine (zie Bijlage 4.5-2:) gekozen en opgeschaald naar het berekende bronvermogen van 112 dB(A) voor de M5 REPower windturbine.

Tabel 4.5.4 geeft een overzicht van de bronvermogens per octaafband voor de 2 alternatieve windturbines namelijk de 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbine en de 5 MW windturbine van het type M5 REPower.

Tabel 4.5.4: Het geluidsspectrum en het geluidsvermogeniveau LW van een 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbine en de 5 MW windturbine van het type M5 REPower voor een ashoogte van 80 m.

F(Hz)	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Tot. Bronvermogen
3,6 MW GE Wind Energy turbine	83	96,3	103,7	106	105,4	105,4	102,4	94,9	82,5	109 dB(A)
M5 REPower	86	99,3	106,7	109	108,4	108,4	105,4	97,9	85,5	112 dB(A)

De windturbines zullen draaien bij een windsnelheid tussen 4 en 25 m/s. Het nominaal elektrisch vermogen van een 3,6 MW en 5 MW turbines wordt bereikt bij windsnelheden van de orde van 10 m/s op 10 m hoogte. Op de Noordzee is de gemiddelde windsnelheid 7 tot 8 m/s op 10 m hoogte volgens een studie voor Greenpeace [19] (deze snelheden gaan gepaard met windsnelheden tussen de 8 en 10 m/s ter hoogte van de as van de windturbine). Daarom zorgt het gebruikte bronvermogen per oktaafband tussen 8 en 10 m/s op 10 m bij een ashoogte van 80 m, eerder voor een matig belastende situatie.

Transformator

In het windturbinepark wordt er een offshore hoogspannings koppelings- en transformatorstation (HSTS) gebouwd. Naast de windturbines zal de aanwezige transformator (150/33 kV) ook voor een geluidsbijdrage zorgen. De elektriciteit die door de turbine wordt opgewekt, wordt in twee stappen opgetransformeerd. Een kleine transformator in de gondel transformeert naar 33 kV. De geluidsemissie van deze transformator wordt samen met de emissie van de alternator afgeschermd en is niet merkbaar in het geluidsvermogenspectrum van de windturbine. Een tweede transformator transformeert de spanning van 33 kV naar 150 kV op het HSTS-platform.

Op het platform zullen twee transformatoren instaan voor het optransformeren van de elektriciteit (van 33 kV naar 150 kV) afkomstig van 60 windturbines. Tabel 4.5.5 geeft het vermogen van een stil type transformator van deze sterkte (125 MVA toestel).

Tabel 4.5.5: Vermogen van een stil type transformator

f(Hz)	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totaal
LW(dB(A))	80	82	85	93	97	97	92	90	85	101,9

4.5.6.2 Berekening van het specifieke geluid

ONDER WATER

Om het specifieke geluid op verschillende afstanden te berekenen werd in een andere MER [6] de twee bekomen spectra van de gemeten windturbines in Denemarken en Nederland op respectievelijk 20 en 14 m in een rekenmodel gestoken waarbij enkele parameters werden aangenomen:

- de diepte van de Thorntonbank is maximaal 20 m (tunnel effect komt voor);
- enkel longitudinale golven worden weerhouden;

- de bodem wordt vlak en vrij van obstakels verondersteld.;
- de trillingsbronnen bevinden zich aan het zeeoppervlak;
- het bekomen geluidsdrukkniveau is het gemiddelde van de geluidsdrukkniveaus op verschillende dieptes;

Figuur 4.5.6 toont het specifieke geluid van de twee gemeten windturbines in functie van de afstand.

Er zijn enkele zaken niet opgenomen in het model die echter wel van belang kunnen zijn voor de geluidspropagatie van de windturbine onder water. Zo zullen er bijvoorbeeld in de bovenste waterlaag meer luchtbellens zijn door brekende golven. Deze bellenlaag absorbeert geluid met frequenties van enkele kHz zeer sterk [20]. Dit effect zal niet zo groot zijn doordat de bellen enkel in de bovenste waterlaag voorkomen en de golven slechts breken bij grote windsnelheden. Ook de hoeveelheid zand in suspensie en de vorm van de bodem kan belangrijk zijn voor de geluidspropagatie onder water.

Figuur 4.5.6: Specifieke immissie onder water van de twee windturbines in functie van de afstand.

BOVEN WATER

Windturbines

Bij windsnelheden van de orde van 10 m/s op 10 m zal de geluidspropagatie op grotere afstand beïnvloed worden door de windgradiënt. Zo zal bijvoorbeeld in de richtingen waarvoor zelden belastende wind heerst op jaargemiddelde basis de specifieke immissie lager zijn. Anderzijds kan in het bijzonder bij propagatie over een hard oppervlak (zeewater) het geluid door een tunneleffect sporadisch heel ver hoorbaar worden. Er bestaat echter wel onzekerheid over het voorkomen van het tunneleffect over zeer grote afstanden (bv 30 kilometer). Daarom worden hier twee situaties beschouwd: een matig belastende situatie en een "kritische situatie" voor windafwaartse propagatie.

Het specifiek geluid Lsp van het windturbinepark wordt in de matig belastende situatie berekend aan de hand van het overdrachtsmodel INDUS. In de berekeningen worden de geluidsbronnen (de 60 windturbines en de transformator) voorgesteld als zijnde 61 puntbronnen waarbij het geluid zich driedimensionaal voortplant. Bij de berekeningen wordt rekening gehouden met de geluidsafname t.g.v. de afstand (D_{geo}), de bodeminvloed (D_{bodem}) die voor het gehele gebied hard (zeewater) verondersteld wordt en de luchtabsorptie (D_{lucht}).

Voor de bepaling van het specifieke geluid van het windturbinepark zijn 4 alternatieven berekend namelijk:

- gesplitst windturbinepark met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines
- gesplitst windturbinepark met 5 MW windturbines van het type M5 REPower
- alternatieve gegroepeerde inplanting met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines
- alternatieve gegroepeerde inplanting met 5 MW windturbines van het type M5 REPower

De domeinconcessieaanvraag en het milieueffectenrapport voor het 100 MW wind turbine park van "Seanergy" op de "Vlakte van de Raan" zijn goedgekeurd. Daarom zal bij de bepaling van het toekomstige geluidsklimaat op de Thorntonbank het specifieke geluid enerzijds berekend worden rekening houdende met de aanwezigheid van het "Seanergy" windturbinepark en anderzijds zonder het "Seanergy" windturbinepark. De berekende geluidscontouren worden respectievelijk voor de 4 alternatieven met en zonder het "Seanergy" windturbinepark, weergegeven op Figuur 4.5.11 t.e.m. Figuur 4.5.13 en in Tabel 4.5.6 t.e.m. Tabel 4.5.13.

Tabel 4.5.6: Berekend specifiek geluid boven water van een gesplitst windturbinepark (bekomen domeinconcessie) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines samen met het "Seanergy" windturbine park, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)

Geluidsniveau (dB(A))	45	40	35	30	26
Afstand (m)	1000-1200	2600-3400	6000-7400	13000-14600	Ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn (op ca. 27 km)

Tabel 4.5.7: Berekend specifiek geluid boven water van een gesplitst windturbinepark (bekomen domeinconcessie) met 5 MW windturbines van het type M5 REPower samen met het "Seanergy" windturbine park, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)

Geluidsniveau (dB(A))	45	40	35	30	28,4
Afstand (m)	2200-2400	4800-5600	10000-11400	21000	Ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn (op ca. 27 km)

Tabel 4.5.8: Berekend specifiek geluid boven water van een gegroepeerd windturbinepark (alternatief) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines samen met het "Seanergy" windturbine park, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)

Geluidsniveau (dB(A))	45	40	35	30	25,8
Afstand (m)	1400	3200	7200	14000	Ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn (op ca. 27 km)

Tabel 4.5.9: Berekend specifiek geluid boven water van een gegroepeerd windturbinepark (alternatief) met 5 MW windturbines van het type M5 REPower samen met het "Seanergy" windturbine park, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)

Geluidsniveau (dB(A))	45	40	35	30	28,1
Afstand (m)	2200	5200	10600	20000	Ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn (op ca. 27 km)

Tabel 4.5.10: Berekend specifiek geluid boven water van een gesplitst windturbinepark (bekomen domeinconcessie) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines zonder het "Seanergy" windturbine park, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)

Geluidsniveau (dB(A))	45	40	35	30	24,6
Afstand (m)	1000-1200	2600-3400	6000-7400	13000-13900	Ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn (op ca. 27 km)

Tabel 4.5.11: Berekend specifiek geluid boven water van een gesplitst windturbinepark (bekomen domeinconcessie) met 5 MW windturbines van het type M5 REPower zonder het "Seanergy" windturbine park, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)

Geluidsniveau (dB(A))	45	40	35	30	27,6
Afstand (m)	2200-2400	4800-5600	10000-11400	20000	Ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn (op ca. 27 km)

Tabel 4.5.12: Berekend specifiek geluid boven water van een gegroepeerd windturbinepark (alternatief) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines zonder het "Seanergy" windturbine park, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)

Geluidsniveau (dB(A))	45	40	35	30	24,3
Afstand (m)	1400	3200	7200	13500	Ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn (op ca. 27 km)

Tabel 4.5.13: Berekend specifiek geluid boven water van een gegroepeerd windturbinepark (alternatief) met 5 MW windturbines van het type M5 REPower zonder het "Seanergy" windturbine park, in een matig belastende situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)

Geluidsniveau (dB(A))	45	40	35	30	27,3
Afstand (m)	2200	5200	10600	20000	Ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn (op ca. 27 km)

Algemeen kan er geconcludeerd worden dat de geluidscontouren rond het "C-Power" windturbinepark tot 30 dB(A) gelijk blijven wanneer het "Seanergy" windturbinepark wel of niet in werking is. Enkel ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn (op ca. 27 km) zal het specifieke geluid van het "C-Power" windturbinepark zonder het "Seanergy" windturbinepark in de matig belastende situatie, gemiddeld 1 dB(A) lager liggen dan wanneer beide windturbineparken samen in werking zijn.

Tabel 4.5.14: Berekend specifieke geluid ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn op ca. 27 km voor de 4 alternatieven enerzijds met en anderzijds zonder het "Seanergy" windturbinepark

<i>specifieke geluid ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn op ca. 27 km</i>	<i>dB(A)</i>
Gesplitst windturbinepark met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines samen met het "Seanergy" windturbinepark	26
Gesplitst windturbinepark met 5 MW windturbines van het type M5 REPower samen met het "Seanergy" windturbinepark	28,4
Alternatieve inplanting (gegroepeerd) windturbinepark met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines samen met het "Seanergy" windturbinepark	25,8
Alternatieve inplanting (gegroepeerd) windturbinepark met 5 MW windturbines van het type M5 REPower samen met het "Seanergy" windturbinepark	28,1
Gesplitst windturbinepark met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines zonder het "Seanergy" windturbinepark	24,6
Gesplitst windturbinepark met 5 MW windturbines van het type M5 REPower zonder het "Seanergy" windturbinepark	27,6
Alternatieve inplanting (gegroepeerd) windturbinepark met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines zonder het "Seanergy" windturbinepark	24,3
Alternatieve inplanting (gegroepeerd) windturbinepark met 5 MW windturbines van het type M5 REPower zonder het "Seanergy" windturbinepark	27,3

Bij een belastende wind (NW-wind van windturbine park naar de kustlijn) kan het geluid als het ware gevangen worden in een zone die ontstaat door enerzijds het akoestisch harde zeeoppervlak en anderzijds de windgradiënt die het geluid naar beneden buigt [21]. In deze zone kan aangenomen worden dat het geluid tweedimensionaal (volgens een cilinder) voort propageert zoals in Figuur 4.5.7. Uit gegevens van een andere MER wordt de straal van het kanaal gelijkgesteld aan 2 keer de ashoogte (2 x 80 m) van de windturbine (deze aanname is niet kritisch). Verder wordt er nog aangenomen dat alle 60 windturbines zich in het midden van het windturbinepark bevinden, en wordt er rekening gehouden met de atmosferische absorptie bij 15 °C en 80 %RV. Door de relatief grote afstand tussen het evaluatie punt op de kustlijn en de windturbineparken kan men stellen dat de afstand tussen het middelpunt van het gesplitste windturbinepark en het evaluatiepunt enerzijds en de afstand tussen het middelpunt van het alternatieve gegroepeerde windturbinepark en het evaluatiepunt anderzijds, gelijk zijn, namelijk ca. 30 km. De meest kritische situatie wordt bijgevolg enkel berekend voor de twee windturbine alternatieven, met name voor de 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines en voor de 5 MW M5 REpower windturbines. Het specifieke geluid wordt ter hoogte van het meest kritische evaluatiepunt op de kustlijn berekend die het dichtst gelegen is bij enerzijds het "C-Power" windturbinepark en anderzijds het "Seanergy" windturbinepark. Dit evaluatiepunt ligt op ongeveer 30 km van het "C-Power" windturbinepark en 15 km van het "Seanergy" windturbinepark.

Tabel 4.5.15 geeft voor de 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines en voor de 5 MW M5 REpower windturbines de berekende geluidscontouren weer. In deze tabel werd geen rekening gehouden met het windturbine park van "Seanergy".

Tabel 4.5.15: Afstand (in kilometer t.o.v. windturbinepark) voor het berekend specifieke geluid van het windturbinepark boven water, in de meest kritische situatie (volgens het overdrachtsmodel INDUS)

Geluidsniveau (dB(A))	45	40	35
3,6 MW GE Wind Energy	10	17,5	29,5
M5 REPower	14	24	>30

Om het gecumuleerde specifieke geluid van het "C-Power" windturbine park en het "Seanergy" windturbinepark samen ter hoogte van de kustlijn te bepalen, werden beide windturbineparken afzonderlijk berekend in de kritische situatie en worden beiden vervolgens logaritmisch opgeteld. Het specifieke geluid van beide windturbineparken afzonderlijk en samen wordt weergegeven in Tabel 4.5.16.

Tabel 4.5.16: Berekend specifieke geluid van het "C-Power" windturbinepark en het "Seanergy" park samen, in de meest kritische situatie ter hoogte van de waarnemer op de kustlijn

Geluidsniveau (dB(A))	Specifieke geluid Lsp van het "C-Power" windturbinepark in de meest kritische situatie ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn (op ca. 30 km van het midden van het windturbinepark)	Specifieke geluid Lsp van het "Seanergy" windturbinepark in de meest kritische situatie ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn (op ca. 15 km van het midden van het windturbinepark)	Specifieke geluid Lsp van het "C-Power" windturbinepark en het "Seanergy" windturbinepark samen in de meest kritische situatie ter hoogte van de waarnemer aan de kustlijn (logaritmische som van eerste en tweede kolom)
3,6 MW GE Wind Energy	34,9	33,6	37,3
M5 REPower	37,9	33,6	39,3

Figuur 4.5.7: Zone, waarin het geluid propageert, die ontstaat door enerzijds de windgradiënt en anderzijds het akoestisch harde zeeoppervlak

4.5.6.3 Beoordeling van het specifieke geluid

ONDER WATER

Bij de beoordeling van het onder water geluid dient er wel opgemerkt te worden dat er hier een grote leemte in de kennis bestaat over de geluidsimmissie en –emissie van de gebruikte windturbines (3,6 MW GE Wind Energy of 5 MW M5 REpower). Uit berekeningen van het specifieke geluid onder water van twee windturbines met een nominaal vermogen van 550 en 600 kW, berekend bij een vlakke bodem en een waterdiepte tussen de 5 en 15 m, volgt dat het specifieke geluid van de windturbines op 50 m maximum 105 dB (re 1 μ Pa) en op 200 m, 85 dB (re 1 μ Pa) bedraagt. Uit de bepaling van het omgevingsgeluid onder water (zie punt 4.5.3.2) wordt gesteld dat het achtergrondgeluidsniveau tussen 90 en 100 dB (re 1 μ Pa) in het frequentiegebied 100 Hz tot enkele kHz in ondiepe kustwateren niet ongewoon zijn. Gezien het windturbinegeluid in ondiep water ook in het frequentiegebied tussen 100 Hz en enkele kHz ligt, kan geconcludeerd worden dat vanaf 200 m van de windturbines (550 en 600 kW) het specifieke geluid van de windturbine lager zal liggen dan het minimale achtergrondgeluid. Op deze afstand zullen er dus vermoedelijk geen effecten voorkomen op de onderwaterfauna. Wanneer er onder water een maximum achtergrondgeluidsniveau van 195 dB(re 1 μ Pa) voorkomt, zullen de windturbines slechts tot 50 m duidelijk detecteerbaar zijn. Bij deze conclusie wordt er verondersteld dat voor alle onderwaterfauna een maskeereffect van de waarneming van geluid optreedt dat vergelijkbaar is met het maskeereffect dat optreedt in het gehoor van de meeste landdieren. Bij hogere windsnelheden zal het specifieke geluid van de windturbine hoger worden, maar tegelijkertijd neemt ook het achtergrondgeluidsniveau toe door brekende golven en waterbeweging. Als besluit kan aangenomen worden dat het effect van het geluid van de windturbine onder water in het slechtste geval beperkt blijft tot het gebied tussen de windturbines en niet buiten de 500 m veiligheidsgrens zal gaan. Een belangrijke opmerking is wel dat bij het voorbijvaren van een klein schip reeds geluidsniveaus vastgesteld worden die meer dan 10 dB hoger zijn dan het gehanteerde maximale achtergrondgeluid. Het gaat hier dan wel om een tijdelijke verhoging van het geluidsniveau.

Uit Figuur 4.5.5 kon besloten worden dat het gemeten specifieke geluid van een 2 MW BONUS windturbine [15] en het berekende specifieke geluid van een 2 MW windturbine [14] in het frequentiegebied tussen de 100 HZ en 1000 Hz lager ligt dan het specifieke geluid van de 550 en 600 kW windturbine die gebruikt werd bij de berekeningen ter bepaling van het specifieke geluid onderwater op verschillende afstanden (zie Figuur 4.5.6). Rekening houdende met het tunneleffect onderwater (absorptie van lage frequenties (<200 Hz) door de bodem in ondiepe waters) zal het specifieke geluid van een 2 MW windturbine lager liggen dan die van een 550 kW en een 600 kW windturbine die in bovenstaande paragraaf berekend werd. Bijgevolg worden de hierboven besproken effecten als worstcase effecten beschouwd.

BOVEN WATER

Doordat er een leemte in de kennis bestaat met betrekking tot het achtergrondgeluidsniveau boven water, nemen we aan dat het geluid boven water tussen de 30 en de 40 dB(A) ligt. Deze geluidsniveaus werden gemeten in het potentiële stiltegebied 'Het Zwin' dat onder dezelfde vliegcorridor ligt als het projectgebied [7]. Het specifieke geluid van de 60 windturbines werd berekend voor 2 situaties, met name voor een matig belastende situatie⁴ en voor een kritische situatie (komt waarschijnlijk slechts sporadisch voor).

⁴ Matig belastende situatie is deze situatie waarbij er voldoende wind is om de windturbines te doen draaien, deze wind voldoende in de richting van de waarnemer waait om opwaartse afbuiging ten gevolge van temperatuursgradiënt te compenseren, maar de windsterkte toch zodanig beperkt is dat geen geluid door kerende golven in zee ontstaat

Gesplitst windturbinepark (bekomen concessie) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines

In de matig belastende situatie plant het geluid zich driedimensionaal voort, en bereikt het specifieke geluid van het "C-Power" windturbinepark met of zonder het "Seanergy" windturbinepark een geluidsniveau van respectievelijk 45 en 40 dB(A) op een afstand van 1- 1,2 km en op een afstand van 2,6 – 3,4 km. Boven het wateroppervlak kunnen de windturbines tot op een afstand van 15 km hoorbaar zijn. Net zoals onder water zal het specifieke geluid van de windturbines boven water toenemen naarmate de windsnelheid stijgt, maar dan zal tegelijkertijd ook het achtergrondgeluidsniveau stijgen.

Wanneer in een kritische situatie het geluid van een windturbine zich tweedimensionaal zou voortplanten volgens een cilinder, dan zou het specifieke geluid pas op 10 en 17,5 km een geluidsniveau krijgen van respectievelijk 45 en 40 dB(A), op voorwaarde dat de waarnemer zich in de richting van de wind bevindt.

Gesplitst windturbinepark (bekomen concessie) met 5 MW windturbines van het type M5 REpower

In de matig belastende situatie plant het geluid zich driedimensionaal voort, en bereikt het specifieke geluid van het "C-Power" windturbinepark met of zonder het "Seanergy" windturbinepark een geluidsniveau van respectievelijk 45 en 40 dB(A) op een afstand van 2,2- 2,4 km en op een afstand van 4,8 – 5,6 km. Boven het wateroppervlak kunnen de windturbines tot op een afstand van 21 km hoorbaar zijn. Net zoals onder water zal het specifieke geluid van de windturbines boven water toenemen naarmate de windsnelheid stijgt, maar dan zal tegelijkertijd ook het achtergrondgeluidsniveau stijgen.

Wanneer in een kritische situatie het geluid van een windturbine zich tweedimensionaal zou voortplanten volgens een cilinder, dan zou het specifieke geluid pas op 14 en 24 km een geluidsniveau krijgen van respectievelijk 45 en 40 dB(A), op voorwaarde dat de waarnemer zich in de richting van de wind bevindt.

Alternatieve inplanting (gegroepeerd) windturbinepark met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines

In de matig belastende situatie plant het geluid zich driedimensionaal voort, en bereikt het specifieke geluid van het "C-Power" windturbinepark met of zonder het "Seanergy" windturbinepark een geluidsniveau van respectievelijk 45 en 40 dB(A) op een afstand van 1,4 km en op een afstand van 3,2 km. Boven het wateroppervlak kunnen de windturbines tot op een afstand van 14 km hoorbaar zijn. Net zoals onder water zal het specifieke geluid van de windturbines boven water toenemen naarmate de windsnelheid stijgt, maar dan zal tegelijkertijd ook het achtergrondgeluidsniveau stijgen.

Wanneer in een kritische situatie het geluid van een windturbine zich tweedimensionaal zou voortplanten volgens een cilinder, dan zou het specifieke geluid pas op 10 en 17,5 km een geluidsniveau krijgen van respectievelijk 45 en 40 dB(A), op voorwaarde dat de waarnemer zich in de richting van de wind bevindt.

Alternatieve inplanting (gegroepeerd) windturbinepark met 5 MW windturbines van het type M5 REpower

In de matig belastende situatie plant het geluid zich driedimensionaal voort, en bereikt het specifieke geluid van het "C-Power" windturbinepark met of zonder het "Seanergy" windturbinepark een geluidsniveau van respectievelijk 45 en 40 dB(A) op een afstand van 2,2 km en op een afstand van 5,2 km een geluidsniveau. Boven het wateroppervlak kunnen de windturbines tot op een afstand van 20 km hoorbaar zijn. Net zoals onder water zal het specifieke geluid van de windturbines boven water toenemen naarmate de windsnelheid stijgt, maar dan zal tegelijkertijd ook het achtergrondgeluidsniveau stijgen.

Wanneer in een kritische situatie het geluid van een windturbine zich tweedimensionaal zou voortplanten volgens een cilinder, dan zou het specifieke geluid pas op 14 en 24 km een geluidsniveau krijgen van respectievelijk 45 en 40 dB(A), op voorwaarde dat de waarnemer zich in de richting van de wind bevindt.

Algemeen kan er gesteld worden dat bij de dichtste afstand tot het windturbinepark, waar boten mogen varen (500 m veiligheidsgrens rond het park) de windturbines waarneembaar zullen zijn met een geluidsniveau van ongeveer 50 dB(A).

AAN DE KUSTLIJN

In beide situaties, werd het specifieke geluid van het windturbinepark berekend ter hoogte van de waarnemer, die zich aan de kustlijn bevindt op de kleinst mogelijke afstand tussen het windturbinepark en het vasteland.

Bekomen concessie (gesplitst) windturbinepark met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines

In de matig belastende situatie wordt het specifieke geluidsniveau respectievelijk berekend op 26 dB(A) en 24,6 dB(A) met en zonder het "Seanergy" windturbinepark ter hoogte van de waarnemer. In de meest kritische situatie wordt het specifieke geluidsniveau berekend op 37,3 dB(A). Beide berekende geluidsniveaus bevinden zich ruim onder het achtergrondgeluidsniveau van de branding (ongeveer tussen de 50 en 60 dB(A) op 25 m van de kustlijn).

Wanneer de spectra van het golfgeluid en van het windturbinegeluid in de meest kritische situatie bekeken wordt ter hoogte van de waarnemer (Figuur 4.5.8) zien we dat het spectrum van het golfgeluid hoger is dan het specifieke geluid van het windturbinegeluid, behalve in de lage frequenties. De detecteerbaarheid van het geluid zal afhangen in welke mate de luisteraar in staat is het windturbinegeluid van het achtergrondgeluid te onderscheiden [22]. Gezien de onzekerheden over het optreden van het tunneleffect over grote afstanden en de subjectiviteit van het perceptievermogen van de luisteraar is het momenteel niet mogelijk om met voldoende wetenschappelijk zekerheid vast te stellen of het windturbinepark al dan niet effectief te horen zal zijn.

Figuur 4.5.8: Spectra van het golfgeluid en van het windturbinegeluid in de meest kritische situatie ter hoogte van de waarnemer

Bekomen concessie (gesplitst) windturbinepark met 5 MW windturbines van het type M5 REpower

In de matig belastende situatie wordt het specifieke geluidsniveau respectievelijk berekend op 28,4 dB(A) en 27,6 dB(A) met en zonder het "Seanergy" windturbinepark ter hoogte van de waarnemer. In de meest kritische situatie wordt het specifieke geluidsniveau berekend op 39,3 dB(A). Beide berekende geluidsniveaus bevinden zich ruim onder het achtergrondgeluidsniveau van de branding (ongeveer tussen de 50 en 60 dB(A) op 25 m van de kustlijn).

Wanneer de spectra van het golfgeluid en van het windturbinegeluid in de meest kritische situatie bekeken wordt ter hoogte van de waarnemer (Figuur 4.5.9) zien we dat het spectrum van het golfgeluid hoger is dan het specifieke geluid van het windturbinegeluid, behalve in de lage frequenties. De detecteerbaarheid van het geluid zal afhangen in welke mate de luisteraar in staat is het windturbinegeluid van het achtergrondgeluid te onderscheiden [22]. Gezien de onzekerheden over het optreden van het tunneleffect over grote afstanden en de subjectiviteit van het perceptievermogen van de luisteraar is het momenteel niet mogelijk om met voldoende wetenschappelijk zekerheid vast te stellen of het windturbinepark al dan niet effectief te horen zal zijn.

Figuur 4.5.9: Spectra van het golfgeluid en van het windturbinegeluid in de meest kritische situatie ter hoogte van de waarnemer

Alternatieve inplanting (gegroepeerd) windturbinepark met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines

In de matig belastende situatie wordt het specifieke geluidsniveau respectievelijk berekend op 25,8 dB(A) en 24,3 dB(A) met en zonder het "Seanergy" windturbinepark ter hoogte van de waarnemer. In de meest kritische situatie wordt het specifieke geluidsniveau berekend op 37,3 dB(A). Beide berekende geluidsniveaus bevinden zich ruim onder het achtergrondgeluidsniveau van de branding (ongeveer tussen de 50 en 60 dB(A) op 25 m van de kustlijn).

Wanneer de spectra van het golfgeluid en van het windturbinegeluid in de meest kritische situatie bekeken wordt ter hoogte van de waarnemer (Figuur 4.5.8) zien we dat het spectrum van het golfgeluid hoger is dan het specifieke geluid van het windturbinegeluid, behalve in de lage frequenties. De detecteerbaarheid van het geluid zal afhangen in welke mate de luisteraar in staat is het windturbinegeluid van het achtergrondgeluid te onderscheiden [22]. Gezien de onzekerheden over het optreden van het tunneleffect over grote afstanden en de subjectiviteit van het perceptievermogen van de luisteraar is het momenteel niet mogelijk om met voldoende wetenschappelijk zekerheid vast te stellen of het windturbinepark al dan niet effectief te horen zal zijn.

Alternatieve inplanting (gegroepeerd) windturbinepark met 5 MW windturbines van het type M5 REpower

In de matig belastende situatie wordt het specifieke geluidsniveau respectievelijk berekend op 28,1 dB(A) en 27,3 dB(A) met en zonder het "Seanergy" windturbinepark ter hoogte van de waarnemer. In de meest kritische situatie wordt het specifieke geluidsniveau berekend op 39,3 dB(A). Beide berekende geluidsniveaus bevinden zich ruim onder het achtergrondgeluidsniveau van de branding (ongeveer tussen de 50 en 60 dB(A) op 25 m van de kustlijn).

Wanneer de spectra van het golfgeluid en van het windturbinegeluid in de meest kritische situatie bekeken wordt ter hoogte van de waarnemer (Figuur 4.5.9) zien we dat het spectrum van het golfgeluid hoger is dan het specifieke geluid van het windturbinegeluid, behalve in de lage frequenties. De detecteerbaarheid van het geluid zal afhangen in welke mate de luisteraar in staat is het windturbinegeluid van het achtergrondgeluid te onderscheiden [22]. Gezien de onzekerheden over het optreden van het tunneleffect over grote afstanden en de subjectiviteit van het perceptievermogen van de luisteraar is het momenteel niet mogelijk om met voldoende wetenschappelijk zekerheid vast te stellen of het windturbinepark al dan niet effectief te horen zal zijn.

Er dient wel opgemerkt te worden dat de kritische situatie enkel voorkomt wanneer er een zogenaamd tunnel effect is. Dit tunneleffect kan enkel voorkomen bij meewind condities (wind waait van windturbinepark naar de waarnemer op de kustlijn). De wind roos van Zeebrugge geeft aan dat er enkel een N-NW wind voorkomt gedurende 11 dagen per jaar. Het is evenwel onwaarschijnlijk dat het zogenaamde cilinder effect zich dan steeds over dergelijke grote afstand voordoet gezien het niet te verwachten is dat de wind zich zo ver steeds in dezelfde richting continue voortbeweegt. Bijgevolg kan er geconcludeerd worden dat het specifieke geluid van de windturbines ter hoogte van de kustlijn in het frequentiegebied tussen de 30 en 70 Hz ca. 3 tot 5 dB(A) (respectievelijk bij het gebruik van een 3,6 of een 5 MW windturbine) sporadisch hoger kan zijn dan het achtergrondgeluid van de branding. Dit dient echter als een (theoretische) worst case benadering beoordeeld te worden.

TER HOOGTE VAN DE DICHSTBIJZIJNDE WONINGEN

In Tabel 4.5.17 t.e.m. Tabel 4.5.19 wordt het berekende specifieke geluid in een matig belastende situatie vergeleken met de VLAREM II richtwaarde voor een gebied 1 (verblijfrecreatie) en met het omgevingsgeluid, gemeten langs de Noordzee in de Polders (Nederland). Wat de kritische situatie betreft is deze vergelijking niet uitgevoerd, daar deze niet zinvol is voor dergelijke extreme (theoretische) situaties.

Tabel 4.5.17: Vergelijking van het geluidsniveau ter hoogte van de woningen met de referentiesituaties in de situatie met een gesplitst windturbinepark (bekomen concessie) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines

		Kust-zone	VLAREM II richtwaarde		Metingen aan de Noordzee [11]	Vgl. VLAREM II		Vgl. Metingen
			Verblijfs-recreatie	Woon-gebied		Verblijfs-recreatie	Woon-gebied	
Matig belastende situatie	met "Seanergy" windturbinepark	26	30	35	30 tot 40	-4	-9	-4 tot -14
	zonder "Seanergy" windturbinepark	24,6	30	35	30 tot 40	-5,4	-10,4	-5,4 tot -15,4

Opm. Alle waarden zijn in dB(A).

Tabel 4.5.18: Vergelijking van het geluidsniveau ter hoogte van de woningen met de referentiesituaties in de situatie met een gesplitst windturbinepark (bekomen concessie) met 5 MW windturbines van het type M5 REpower

		kustzone	VLAREM II richtwaarde		Metingen aan de Noordzee [11]	Vgl. VLAREM II		Vgl. Metingen
			Verblijfs-recreatie	Woon-gebied		Verblijfs-recreatie	Woon-gebied	
Matig belastende situatie	met "Seanergy" windturbinepark	28,4	30	35	30 tot 40	-1,6	-6,6	-1,6 tot -11,6
	zonder "Seanergy" windturbinepark	27,6	30	35	30 tot 40	-2,4	-7,4	-2,4 tot -12,4

Opm. Alle waarden zijn in dB(A).

Tabel 4.5.19: Vergelijking van het geluidsniveau ter hoogte van de woningen met de referentiesituaties in de situatie met een gegroepeerd windturbinepark (alternatieve inplanting) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines

		kustzone	VLAREM II richtwaarde		Metingen aan de Noordzee [11]	Vgl. VLAREM II		Vgl. Metingen
			Verblijfs-recreatie	Woon-gebied		Verblijfs-recreatie	Woon-gebied	
Matig belastende situatie	met "Seanergy" windturbinepark	25,8	30	35	30 tot 40	-4,2	-9,2	-4,2 tot -14,2
	zonder "Seanergy" windturbinepark	24,3	30	35	30 tot 40	-5,7	-10,7	-5,7 tot -15,7

Opm. Alle waarden zijn in dB(A).

Tabel 4.5.20: Vergelijking van het geluidsniveau ter hoogte van de woningen met de referentiesituaties in de situatie met een gegroepeerd (Alternatieve inplanting) windturbinepark met 5 MW windturbines van het type M5 REpower

		kustzone	VLAREM II richtwaarde		Metingen aan de Noordzee [11]	Vgl. VLAREM II		Vgl. Metingen
			Verblijfs-recreatie	Woon-gebied		Verblijfs-recreatie	Woon-gebied	
Matig belastende situatie	met "Seanergy" windturbinepark	28,1	30	35	30 tot 40	-1,9	-6,9	-1,9 tot -11,9
	zonder "Seanergy" windturbinepark	27,3	30	35	30 tot 40	-2,7	-7,7	-2,2 tot -12,7

Opm. Alle waarden zijn in dB(A).

Hieruit kan geconcludeerd worden dat het specifieke geluid, berekend in een matig belastende situatie, de Vlare II richtwaarden niet overschrijdt voor woongebied of voor een gebied voor verblijfsrecreatie, zodat er geen geluidshinder verwacht wordt.

Het windturbinepark voldoet ruimschoots aan de afstandsregel uit de omzendbrief (EME/2000.01 van 17 juli 2000), waaruit blijkt dat de windturbines zich op minimum 250 m van de dichtstbijzijnde woning moeten bevinden.

4.5.7 Bepaling van het specifieke geluid in de afbraakfase

De impact van de ontmanteling op het omgevingsgeluid onder water, is een leemte in de kennis. Door het wegbrengen van de windturbines zal er een tijdelijke verhoging van het vrachtvervoer op zee zijn, zodat er hogere geluidsniveaus optreden boven en onderwater. Deze verhoging zal echter verwaarloosbaar zijn t.o.v. de normale scheepvaart.

4.5.8 Bepaling van het specifieke geluid bij de bekabeling

De aanleg van enerzijds de kabels tussen de windturbines en het transformatorplatform en anderzijds de kabel tussen het windturbinepark en de aanlanding op de noordelijke strekdam te Zeebrugge, zal in zee gebeuren aan de hand van een speciaal ingericht schip. De kabel wordt tot op ongeveer 2 m onder de zeebodem ingegraven door middel van jetting of ploegen. Wanneer de kabel de vaargeul 1 doorkruist, wordt de kabel op een diepte van minimum 4 m onder de zeebodem gelegd. Ten gevolge van de bekabeling wordt een tijdelijke verhoging van het geluid verwacht zowel boven als onderwater. Deze geluidstoename zal slechts over een zeer korte tijd waargenomen worden en wordt bijgevolg niet verder besproken.

4.5.9 Beoordeling van trillingshinder

Windturbines produceren verschillende types mechanische trillingen [3]:

- Laagfrequente trillingen: ontstaan door het voorbijgaan van de rotorbladen langs de mast, de onbalans van de rotor en de eigen trilling van de mast.
- Hoogfrequente trillingen: ontstaan door de draaiende onderdelen van de generator in de gondel de interactie van wind met de windturbine (het aërodynamisch geluid van de rotortippen), golven die tegen de mast slaan, de beweging van zand en water langs de mast en organismen die op de windturbine voorkomen (bijvoorbeeld het sluiten van kleppen van de mossel).

In de studie over de geluidsimpact van windturbines onder water [14] werden de trillingen gemeten van een 2 MW windturbine (Neg-Micon) die op het land staat. Uit een vergelijking van deze trillingen met de trillingen van twee windturbines onderwater met een nominaal vermogen van respectievelijk 550 kW en 450 kW, volgt dat de trillingen van een 2 MW windturbine tot 100 Hz groter zijn maar dat vanaf 100 Hz de trillingen van de windturbines van 550 en 450 kW in het water groter zijn dan de trillingen van de 2 MW windturbine op het land. De trillingen van de gebruikte windturbines (3,6 MW en 5 MW windturbine) zijn niet gekend en zijn bijgevolg een leemte in de kennis.

4.5.10 Grensoverschrijdende geluidseffecten

Algemeen kunnen we concluderen dat daar het geluidseffect in België zeer beperkt blijft, er geen geluidseffect op het vaste land in Nederland verwacht wordt door de relatief grotere afstand.

Doordat de grens van de Nederlandse wateren slechts 2 km van het windturbinepark verwijderd is, zal er boven water aan de grens een specifieke geluid van ongeveer 45 dB(A) verwacht worden. Wanneer het windturbinepark gegroepeerd wordt (alternatieve inplanting) bevindt de Nederlandse grens zich op 7 km van het projectgebied, waardoor het specifieke geluid ongeveer 35 dB(A) en 45 dB(A) zal zijn respectievelijk voor de 3,6 MW en de 5 MW windturbines (zie Figuur 4.5.11 t.e.m. Figuur 4.5.13).

4.5.11 Leemten in de kennis

Het onderwatergeluid is de belangrijkste leemte in de kennis. Zowel de emissie van geluid naar het water als de propagatie in ondiep kustwater met hoge stromingen, grote concentraties van zand in suspensie en eventueel brekende golven en zeer poreuze bodem moeten aan grondiger onderzoek onderworpen worden.

De geluidsemmissie en –immissie onder water door het heien van paalfunderingen is niet te begroten.

Er ontstaat een leemte in de kennis over het achtergrondgeluid boven water doordat geluidsmetingen op het water moeilijk te meten zijn door het bijkomende lawaai van de golven tegen de meetboot.

Het geluidsvermoggenniveau van de “M5 REpower” windturbines van 5 MW is niet gekend en wordt bijgevolg bepaald uit de lineaire interpolatie van geluidsvermoggenniveaus van bestaande windturbines van: 1,5 MW; 2 MW; 3 MW en 3,6 MW.

Tenslotte wordt opgemerkt dat er onzekerheid bestaat over het voorkomen en de draagwijdte van het tunneleffect.

4.5.12 Milderende maatregelen

Gezien de leemte in de kennis met betrekking tot de impact van het onderwater geluid van windturbines die in dit project gebruikt zullen worden (3,6 MW of 5 MW) lijkt het niet zinvol om milderende

maatregelen voor te stellen ter bestrijding van het onderwater geluid. Er wordt wel voorgesteld om observaties van het onderwatergeluid te houden (zie monitoring). Indien uit deze observaties blijkt dat er wel een grote impact onder water voorkomt, dienen er alsnog milderende maatregelen genomen te worden.

Doordat het aantal waarnemers op zee die de windturbines frequent zullen waarnemen zo beperkt is, lijkt het evenmin nuttig milderende maatregelen voor te stellen voor het luchtgeluid. Uiteraard moet men steeds de bestbeschikbare (stilste) technologie toepassen.

4.5.13 Monitoringprogramma

Als monitoringprogramma kan een observatie van het onderwatergeluid voorgesteld worden bij verschillende werkingsregimes (windsnelheden, golfhoogtes, ...) en op verschillende afstanden correlatie van deze meetresultaten met trillingsmetingen op de mast kan bijkomend inzicht opleveren met betrekking tot de emissie van onderwatergeluid. Daarnaast kan voorgesteld worden om de onzekerheid omtrent de kritische situatie te valideren via een gericht monitoringprogramma.

REFERENTIES (voor volledige referentie zie achteraan)

- [1] Urick, R.J., 1983
- [2] Heindsman, T.E.R., Smith, R.H. & Arneson, A.D., 1955
- [3] Mer, 1999
- [4] Knudsen, V.O., Alford, R.S. & Emling, J.W., 1948
- [5] W.C. Verboom 1991
- [6] Mer, 2001
- [7] S. Decloedt, J. De Poorter, D. Botteldooren, 1998
- [8] R.A. Bolt & G.P. van den Berg, 1997
- [9] Haskoning, 1997
- [10] Oranjewoud B.V., 1998
- [11] MER, 1998
- [12] Environmental Impact Assessment Report 2000.
- [13] Haskoning, 1999
- [14] Odegaard & Danneskiold-Samsøe A/S, 2002;
- [15] Bonus Energy A/S, 2002
- [16] Hakan Westerberg, 1990-1993
- [17] Kaiser-Wilhelm-Koog-GmbH, 2000
- [18] Din Iec 88/48/Cdv, 1996
- [19] Söker, H. & Schreiber, M., 2000
- [20] Deane, Grant, B., 2000
- [21] Bjork, E.A.,
- [22] Fidel et al, 1979
- [23] Legerton, M.L., 1996.

Bijlage 4.5-1: 5 MW windturbine

Bijlage 4.5-2: Technische eigenschappen van 3,6 MW turbine

Figuur 4.5.10: Geluidscontouren van het specifieke geluid van het "Seanergy" windturbinepark boven water berekend met het INDUS overdrachtsmodel in de referentiesituatie

Figuur 4.5.11: Berekende contouren van het specifieke geluid van het windturbinepark boven water, van het gesplitst windturbinepark (bekomen concessie) met 3,6 MW offshore

GE Wind Energy turbines samen met het "Seanergy" windturbinepark, volgens het overdrachtsmodel INDUS

Figuur 4.5.12: Berekende contouren van het specifieke geluid van het windturbinepark boven water, van het gesplitst windturbinepark (bekomen concessie) met 5 MW windturbines van het type M5 REPower samen met het "Seanergy" windturbinepark, volgens het overdrachtsmodel INDUS

Figuur 4.5.13: Berekende contouren van het specifieke geluid van het windturbinepark boven water, van het gegroepeerd windturbinepark (alternatieve inplanting) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines samen met het "Seanergy" windturbinepark, volgens het overdrachtsmodel INDUS

Figuur 4.5.14: Berekende contouren van het specifieke geluid van het windturbinepark boven water, van het gegroepeerd windturbinepark (alternatieve inplanting) met 5 MW windturbines van het type M5 REPower samen met het "Seanergy" windturbinepark, volgens het overdrachtsmodel INDUS

Figuur 4.5.15: Berekende contouren van het specifieke geluid van het windturbinepark boven water, van het gesplitst windturbinepark (bekomen concessie) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines zonder het "Seanergy" windturbinepark, volgens het overdrachtsmodel INDUS

Figuur 4.5.16: Berekende contouren van het specifieke geluid van het windturbinepark boven water, van het gesplitst windturbinepark (bekomen concessie) met 5 MW windturbines van het type M5 REPower zonder het "Seanergy" windturbinepark, volgens het overdrachtsmodel INDUS

Figuur 4.5.17: Berekende contouren van het specifieke geluid van het windturbinepark boven water, van het gegroepeerd windturbinepark (alternatieve inplanting) met 3,6 MW offshore GE Wind Energy turbines zonder het "Seanergy" windturbinepark, volgens het overdrachtsmodel INDUS

Figuur 4.5.18: Berekende contouren van het specifieke geluid van het windturbinepark boven water, van het gegroepeerd windturbinepark (alternatieve inplanting) met 5 MW windturbines van het type M5 REPower zonder het "Seanergy" windturbinepark, volgens het overdrachtsmodel INDUS

4.6 FAUNA EN FLORA

4.6.1 Invertebraten en vissen

4.6.1.1 Methodologie

BENTHOS

De beschrijving van het benthos in het studiegebied is voornamelijk gebaseerd op de deelstudie, dat door het Departement Zeevisserij van het Centrum voor Landbouwkundig onderzoek (CLO-DVZ) werd samengesteld in het kader van onderhavig milieueffectenrapport (MER).

Het onderzoek naar epibenthos is gebaseerd op een recente bemonsteringscampagne uitgevoerd tijdens het najaar van 2002 ter hoogte van Westdiep, de Vlake van de Raan en de Thorntonbank. De methode waarmee deze staalname is uitgevoerd wordt in die deelstudie uitvoerig besproken. In het rapport wordt aan de hand van figuren en tabellen een kwantitatieve analyse uitgevoerd van de epifauna, enerzijds in de Belgische kustwateren en anderzijds op de Thorntonbank. Er wordt tevens een diversiteitindex en dominantie index berekend.

Naast epibenthos wordt macrobenthos besproken uitgaande van recente opnamen tijdens dezelfde campagne van het najaar van 2002 op de Thorntonbank. Aan de hand van figuren wordt het aandeel van elk taxon in de macrobenthische fauna, die op de Thorntonbank waargenomen werd, weergegeven. Er wordt tevens een diversiteitsindex en dominantie index berekend.

VISSEN

De beschrijving van de visfauna in het studiegebied is voornamelijk gebaseerd op de deelstudie dat door CLO-DVZ werd samengesteld in de context van onderhavig Milieueffectenrapport (MER) en zich bij dit MER bevindt. Het rapport beschrijft de volgende aspecten:

Een eerste aspect is de locatie van de paaigronden van de belangrijkste vissoorten. Een tweede aspect betreft het onderzoek naar het belang van het projectgebied als kweekgebied voor de commerciële visserij. Hierbij werden de populaties van tong, schol en schaar bestudeerd per leeftijdsklasse. Deze analyse is gebaseerd op data uit drie DVZ-bestanden die toegelicht worden in het document van CLO-DVZ.

De commerciële dichtheid en exploitatie in het gebied werd geanalyseerd op basis van databanken, officiële vangststatistieken en van informatie betrokken uit de visserijsector.

De effectenanalyse onderzoekt welke actie rechtstreekse, onrechtstreekse, tijdelijke of permanente gevolgen heeft voor benthos en voor visfauna. Om deze effecten te kunnen inschatten, worden de effecten op andere disciplines zoals water, geluid en zeebodem, eveneens geraadpleegd.

Na de beschrijving en beoordeling van de effecten wordt er onderzocht of er milderende maatregelen kunnen worden voorgesteld, welke leemten er bestaan in de kennis en welke monitoring er het beste kan worden uitgevoerd. Tenslotte werden voorstellen geformuleerd om de haalbaarheid van aquacultuur op de site na te gaan.

4.6.1.2 Referentiesituatie

ALGEMENE SITUERING

Het projectgebied verwijst naar de zone waarbinnen de windturbines, het transformatorplatform en de bekabeling zullen worden aangebracht. Het studiegebied verwijst naar de zone waarbinnen er zich verstoring van fauna en flora kan voordoen als een gevolg van de constructie, exploitatie en ontmanteling van het windturbinepark.

Het windturbinepark zal ongeveer $\frac{1}{4}$ van de Thorntonbank innemen. Het concessiegebied beslaat in totaal 13,79 km². Daarnaast is er ook een zone die door de bekabeling in beslag wordt genomen.

Cattrijse & Vincx, (2001) verdelen het Belgisch Continentaal Plat (BCP) in negen zones (Figuur 4.6.1). Deze afbakening is gestoeld op geografische eenheden en patronen in het voorkomen van benthos. Het projectgebied strekt zich uit over de Thorntonbank, die in zone 5, zijnde de zuidelijke Zeelandbanken gelegen is.

De Zeelandbanken, met de Thorntonbank, Gootebank, Akkaertbank en de Vlake van de Raan liggen op 4,5 tot 30 km van de kust. De Thorntonbank, de Gootebank en de Akkaertbank zijn relatief smal en liggen parallel met de kustlijn. De Vlake van de Raan is eerder driehoekig van vorm, ligt parallel met de kust en is centraal gelegen in het estuarium van de Westerschelde.

Figuur 4.6.1: Situering van de biozones met namen en nummers uit Cattrijse & Vincx (2001) en met aanduiding van het projectgebied

De diversiteit in diepte, sediment en stromingen op het Belgisch Continentaal Plat heeft een grote diversiteit van de soorten tot gevolg. Er kunnen twee gradiënten worden waargenomen in de aanwezigheid van benthische organismen op het Belgisch Continentaal Plat. Een eerste gradiënt in de biodiversiteit loopt van het westen naar het oosten. Ten gevolge van de negatieve invloed van de instroom van sterk verontreinigd water (nutriënten, organische polluenten en zware metalen) afkomstig uit de Westerschelde, is de biodiversiteit in de oostelijke BCP-zone minder groot dan die in de westelijke zone (Cattrijse en Vincx, 2001). Een tweede gradiënt loopt van de ondiepe kustzone naar de zone dieper in zee.

BENTHOS

Benthos vormt een belangrijke schakel in de trofische organisatie van het mariene ecosysteem, met name als voedselbron voor allerlei organismen, waaronder demersale vissen.

Het onderzoek naar epifauna is gebaseerd op een recente bemonsteringscampagne uitgevoerd tijdens het najaar van 2002 t.h.v. Westdiep, de Vlake van de Raan en de Thorntonbank. De methode waarmee deze staalname is uitgevoerd wordt in de deelstudie van DVZ besproken. De staalnamepunten zijn weergegeven in Figuur 3.1.1.a van de deelstudie van DVZ. Uitgaande van de kwantitatieve analyse van de epifauna in de Belgische kustwateren, volgt dat alle stalen hoofdzakelijk door Decapoda en Echinodermata worden gedomineerd. Deze beide groepen samen vertegenwoordigen gemiddeld minstens 95% van het epibenthos. De vijf dominante species, namelijk (*Liocarcinus holsatus* (zwemkrab) en *Crangon crangon* (garnaal) van de Decapoda en *Asterias rubens* (gewone zeester), *Ophiura albida* en *Ophiura texturata* (slangsterren) van de Echinodermata, nemen samen gemiddeld minstens 90% van de totale epibenthische biomassa voor hun rekening.

Op de Thorntonbank werden twee maal 7 stations bemonsterd op epibenthos. De staalnamepunten worden weergegeven in Figuur 3.1.2.a van de deelstudie van DVZ. In totaal werden 27 soorten waargenomen (tabel III.A.2.a). Het aantal soorten per station varieert tussen 8 en 15 (Fig III.A.2.a). Het

aantal individuen varieert tussen 487 en 12 805. De grote verschillen in aantal individuen worden veroorzaakt door *Crangon crangon*, *Liocarcinus holsatus* als *Ophiura albida* (Fig III.A.2.b). In de indexen van diversiteit en dominantie kan niet echt een lijn getrokken worden, zij zijn een weerslag van het samenspel tussen deze drie dominante soorten (tabel III.A.2.b; Fig II.A.2.c en d). Betekenisvol is wel dat de Shannon-Wiener index van diversiteit beduidend hoger is op het einde van de maand oktober t.o.v. eind september. De Simpson index van dominantie daarentegen is lager eind oktober t.o.v. eind september. De Shannon-Wiener index varieert van 1,24 tot 3,13; de Simpson index van dominantie gaat van 0,14 naar 0,57 (tabel III.A.2.b).

Zoals eerder gesteld is de Grijs garnaal (*Crangon crangon*) is een van de belangrijkste soorten. In de deelstudie van DVZ wordt een algemene beschrijving van deze commercieel belangrijke soort gegeven. De verspreiding en dichtheid van Grijs garnaal werd reeds gedurende verschillende jaren bestudeerd. De resultaten van dit jaarlijks onderzoek worden toegelicht in de deelstudie van DVZ.

Uit recente opnamen (periode 1997-1999) van het macrobenthos blijkt dat de Belgische kust een belangrijk voedselgebied is voor allerlei diersoorten. De diversiteitsindex voor macrobenthos voor de de Belgische kust, binnen de 10 mijl zone, bedraagt 2,5.

Op de Thorntonbank werden gedurende het najaar van 2002 zeven staalnames genomen voor het onderzoek naar macrobenthos. Alle onderzochte stations hebben algemeen een hoge diversiteitsindex en een lage index van dominantie. Samen met het betrekkelijk grote aantal soorten dat gevonden werd, toont dit aan dat de Thorntonbank en omgeving een waardevol gebied is net als de rest van de Belgische kust. Algemeen gezien, heeft iedere zandbank enkele specifieke bewoners. Dit is ook het geval voor de Thorntonbank. Enkele soorten die voorheen niet of zelden werden aangetroffen voor de Belgische kust zijn wel degelijk aanwezig op de Thorntonbank. Zij bezitten een andere affiniteit (o.a. Oyster banks), maar blijkbaar komen ze ook op de Thorntonbank voor, ook al behoort die niet tot hun algemeen verspreidingsgebied. Van de onderzochte posities vallen die met het grootste aantal soorten en individuen niet samen met de geplande toekomstige locatie van het windturbinepark. De meest nabije posities ter hoogte van de concessiezone vertonen een gemiddelde samenstelling in soorten en aantal individuen.

VISSEN

Paaigebieden

In de deelstudie van DVZ wordt op basis van een onderzoek naar visplankton langs de Belgische kust een beschrijving gegeven van de kwantitatieve samenstelling van het visplankton.

De belangrijkste bevindingen van dit onderzoek, voor de volledige Belgische kust, luiden als volgt:

- Het visplankton van de Belgische kust wordt bijna uitsluitend door soorten van de orden der Clupeiformes (haringachtigen) gedomineerd;
- De soorten waarvan belangrijke hoeveelheden eieren terug gevonden werden in de stalen, zijn: *Sprattus sprattus* (L.), sprot; *Solea solea* (L.), tong; *Onos* sp; *Ammodytes lancea cuvier*, zandspiering en *Pomatoschistus minutus Pallas*, grondel. De overige soorten kwamen meestal in kleine hoeveelheden voor, zodat geen besluiten aangaande hun ruimtelijke en chronologische distributie konden worden getrokken.
- Er treedt een grotere diversiteit op in het westelijk kustgebied dan in het oostelijk kustgebied. Een grotere soortenrijkdom en een veelal geringere dominantie vanwege de Clupeiformes lagen aan de basis van dit verschijnsel.

In het bijzonder voor het projectgebied, de Thorntonbank, kon het volgende besloten worden:

- Het gebied van de Thorntonbank kan derhalve niet als een belangrijk paaigebied worden beschouwd – met uitzondering van sprot, *Sprattus sprattus* (L.). Wel fungeert het gebied als een doorstroomgebied van visplankton (eieren en larven) in de richting van de reststroom, nl. van zuid-west naar noord-oost.
- Voor de eieren van *Sprattus sprattus* (L.), sprot, werd een maximale densiteit van 110 exemplaren per m³ genoteerd. Het paaïen van *Sprattus sprattus* (L.) geschiedt in het eerste halfjaar met een duidelijke piek in de maanden april-mei. Gedurende deze topmaanden was het aantal eieren van *Sprattus sprattus* (L.) op de Thorntonbank zoals hiervoor gesteld niet onaanzienlijk.

Kweekgebieden

De Belgische kustwateren zijn gastheer voor een aantal zeer belangrijke juveniele platvisbestanden, zoals tong, schol en schar. De zone fungeert deels als paai- en deels als kweekgebied. Bepaalde verspreidingspatronen werden vastgesteld, maar in globo kon worden bepaald dat de 10 mijl zone als een geheel moet worden beschouwd in haar functie van kraamkamer. In het rapport van CLO-DVZ wordt een beschrijving gegeven van de functie van de Belgische kustwateren en in het bijzonder de Thorntonbank als kweekgebied voor drie belangrijke commerciële vissoorten, zijnde *Solea solea* (L.) (tong), en *Pleuronectes platessa* (schol) en *Limanda limanda* (schar).

Het gebied van de Thorntonbank heeft – in vergelijking met het overige deel van de Belgische kust - een eerder onbelangrijke functie als kinderkamer voor tong en schol. Wat schar betreft heeft bezit de Thorntonbank een relatief belangrijke functie.

Een vergelijking uitgevoerd tussen de dichtheidsverdeling van *Limanda limanda* (schar) van de opnamen uitgevoerd in 1971 (figuren 25 a, b en c) en deze in 2002 (figuren 26 a, b en c) wijst op:

- de vaststelling dat de Thorntonbank een klein bestand aan nuljarige schar herbergt en dat weinig markante verschillen zich tussen beide opnamejaren manifesteerden (figuren 25a en 26a);
- een zelfde conclusie wat betreft de dichtheden van éénjarige schar (Figuren 25b en 26b);
- lagere dichtheden van tweejarige schar in 2002 (Figuur 25c) ten opzichte van 1971 (Figuur 26c). Evenwel waren de dichtheden in het gebied geringer dan in het overige deel van de Belgische kustwateren.

Exploiteerbaar visbestand

Om een duidelijk beeld te krijgen van het exploiteerbaar visbestand op de Thorntonbank, werd door de Dienst Zeevisserij aan de hand van de volgende elementen een besluit geformuleerd:

- voor het bepalen van de output van de volwassen stand van de bijzonderste species, nl. de demersale soorten *Pleuronectes platessa* (schol), *Solea solea* (tong), *Gadus morrhua* (kabeljauw), *Merlangius merlangus* (wijting) en *Melanogrammus aeglefinus* (schelvis), werden de officiële vangsten voor de visvakken 103 & 203 berekend. Het gebied Thorntonbank is in visvak 203 gelegen. Visvak 103 betreft het gebied ten zuiden van de Thorntonbank. Figuur 27 en 28 van de deelstudie van DVZ geven de vangsten per eenheid van inspanning (kg/uur vissen) voor respectievelijk het vak 203 en 103 weer.
- op basis van specifieke opnamen in het najaar van 2002, werd een lijst opgesteld met de soortensamenstelling in en rondom de Thorntonbank (tabel 1 van de deelstudie van DVZ). Tabel 2 geeft de soortensamenstelling van de volledige Belgische kustzee.
- de kwantitatieve verspreiding van de soorten tong, schol en schar rond de Thorntonbank en het overige deel van de Belgische kustwateren werden bestudeerd. Er werd ook de vergelijking gemaakt tussen de opnamejaren 1971 en 2002.

- om een idee te hebben van de visserijactiviteiten op de Thorntonbank en het standpunt van de vissers ten opzichte van het geplande project, werd naar een 65-tal reders en vissers en naar de 'Vereniging Zeeuwse Kottervisserij' een vragenlijst opgestuurd. Deze vragenlijst en de hieruit resulterende conclusies zijn opgenomen in de deelstudie van het CLO-DVZ.
- de gegevens uit de satellietregistratie voor vissersboten werden voor zover geraadpleegd en besproken. De conclusie is dat de bank minder belangrijk is voor de visserij op basis van deze (fragmentarische) gegevens

Uit bovenstaande analyse kon het volgende besloten worden:

- de Thorntonbank is gevoelig minder belangrijk voor de commerciële exploitatie van vis en garnaal dan andere gebieden van de Belgische kustzee, zoals de Wenduinebank en de Vlake van de Raan.
- de totaliteit van de opbrengst van de totale visvangst in het visvak waarin de Thorntonbank gelegen is, is merkkelijk lager dan in de omgevende vakken.
- het onderzoek toonde aan dat de Thorntonbank belangrijk was als verspreidingsgebied van volwassen schol en schaar. Dit was niet het geval voor tong. De reden hiervoor moet gezocht worden in het feit dat de opnamen in het najaar plaats vonden en dat tong een voorjaarsmigratie vertoont dwars op de kust, zodat het gebied Thorntonbank wellicht in het voorjaar een grotere dichtheid aan tong vertoont dan in het najaar.
- de informatie betrokken uit een vraagstelling aan Belgische reders en vissers wees op een relatief minder belang van de Thorntonbank als visserijgebied ten opzichte van de naburige zones. Ook de satelliet registratie bevestigde deze stelling. De informatie betrokken uit Nederland (Zeeland) gaf indicaties van een omgekeerd beeld waarbij het gebied voor de Zeeuwse vloot belangrijk bleek. De omvang van de Nederlandse informatie was echter te gering om hierover definitief uitsluitsel te kunnen geven.
- de aangetroffen vissoorten op de Thorntonbank verschillen niet van de soorten die aangetroffen worden in de Belgische kustzee.

4.6.1.3 Autonome ontwikkeling

BENTHOS

Indien de bouw van het windturbinepark op Thorntonbank niet zou uitgevoerd worden, mogen we ervan uitgaan dat de benthosgemeenschap niet wezenlijk zou veranderen. Als er zich in de visserijsector grote veranderingen zouden voordoen, bijvoorbeeld met betrekking tot bevissingsmethodes, intensiteit of locatie van het vissen, dan mag er wel worden verondersteld dat dit van invloed zou zijn op de samenstelling van de benthische levensgemeenschap. Ook andere veranderingen binnen het BCP kunnen een effect hebben op het aquatische milieu als geheel. Aangezien we op dit ogenblik niet op de hoogte zijn van dergelijke evoluties, kunnen we geen verdere uitspraken doen over de autonome ontwikkeling van het benthos op het Belgisch Continentaal Plat.

VISSEN

Zoals hierboven aangehaald, kunnen wijzigingen in de visserijsector (intensiteit, gebruikte bevissingstechniek, ...) belangrijke gevolgen hebben voor diverse onderdelen van het mariene ecosysteem en bijgevolg ook op de visfauna. Het is momenteel erg moeilijk te zeggen in welke mate verschillende ingrepen (visserij, vervuiling, baggerwerken, storten van baggerslib, ...) invloed hebben op de visfauna. Wel kunnen we stellen dat, indien de huidige tendens van intensieve bevissing zich blijft doorzetten, de biomassa van vis in de hogere trofische niveaus op korte termijn wellicht verder zal blijven dalen en dat de bevissing van al deze populaties (met uitzondering van heek) momenteel de

veilige biologische grenzen overschrijdt. (Dit wordt verder uitgewerkt in het gedeelte over de socio-economische aspecten.)

4.6.1.4 Effecten

In de eerste plaats kan gesteld worden dat er geen significant verschil in effecten verwacht wordt tussen de inplanting conform de bekomen concessie en het bestudeerde alternatief.

INRICHTINGSFASE

Biotoopverlies

Door de installatie van de funderingen en de erosiebescherming van de windturbines en van het transformatorplatform wordt een gedeelte van de zeebodem, die het biotoop vormt van tal van benthische organismen, in beslag genomen. Dit effect doet zich onmiddellijk voor en is onomkeerbaar tijdens de exploitatiefase van het park. Het verlies van biotoop is licht afhankelijk van het funderingstype.

De oppervlakte die door een monopaal, inclusief de erosiebescherming, wordt ingenomen bedraagt 1.810 m² (diameter van 48 m rondom het centrale punt). Bij een driepoot bedraagt de, volgens C-Power bestorte oppervlakte, ongeveer 1.400 m² per driepootstructuur. De driepootstructuur vereist een kleinere erosiebescherming, doch in dezelfde grootteorde als deze van een monopaal. Het transformatorcentrum zal op 4 monopalen steunen die elk een diameter van 2 à 3 meter zullen hebben. De maximale oppervlakte inname voor het platform, inclusief de erosiebescherming, zal 6000 m² bedragen.

In principe zal voor alle windturbines een monopaalfundering gebruikt worden. Enkel indien de bodemgesteldheid dit echt niet zou toelaten kan er voor een driepoot gekozen worden afhankelijk van toekomstig bodemonderzoek. Het totale oppervlak dat door het windturbinepark effectief zal ingenomen worden, zal ca. 0,11 km² of 11,5 ha bedragen. Dat is 0,83 % van de concessieoppervlakte (13,8 km²). De concessiezone op zich zal ongeveer ¼ van de Thorntonbank innemen.

Bovenstaande berekeningen houden nog geen rekening met de diepte van de constructies. Voor beide constructiesystemen mogen we echter veronderstellen dat de volledige biotische zone die zich bevindt onder het stuk zeebodem dat in beslag wordt genomen, zal worden beschadigd.

Gezien de betrokken oppervlakte-inname klein is in vergelijking met het gehele BCP, kan er besloten worden dat het verlies aan biotoop voor benthische organismen een gering negatief effect zal hebben.

Naast het permanente verlies aan biotoop (tijdens de exploitatiefase) is er ook het tijdelijke verlies aan biotoop tijdens de bouwfase. Dat omvat enerzijds het verlies aan biotoop door het aanbrengen van de bekabeling en anderzijds het verlies aan biotoop ten gevolge van het heien van de palen. De palen worden geheid vanaf een offshoreplatform dat stevig aan de zeebodem wordt verankerd.

Door de plaatsing van de windturbines kan er een duidelijke verstoring en gedeeltelijke bezetting van de Thorntonbank die dienst doet als paai- en kweekgebied van bepaalde vissoorten optreden. Uit het rapport van het CLO-DVZ is gebleken dat het gebied van de Thorntonbank, in vergelijking met het overige deel van de Belgische kust, een eerder onbelangrijke functie als kweekgebied voor tong en schol heeft. Wat schaar betreft heeft het een relatief belangrijke functie. Als paaigebied is de Thorntonbank vooral van belang voor sprot.

Op dit ogenblik kan er niet voorspeld worden of die soorten naar dezelfde paaiplaatsen/kweekgebieden zullen terugkeren eenmaal de windturbines er staan. Het betreft een grote leemte in de kennis en

bijkomende studies dringen zich bijgevolg op. De mogelijkheid bestaat dat de paai- en kraamgebieden tijdens de bouwfase worden verstoord, maar dat ze zich zullen herstellen en opnieuw aantrekkelijk zullen worden tijdens de exploitatiefase. Een gedeelte van de paaiperiode⁵ van de sprot valt echter samen met de periode waarin de bouwactiviteiten zullen plaatsvinden, met name de periode april-mei. In een 'worst case scenario' zou dat kunnen leiden tot een verlies aan paaiplaatsen gedurende een jaar, wat een invloed kan hebben op de plaatselijke populatiestructuur en op de biodiversiteit.

Anderzijds zal de site geen last hebben van verstoringen door de visserij (vooral boomkorvisserij), wat zal leiden tot een gunstig effect op het visbestand.

Verlies aan organismen

De installatie van de funderingen zal plaatselijk een verlies aan individuen tot gevolg hebben. Dat is een rechtstreeks en onomkeerbaar effect. Het letale effect, ten gevolge van het heien van de palen, kan momenteel niet correct beoordeeld worden omdat de biomassa en populatiestructuur van de site niet voldoende gekend zijn.

Ook al zijn er momenteel geen gegevens beschikbaar, toch kunnen we een indicatieve waarde van 12 g biomassa (macrobenthos) als asvrij drooggewicht/m² als realistisch vooropstellen. Als we aannemen dat de verhouding drooggewicht/natgewicht 8% bedraagt, dan komt dat overeen met een natgewicht aan biomassa van 150 g/m². We moeten er wel op wijzen dat de verhouding van macrobenthos tot het gehele benthos (met inbegrip van micro-organismen en diepere schelpenbanken) voor de site niet gekend is. Ook seizoensgebonden schommelingen zijn niet gekend. Op grond van deze cijfers kunnen we het verlies aan biomassa voor de gehele concessie ramen op verschillende tientallen tot wellicht maximaal een paar honderd kg aan organismen.

Naar verwachting zou de invloed van de mortaliteit geen grote negatieve impact hebben op de biomassa of op het functioneren van het plaatselijke ecosysteem.

Anderzijds mag worden verwacht dat, wanneer de zone afgesloten wordt voor de boomkorvisserij, de benthosgemeenschap daardoor niet langer verstoord wordt. Door een gebrek aan gegevens kunnen we de twee invloeden momenteel niet tegen elkaar afwegen.

Verstoring

Tijdens de bouwfase zal het volledige concessiegebied algemeen verstoord worden. Deze verstoring zal voornamelijk bestaan uit het geproduceerde geluid en trillingen, het opwoelen van de zeebodem en het sediment en de wijziging van de turbiditeit.

Door de uitvoering van de werken, waaronder het heien van de palen, zal de relatief onbeweeglijke benthische fauna en flora bedekt worden door zand en andere bodempartikels. Dat kan leiden tot het verstopping van de filtermechanismen van de organismen, met fatale gevolgen. Het betreft een onrechtstreeks, tijdelijk en onomkeerbaar effect. Aangezien de turbiditeit door de werken naar verwachting niet beduidend zal toenemen, wordt er hiervan geen grote negatieve invloed verwacht, zelfs niet bij langdurige werken.

De mate waarin de fysische verstoring van invloed zal zijn, is slechts in een geringe mate gekend. In een onderzoek naar de invloed van subaquatisch zandbaggeren in de Noordzee, werd vastgesteld dat het herstel van de natuurlijke zoëbenthische gemeenschap voor de meeste soorten een tot twee jaar duurt

⁵ Piek in paaiperiode sprot: april/mei

(Essink ed. 1997). Het herstel van de populaties van langlevende soorten zoals tweekleppige en zee-egels hangt af van een goede populatieaangroei. Omdat dit niet jaarlijks het geval is, duurt het doorgaans twee tot vijf jaar vooraleer langlevende soorten zich herstellen.

Aangezien de bouw van het windturbinepark niet zo'n drastisch effect op de zeebodem zal hebben als zandbaggeren, mogen we veronderstellen dat het herstel van de benthische gemeenschappen niet langer zal vergen dan een tot twee jaar en voor de langlevende soorten niet langer dan twee tot vijf jaar. Niettemin mogen we ervan uitgaan dat tijdens de bouwfase de meer mobiele benthische organismen en alle levensstadia van vissen tijdelijk verstoord zullen worden door het omwoelen van de zeebodem, door onderwaterbewegingen, trillingen, geluid en andere activiteiten op de zeebodem en dat zij zullen wegtrekken van de plek waar de werkzaamheden worden uitgevoerd. Dat is een tijdelijk effect en naar verwachting zullen de organismen snel naar het projectgebied terugkeren zodra de bouwfase achter de rug is. De mate waarin dit van invloed zal zijn op predatie en/of mortaliteit is niet gekend. Anderzijds kan de storing ook een positieve impact hebben: met name de verhoogde beschikbaarheid van prooidieren. De mate waarin dat van invloed kan/zal zijn, is echter niet bekend. Ten slotte is er het gewinningsaspect, waarover geen informatie beschikbaar is.

Gezien de leemte in de kennis op het vlak van sedimenttoxiciteit, kan er evenmin een schatting worden gemaakt van de ecotoxicologische effecten die zich kunnen voordoen als gevolg van de resuspensie van polluenten.

Geluidshinder en trillingen

Er zijn weinig tot geen onderzoeksgegevens beschikbaar over het effect van kortstondige trillingen en geluid, bijvoorbeeld door het inheien van palen, op vissen. Onderzoek naar een permanent onderwatergeluid is reeds meer bestudeerd, maar wordt besproken bij de operationele fase. Dit wordt derhalve beschouwd als een leemte in de kennis en bijkomend onderzoek terzake is noodzakelijk.

Er kan wel verwacht worden dat vissen gedurende de constructiefase en vooral tijdens het heien van de palen, de concessiezone zullen mijden. In tegenstelling tot tijdens de exploitatiefase zal de adaptatie hier waarschijnlijk minder zijn.

EXPLOITATIEFASE

Effecten door de aanwezigheid van kunstmatige structuren (mast, fundering, erosiebescherming)

De aanwezigheid van funderingen en masten als kunstmatige harde laag zal leiden tot het ontstaan van een nieuw biotoop in het projectgebied. Dit is tevens het geval voor het aanbrengen van een erosiebescherming, die zal bestaan uit grind en steenbestorting.

De zone van de monopaal structuur die zich onder water bevindt, hangt af van de diepte en het getijde. Gemiddeld gezien zal er zich een zone van ca. 10 m onder water bevinden. Voor het volledige windturbinepark (60 windturbines) met een monopaal systeem (diameter van 5 m per paal), zal de totale oppervlakte hard substraat ca. 942 m². Daarbij wordt geen rekening gehouden met de oppervlakte die beschikbaar wordt als gevolg van erosie of die in de getijzone van de paal aanwezig is. Voor een driepoot zal de oppervlakte niet sterk verschillen van die van een monopaal. Niettemin hebben monopaal en driepoot elk een andere structuur.

Er wordt ervan uit gegaan dat rondom de funderingen van de molens en het transformatorplatform een erosiebescherming wordt voorzien. De oppervlakte van die erosiebescherming zal ongeveer 0,11 km² of 11,5 ha bedragen.

Harde substraten worden door andere organismen gekoloniseerd dan de zachte en zanderige zeebodem. De aanwezigheid van kunstmatige lagen (palen, transformatieplatform) en erosiebescherming (o.a. steenbestorting, grind) leidt tot het ontstaan van een artificieel rif.

Verschillende onderzoekers (Sampaolo & Relini, 1994; Foster et al., 1994; Fabi et al., 2002; Zalmon et al., 2002; Keenan, 1996) stelden vast dat artificiële riffen een significant verhoogde biomassa en biodiversiteit bezitten. De aantrekkelijkheid voor allerlei vissoorten wordt voornamelijk veroorzaakt door de aanwezigheid van sessiele invertebraten en algen (Pickering & Whitmarsh, 1996).

Van bepaalde vissoorten, zoals kabeljauw, is aangetoond dat zij sterk aangetrokken worden door complexe onderwaterstructuren zoals boorplatformen (Cripps & Aabel, 1995; Santos *et al.*, 1996; Hoffmann *et al.*, 2000). Volgens Polovina & Sakai (1989) verkiezen platvissoorten minder complexe structuren als foerageerterrein. Studies hebben aangetoond dat een minimumhoogte van ongeveer 3 m noodzakelijk is voor demersale vissen en dat er een eenvoudige structuur aanwezig moet zijn om hogere aantallen platvis waar te nemen (Bohnsack *et al.*, 1991).

De paalstructuren en steenbestortingen zullen door epifauna gekoloniseerd worden. Het nieuw ontstane biotoop zal in de eerste plaats als substraat dienen. Het type en de aantallen van de dier- en plantensoorten die de kunstmatige structuren zullen bevolken, hangt af van de complexiteit en de hoogte van de structuur, van de lichtinval, de waterdiepte en het soort materialen die worden gebruikt. Hoe complexer de onderwaterstructuren, hoe meer organismen er zich rond die structuren bevinden (Vella *et al.*, 2001; Hoffmann *et al.*, 2000; Zalmon et al., 2002; Pickering & Whitmarsh, 1996). Aangezien er zich in het projectgebied sterke stromingen voordoen, mag worden verwacht dat (een gedeelte van) de erosiebescherming begraven zal worden onder zand en andere sedimentpartikels. Tijdens hevige stormen zullen delen van de epifauna weggerukt worden en vernield worden.

Naast de functie als substraat kan de steenbestorting, waarbij tussen de stenen holtes zullen gecreëerd worden, tevens dienst doen als beschutting of voor het ontsnappen aan predatie.

De kolonisatie van de paalstructuren kan op twee manieren plaatsvinden: (1) migratie van organismen afkomstig van het omliggende substraat en (2) meevoeren van larven, sporen van algen, ... via zeewind. Naast de windsterkte, spelen tevens andere fysische factoren zoals afstand tot de kust, diepte en golfslag een rol (Vella *et al.*, 2001). Er kan aangenomen worden dat er de eerste maanden een snelle kolonisatie van de artificiële substraten zal optreden, die langzamerhand terug zal afnemen (Fabi et al., 2002; Bailey-Brock, 1989).

De species die als eerste de paalstructuren zullen koloniseren, zullen algen en invertebraten zijn. De kolonisatie zal in veel gevallen een karakteristieke successie kennen. Initieel zullen microscopische en filamentachtige algen zich vestigen, gevolgd door snel koloniserende soorten. De soortensamenstelling zal tevens afhankelijk zijn van de diepte. Intertidale soorten bijvoorbeeld tolereren een periode van uitdroging, andere soorten verdragen geen uitdroging.

Een praktijkonderzoek van het Horns Rev offshore windturbinepark heeft aangetoond dat er 5 maanden na constructie reeds een eerste kolonisatie door invertebraten gebeurd was. Volgende soorten (groepen) werden waargenomen: Bryozoa, verschillende soorten; zeeanemonen; echinodermata (zeesterren); polychaeta; en mossel (Vella *et al.*, 2001).

Aangezien die kunstmatige structuur en de eraan vastgehechte dieren en planten niet op natuurlijke wijze daar voorkomen in de zee, kan dat effect beoordeeld worden als licht negatief. In elk geval zal de globale structuur de biodiversiteit van het systeem verhogen. Of dat daadwerkelijk zal resulteren in een toename van de biomassa is op dit ogenblik niet bekend.

Omdat de funderingen van windturbines niet zo complex zijn als die van een boorplatform kunnen we veronderstellen dat er niet zulke grote aantallen kabeljauw rond de funderingen zullen zwemmen als

rond boorplatformen. De onderwaterstructuur van boorplatformen bestaat uit een open skeletstructuur die dus zorgt voor licht- en schaduweffecten onder water. Gezien het feit dat platvisachtigen eerder niet-complexe structuren verkiezen, kan er een toename van de platvispopulatie worden verwacht. De verwachte toename van de platvispopulatie kan enerzijds gebeuren ten gevolge van de aanwezigheid van de kunstmatige funderingen, maar kan anderzijds ook het gevolg zijn van het feit dat er in deze zone geen andere werkzaamheden of visvangst zullen gebeuren.

Hydrodynamica

Rond de mast en de fundering van de windturbine kunnen zich kleine wijzigingen voordoen in de waterstroming. Roofzuchtige been- en kraakbeenvissen zijn zeer gevoelig voor verstoringen van het hydrodynamische profiel en gebruiken de verstoring van de hydrodynamica om prooien op te sporen. Voorlopig is nog niet bekend in welke mate dit verschijnsel zal optreden rond de windturbines. Ten opzichte van benthos worden op gebied van hydrodynamica geen effecten verwacht.

Geluidsverstoring en trillingen

De emissie van geluid en trillingen in de mariene waterkolom kan een impact hebben op het gedrag van de vissen, wat tot stresstoestanden kan leiden. Deze emissies kunnen eveneens leiden tot een reductie van de habitatgrootte. Roofzuchtige beenvissen en kraakbeenvissen zijn zeer gevoelig voor verstoringen van het hydrodynamische profiel en gebruiken de verstoring van de hydrodynamica om prooien op te sporen. De mate waarin dat ook geldt voor geluid en trillingen die door windturbines worden veroorzaakt, is nog niet voldoende bekend om hieromtrent een besluit te formuleren.

Uit literatuuronderzoek (Velle *et al.*, 2001) kan wel gesteld worden dat de gevoeligheid van een bepaalde vissoort sterk afhangt van verschillende aspecten:

- soortgebonden grenswaarde voor geluid;
- aanwezigheid van een zwemblaas. Vissen met een zwemblaas zouden gemakkelijker verstoord raken dan vissen zonder zwemblaas;
- grootte van de zwemblaas. Grote vissen wiens zwemblaas bij een hogere frequentie resoneert, zullen gevoeliger zijn voor geluid afkomstig van het windturbinepark dan kleinere vissen wiens zwemblaas slechts een klein volume bezitten;
- mechanische koppeling tussen de zwemblaas en het oor;
- de resonantie frequentie van het otoliet systeem.

Bijgevolg is het moeilijk om per soort een gevoeligheid voor onderwatergeluid te voorspellen.

Er werden reeds twee experimenten (Westerberg, 1994) uitgevoerd ter hoogte van het Svante offshore windpark (zuidoost kust van Zweden), die piekgeluiden vertoont tussen 102 en 113 dB voor winden met een snelheid van 6 en 12 m/s op een afstand van 100 m van de turbine.

In het eerste onderzoek werd nagegaan wat het effect van het windpark was op migratie van aal. Het besluit van dit onderzoek was dat er geen verschil werd vastgesteld tussen de migratiesnelheid en migratieafstand ten opzichte van de windturbine. Er werden tevens geen wijzigingen in het gedrag van de soort vastgesteld. Dit onderzoek geeft natuurlijk enkel een indicatie voor die bepaalde soort. Aangezien de aal geen belangrijke soort vormt ter hoogte van de Thorntonbank kunnen er geen verdere conclusies getrokken worden uit dit experiment.

In het eerste onderzoek werd tevens de CPUE (catch-per-unit-effort) van aal vergeleken vijf jaar voor en na de constructie van het windpark. Bij een windsnelheid van 5 m/s (net onder de grenswaarde van de turbine bij operationele fase) werd geen significante reductie in de CPUE vastgesteld. Bij een windsnelheid van 10-15 m/s was de CPUE 5 jaar na de constructiefase 22% lager dan voor de

constructiefase. Hieruit kan afgeleid worden dat het windturbinepark een impact heeft op de aal migratie bij een windsnelheid van 10-15 m/s.

In het tweede onderzoek werd de CPUE (cath-per-unit-effort) van de gemiddelde visgemeenschap in twee zones (zone 1: 200 m van het park en zone 2: 200-800 m van het park) vergeleken vijf jaar voor en 5 jaar na de constructie van het windpark. Er werden hierbij drie soorten onderzocht: *Gadus morhua* (kabeljauw), *Rutilus rutilus* (Blankvoorn) en *Myoxocephalus scorpius* (Gewone zeedonderpad). Het resultaat van dit onderzoek kan als volgt samengevat worden:

- voor alle drie de soorten was het CPUE wanneer de windturbines niet actief waren groter in zone 1 (dicht bij de windturbines) dan in zone 2;
- als de windturbines werkzaam waren, daalde de CPUE in zone 1 t.o.v. de CPUE in zone 1 wanneer de windturbines niet actief waren, maar daarbij bleef het CPUE in zone 1 nog steeds hoger dan het CPUE in zone 2 (windpark niet werkzaam);
- wanneer de windturbines niet werkzaam waren, begeven de vissen zich dichterbij de windturbines;

Op basis van bovenstaande gegevens concludeerde Westerberg (1994) in de eerste plaats dat het windturbinepark attractief was voor vissen en ten tweede dat de geluidsproductie in zone 1 als gevolg van de windturbines niet van die aard was, dat de vissen zich verder van de windturbines gaan begeven.

Een onderzoek naar de vluchtreactie van de Grijze garnaal (*Crangon crangon*) bij vibratie van de grond als gevolg van vangmateriaal voor garnalen toonde aan dat deze vluchtreactie eerder het gevolg was van de verandering van de stroming dan van de vibratie van de grond (Vella et al., 2001).

Schaduweffecten

Of de roterende schaduw van de molenwieken een invloed zou hebben op het gedrag van de vissen is momenteel nog niet wetenschappelijk onderzocht.

ONTMANTELINGSFASE

De effecten tijdens de ontmantelingsfase zullen afhangen van de manier waarop het windturbinepark ontmanteld zal worden. C-Power opteert om de site in een oorspronkelijke staat te herstellen. Daarbij kan gekozen worden voor de volledige ontmanteling en verwijdering van de projectvoorzieningen (windturbines, funderingen, onderzeese kabels en aansluitingsvoorzieningen aan land) of voor een gedeeltelijke ontmanteling. Deze gedeeltelijke ontmanteling slaat op de verwijdering van de palen tot op een diepte van enkele meters onder de zeebodem.

Algemeen mag worden gesteld dat de effecten van de ontmantelingsfase min of meer identiek zullen zijn aan die van de bouwfase. Dezelfde materialen en technieken zullen trouwens gebruikt worden. De impact kan als volgt gedefinieerd worden:

- verlies van organismen door het verwijderen van de paalfunderingen; er mag aangenomen worden dat de impact van de mortaliteit geen grote negatieve invloed zal hebben op de biomassa of op het functioneren van het lokale ecosysteem
- weghalen van de kunstmatige constructies en hun fauna en flora; dit kan als een positief effect worden beoordeeld omdat daardoor de referentiesituatie van vóór de start van het project wordt hersteld.
- optreden van een algemene verstoring in het gehele concessiegebied; deze verstoring zal voornamelijk bestaan uit geluid en trillingen, het opwoelen van de zeebodem en het sediment, en de wijziging van de turbiditeit

- bedekking van de relatief onbeweeglijke benthische fauna en flora door zand en andere deeltjes van de zeebodem. Daardoor kunnen de filterorganen van benthische organismen en vissen verstopten, wat fataal kan zijn voor die organismen. Het betreft een onrechtstreeks, tijdelijk en onomkeerbaar effect. De mate waarin die invloed zich voordoet is onbekend, maar omdat de verwachte turbiditeit ten gevolge van de werken niet significant stijgt, zal dat naar verwachting geen grote negatieve invloed hebben, ook niet bij werkzaamheden over een lange periode.
- met betrekking tot het effect van trillingen en geluid op vissen zijn er weinig of geen onderzoeksgegevens beschikbaar; bijgevolg wordt dit beschouwd als een leemte in de kennis en is bijkomend onderzoek terzake noodzakelijk

KABELS

De 33 kV kabels in het park, tussen de verschillende windturbines, zullen door jetting op een diepte van 1 m onder de zeebodem worden gebracht en op een diepte van 2 m voor de hoofdkabel van het transformatorplatform naar land toe. Ter hoogte van de vaargeul 1 zal de kabel op een diepte van 4 m worden geplaatst. Voor de kruising wordt geopteerd voor overkruising met een beperkte steenbestorting van 10 op 50 meter per kruising of ongeveer 7 000 m² voor alle kruisingen samen.

We mogen ervan uitgaan dat tijdens het trekken van de kabels een gedeelte van het biotoop tijdelijk zal worden beschadigd. Verwacht wordt dat een gebied van maximaal 2 m aan weerskanten van de kabel mogelijk beïnvloed zal worden door de directe verwijdering van de zeebodem, met biotoopverlies als gevolg. Ook de stroomafwaartse zone kan aangetast worden door sediment dat zich neerzet en er kan zich een laag van een zekere dikte van [gruis/zand/leem of klei] vormen op de huidige zeebodem.

Door het leggen van de bekabeling van het park naar de kust zal er ook een algemene verstoring ontstaan langsheen het volledige kabeltracé. Die verstoring zal voor het fysische milieu voornamelijk bestaan uit het omwoelen van de zeebodem en het sediment, en de wijziging van de turbiditeit. Als gevolg daarvan zullen de relatief onbeweeglijke benthische fauna en flora, de verschillende levensstadia van vissen (eieren, larven en juvenielen) en de volwassen vissen bedekt worden door zand en andere bodempartikels. Daardoor kunnen de filtermechanismen van de organismen verstopten, met mogelijk fatale gevolgen. Het betreft een onrechtstreeks, tijdelijk en (potentieel) onomkeerbaar effect. De mate van impact is niet gekend. De invloed van de verstoring op de voortplanting of het voortplantingssucces is eveneens niet bekend. Aangezien de turbiditeit die ten gevolge van het leggen van de kabel wordt verwacht uitsluitend in een beperkte zone en gedurende een korte periode zal stijgen, wordt daarvan geen blijvende negatieve invloed verwacht.

De plaatsen waar bij het kruisen van ander leidingen en/of kabels geopteerd wordt voor overkruising met steenbestorting zal dit resulteren in effecten zoals beschreven voor de steenbestorting in het onderdeel inrichtingsfase; met name: habitatverlies, verlies aan organismen en kolonisatie door andere organismen. Dit effect is enkel lokaal.

De kabels zullen een elektrisch en magnetisch veld opwekken. In eerste instantie dient vermeld te worden dat er weinig wetenschappelijke informatie voorhanden is met betrekking tot het effect van elektrische en magnetische velden op aquatische organismen. Bijgevolg is het m.b.t. dit aspect in de huidige situatie niet mogelijk een wetenschappelijk onderbouwde effectbespreking en –beoordeling uit te voeren. Hierna wordt op basis van een eerste studie t.h.v. het Horns Rev windturbinepark, een inschatting gemaakt van de mogelijke effecten van elektrische velden op vissen. Het effect van het magnetische restveld wordt algemeen besproken. Hiervoor werd geen specifieke wetenschappelijke lectuur gevonden.

Rond de kabels zal er zich een magnetisch restveld vormen. De sterkte hiervan hangt af van de stroomsterkte in de kabel en neemt kwadratisch af met de afstand tot de kabel. De opgewekte magnetische velden kunnen interfereren met de oriëntatiemechanismen van bepaalde vissen. De

verstoring hangt af van het soort oriëntatiemechanisme. Het zijn vooral kraakbeenachtige vissen, zoals haaien en roggen, die elektroreceptoren bezitten die hierdoor kunnen worden beïnvloed. Beenvissen, zoals kabeljauw, beschikken over een minder gesofisticeerd detectiesysteem voor magneetvelden, dat gebaseerd is op de aanwezigheid van magnetietpartikels. Over de werking van dat orgaan is nog maar weinig onderzoek uitgevoerd. Bijgevolg kunnen we geen uitspraak doen over het effect van het elektrische en magnetische veld op beenvissen. Door het VITO (2001) werd, in opdracht van C-Power, een evaluatie uitgevoerd van het 50 Hz magnetisch veld van een ondergrondse 150 kV-verbinding met een 100 MW offshore windenergiepark. Aangezien bij deze evaluatie het effect op de mens bepaald wordt en niet op aquatische organismen en aangezien deze evaluatie uitgevoerd werd voor de kabel op land, kunnen deze resultaten niet toegepast worden in het kader van de effectbeoordeling op vissen en invertebraten. Verder onderzoek m.b.t. dit aspect is noodzakelijk.

In het project van C-Power zullen de kabels tussen de verschillende windturbines een werkelijke spanning van 33 kV bezitten. Studies in associatie met het Horns Rev windturbinepark tonen aan dat de kabels van 33 kV een elektrisch veld produceren met een intensiteit van $1000 \mu\text{V m}^{-1}$ op minder dan 1 m van de kabel. Op een afstand van ongeveer 12 m valt het elektrisch veld tot onder de $100 \mu\text{V m}^{-1}$. In de studie wordt gesteld dat het effect op een afstand van 100 m het effect verwaarloosbaar is.

Voor het energietransport vanaf het windturbinepark van C-Power naar het openbare 150 kV net aan land, wordt een ondergrondse verbinding aangelegd. In het Horns Rev windturbinepark is eveneens een kabel van 150 kV gehanteerd. Bij Horns Rev werd, in de onmiddellijke nabijheid van de kabel van 150 kV, een elektrisch veld gemeten met een intensiteit van $1000 \mu\text{V cm}^{-1}$. Deze intensiteit van $1000 \mu\text{V m}^{-1}$ werd vastgesteld tot op ongeveer 4 m afstand van de kabel. Ook hier stelt men vast dat op een afstand van 100 m het effect verwaarloosbaar is.

Het onderzoek naar het effect van elektrische velden op vissen is zoals eerder aangehaald gering. Een recente studie heeft aangetoond dat Hondshaai (*Scyliorhinus canicula*) elektrische velden van $1000 \mu\text{V m}^{-1}$ vermijdt. Er werd wel een grote variatie gevonden tussen verschillende individuen van Hondshaai. Dezelfde soort voelt zich wel aangetrokken tot $8 \mu\text{A}$ die een elektrisch veld van $0,1 \mu\text{V cm}^{-1}$ bezit, wat overeen komt met het voorspelde bio-elektrisch veld van prooi-soorten.

Hondshaai is een soort die vrij algemeen voorkomt in de Noordzee. Deze soort komt vooral vlak boven de zanderige en modderige bodem voor en is bijgevolg gevoelig voor bodemvisserij (boomkorvisserij, platvis visserij) (www.waddenzee.nl). Aangezien de spanning van de kabels in het project van C-Power weinig verschilt van deze in het Horns Rev windturbinepark, kan er aangenomen worden dat er zich t.o.v. de Hondshaai een zelfde effect zal voordoen.

Op basis van voormelde studie kan gesteld worden dat vissen en dan in het bijzonder haaien en roggen, een omzeilingsgedrag zullen vertonen in de onmiddellijke nabijheid van een sterk elektrisch veld. Aangezien er slechts een referentie gevonden werd, met betrekking tot dit aspect, kan er geen wetenschappelijk onderbouwd besluit gegeven worden. Dit wordt als een leemte in de kennis gezien.

De kabels die ingegraven worden zullen een zekere warmte afgifte bezitten. Er werd geen literatuur teruggevonden over het effect van warmteafgifte door elektriciteitskabels op mariene organismen. Verder onderzoek is noodzakelijk.

LEEMTEN IN DE KENNIS

Tijdens de beschrijving van de referentiesituatie en de bespreking van de effecten werden een aantal leemten in de kennis vastgesteld.

- bepaalde dier- en plantengroepen in het projectgebied werden nog niet grondig geïnventariseerd, zoals het meiobenthos, het fytoplankton, enz.

- er werden nog geen studies gedaan naar het effect van ankeren op het ecosysteem van de Noordzee.
- er werden nog geen studies gedaan naar het effect van warmte ontwikkeling door kabels op het ecosysteem van de Noordzee.
- er werden weinig literatuurgegevens gevonden m.b.t. het effect van elektrische en magnetische straling, afkomstig van kabels.
- voor windturbines van 3,6 MW zijn er geen gegevens beschikbaar over het onderwatergeluid en de trillingen die zij veroorzaken. Daarom is het moeilijk om het uiteindelijke effect op het mariene milieu te beoordelen en is monitoring van het onderwatergeluid tijdens de exploitatiefase een vereiste.

MITIGERENDE MAATREGELEN EN COMPENSATIES

Gezien de grote leemten in de kennis is het moeilijk om in detail milderende maatregelen uit te werken. De klemtoon dient te worden gelegd op degelijke monitoringstrategieën en bijkomend wetenschappelijk onderzoek.

Benthos

Voor de plaatsing van de funderingen en de aanleg van de kabels dient de best beschikbare technologie te worden gebruikt zodat de zeebodem zo minimaal mogelijk wordt verstoord. Er dient over gewaakt te worden dat de oppervlakte van de erosiebescherming niet groter is dan nodig.

Vanuit natuuroogpunt wordt voor het kruisen van pijpleidingen en kabels onderboring geprefereerd over overkruising met steenbestorting, omdat dit minder milieubelastend is.

Bij het uitbaggeren van de sleuf voor de kabels ter hoogte van de vaargeul dient geopteerd te worden voor het maximaal terugstorten van het oorspronkelijke materiaal.

Vissen

Voor de plaatsing van de funderingen en de aanleg van de kabels dient de best beschikbare technologie te worden gebruikt zodat de zeebodem zo minimaal mogelijk wordt verstoord. Er dient over gewaakt te worden dat de oppervlakte van de erosiebescherming niet groter is dan nodig.

De bouw van het windturbinepark is gepland voor de periode april- september. De verstoring van de paaiperiode dient zo beperkt mogelijk te worden gehouden. Het gebied van de Thorntonbank kan niet als een belangrijk paaigebied worden beschouwd –met uitzondering van sprot, *Sprattus sprattus* (L). Het paaïen van *Sprattus sprattus* (L.) geschiedt in het eerste halfjaar met een duidelijke piek in de maanden april-mei. Om verstoring van sprot zo beperkt mogelijk te houden, wordt aangeraden om de meest verstorende bouwwerken zoveel mogelijk buiten deze paaiperiode te laten gebeuren.

In de deelstudie van het CLO-DVZ worden verschillende mogelijkheden tot een complementair gebruik van windturbineparken voor maricultuur uitgebreid besproken:

- schelpencultuur (hangmosselcultuur, roommosselcultuur);
- restocking in combinatie met een artificieel rif;
- open visserijboerderijen.

Momenteel bestaat er echter nog geen duidelijkheid of deze mogelijkheid tot aquacultuur complementair met de aanwezigheid van het windturbinepark een optie is.

MONITORING

Benthos

Omdat de referentiesituatie momenteel niet voldoende gekend is, wordt het noodzakelijk geacht om vanaf de aanvang van het project uitgebreid benthosstalen te nemen in het projectgebied. Deze staalname kan van start gaan bij de goedkeuring van de vergunning voor de bouw van het windturbinepark.

Er dient wetenschappelijk onderzoek verricht te worden naar:

- bepaling van welke soorten op de site aanwezig zijn gedurende welke perioden van het jaar;
- seizoenswaarnemingen van de biodiversiteit binnen het projectgebied;
- distributiepatronen per soort en per cohorte.

Speciale aandacht kan daarbij gaan naar 'biodiversity hot spots', zoals *Laniche conchilega*. Voor dit doelgericht onderzoek kan eventueel een sidescan-sonar gebruikt worden.

De monitoring moet zeker tijdens de verschillende perioden van het jaar plaatsvinden zodat een jaarlijks verloop kan worden bestudeerd.

Tijdens de bouwfase dient er intensieve (maandelijkse, per seizoen) monitoring te gebeuren van de benthosgemeenschap (vb. via Van Veen-grijpers, en via andere staalnametechnieken voor diepere benthische soorten). Tijdens de eerste twee jaar van de exploitatiefase kan er een seizoensgebonden monitoring plaatsvinden.

De monitoring moet zo getimed worden dat er tendensen kunnen worden opgespoord. Na analyse van deze eerste gegevens kan een monitoringprogramma voor de lange termijn worden opgesteld, waarbij mogelijk wordt overgeschakeld naar minder intensieve monitoring. De monitoringmethode moet echter steeds dezelfde blijven om achteraf vergelijking van de gegevens mogelijk te maken. De monitoring van dit project kan gebeuren in combinatie met de monitoring van het benthos in andere offshore windturbineprojecten. Het valt ook aan te bevelen om voor de verschillende offshore projecten dezelfde monitoringmethodes te gebruiken.

Een passieve monitoringmethode met behulp van onderwatercamera's kan een optie zijn voor de inventarisatie van epibenthische en pelagische organismen. Deze methode is echter zeer duur en kan op deze plaats als gevolg van de hoge turbiditeit een probleem vormen. De methode biedt anderzijds wel het voordeel dat de dieren niet gevangen hoeven te worden, wat doorgaans een grote mortaliteit tot gevolg heeft.

Door de aanwezigheid van artificiële objecten (fundering, mast) zullen vooral soorten met een voorkeur voor harde substraten zich vestigen. Deze evolutie moet worden gevolgd via een specifiek monitoringprogramma. Tijdens dit monitoringprogramma moeten in functie van de tijd de soorten onderzocht worden die door deze kunstmatige structuren worden aangetrokken. De impact van deze soorten op het bestaande mariene ecosysteem moet worden beoordeeld.

Het monitoringprogramma moet na de ontmantelingsfase voortgezet worden, zodat veranderingen in de benthosgemeenschap kunnen worden beoordeeld. Bovendien kunnen er pas uitspraken worden gedaan over het effect van het windturbinepark op het mariene ecosysteem als de monitoring op eenvormige wijze en gedurende een voldoende lange periode heeft plaatsgevonden.

De temperatuurgradiënt rond de ingegraven kabel dient bepaald te worden, evenals de elektromagnetische velden. De evolutie van de benthosgemeenschap rond de kabel, in functie van de gradiënten dient onderzocht en opgevolgd te worden op verschillende locaties langsheen de gradiënt. Dit

wordt best over een periode van 5 à 10 jaar gevolgd, met relatief intensieve bemonstering bij de aanvang en steeds grotere intervallen met het verlopen van de tijd.

Vissen

Het monitoringprogramma voor vissen kan op vrijwel dezelfde manier verlopen als dat voor het benthos, met intensieve monitoring vóór en tijdens de bouwphase, en in de eerste twee jaar van de exploitatiefase. Bij de monitoring dient ook rekening gehouden te worden met een correcte bepaling van de mogelijk verstorende effecten zoals: steenbestorting, bouwactiviteiten, schaduw, geluid en trillingen, gradiënten van elektromagnetische velden en temperatuur rond de kabel.

Bij de monitoring van visfauna moet er voldoende aandacht worden besteed aan de verschillende levensstadia van vissen en aan hun paaiperiodes. Het opvolgen van juveniele vissen in het projectgebied is zeer belangrijk om de invloed van het windturbinepark en mogelijke positieve effecten op de vispopulaties in te schatten. Deze positieve effecten kunnen voortvloeien uit het feit dat de site niet langer toegankelijk is voor vissersboten, zodat overbevissing van juveniele vissen en vernieling van de onderwaterbodem door gebruik van boomkorren niet langer mogelijk zijn.

Voordat hierover een uitspraak kan worden gedaan is monitoring noodzakelijk. Evenzo kunnen er maar uitspraken worden gedaan over het effect van het windturbinepark op de vispopulaties als de monitoring op eenvormige wijze en gedurende een voldoende lange periode is gebeurd.

4.6.2 Vogels

4.6.2.1 Methodologie

De teksten in dit hoofdstuk zijn voornamelijk citaten uit de deelstudie avifauna en zeezoogdieren van de Thorntonbank (Auteurs: E.W.M. Stienen, J. Van Waeyenberge en E. Kuijken, Instituut voor Natuurbehoud).

DOELGEBIED EN REFERENTIEKADER

Vanwege de hoge mobiliteit van zeevogels is het niet toereikend om slechts het gebied waar het windpark is gepland te beschouwen. Bovendien kan door het beperkte aantal tellingen op de windparksite een verkeerd beeld ontstaan van het gebruik van het gebied door zeevogels. In het onderhavige rapport wordt daarom een bepaalde bufferzone in acht genomen waarbinnen de aanwezigheid van zeevogels nauwkeurig wordt bekeken. De bufferzone omvat het deel van de Thorntonbank en de onmiddellijke omgeving daarvan, voorzover dat zich in Belgische mariene wateren bevindt (Figuur 4.6.2). In het hiernavolgende deel zal dit buffergebied worden aangeduid met de term *doelgebied*. Er is gekozen voor de afbakening van de gehele Thorntonbank omdat verwacht mag worden dat fysische en biologische omstandigheden min of meer vergelijkbaar zijn met die van de windparksite. Voorts is precieze begrenzing van het doelgebied geheel arbitrair gebeurd (maar zie ook paragraaf 2.2). Het valt echter niet te verwachten dat kleine veranderingen in de grootte of de vorm van het doelgebied de hier gepresenteerde resultaten sterk zullen beïnvloeden.

Om het ornithologische belang van het doelgebied te wegen, wordt per vogelsoort de dichtheid in het doelgebied afgewogen ten opzichte van het gehele Belgisch Continentaal Plat (BCP). Per beschouwde soort wordt het internationale belang en de kwetsbaarheid geëvalueerd. Als toetsingskader voor de beschermingsstatus is opgenomen in de belangrijkste lijsten van de Vogelrichtlijn, de Conventie van Bonn of Bern (zie paragraaf 5.5. en 5.6. bij hoofdstuk 5). Voor zover mogelijk en indien relevant wordt

tevens het belang van het doelgebied als migratiecorridor voor zeevogels geëvalueerd. Voor de afweging van het belang van het doelgebied voor zeezoogdieren wordt gekeken of er verschillen in verspreiding zichtbaar zijn tussen het doelgebied en andere delen van het BCP.

Figuur 4.6.2: Situering van het windpark (bekomen concessie: roze gestippelde polygoon, alternatieve inplanting: rode polygoon;) en de afbakening van het doelgebied (rood gestippelde polygoon) en het BCP (rode lijnen).

TELMETHODE EN DATAVERWERKING

Om het belang van de site voor de mariene avifauna af te wegen, is gebruik gemaakt van een uitgebreid databestand met betrekking tot de verspreiding van zeevogels op het Belgisch Continentaal Plat en de directe omgeving daarvan. De gegevensset bestaat uit gestandaardiseerde tellingen vanaf schepen die in de periode januari 1992 tot oktober 2002 zijn uitgevoerd door het Instituut voor Natuurbehoud.

In de deelstudie in bijlage wordt een uitgebreide beschrijving gegeven van de zogenaamde transectmethode waarmee de zeevogels tijdens scheepstellingen geïnventariseerd werden.

Figuur 4.6.3: Posities op het BCP en de directe omgeving daarvan (rode punten) waar tellingen van zeevogels zijn uitgevoerd.

De scheepstellingen geven een vrijwel complete dekking van het Belgisch Continentaal Plat (Figuur 4.6.3). Alleen in de diepwaterzone, langs de Belgisch-Engelse grens en het grensgebied met het Nederlands Continentaal Plat zijn de tellingen minder intensief gebeurd. Ook de Thorntonbank en omgeving, alsook de windparksite zelf, zijn minder frequent bezocht dan veel andere gebieden. Om toch een betrouwbaar beeld te krijgen van de avifauna op de windparksite en omgeving is daarom gekozen om een redelijk groot min of meer homogeen gebied af te bakenen als doelgebied (Figuur 4.6.2).

Voor iedere vogelsoort (of in voorkomende gevallen soortsgroep) is voor de periode 1992-2002 de gemiddelde dichtheid (aantal vogels per km²) per minuuthok berekend. Aangezien het voorkomen van veel zeevogels sterk varieert met het jaargetijde is hierbij tevens een onderverdeling gemaakt per seizoen (waarbij herfst = september – november, winter = december – februari, lente = maart – mei, zomer = juni – augustus). Vervolgens zijn de waarden van alle minuuthokken die geheel of gedeeltelijk op het BCP dan wel in het doelgebied vallen gemiddeld om zo te komen tot een betrouwbaar getal voor de dichtheid per vogelsoort per seizoen (zie Tabel 2 in de deelstudie). Door in feite twee maal te middelen (de eerste keer per minuuthok en vervolgens per gebied) worden eventuele uitschieters in de gegevens (bijvoorbeeld extreem hoge dichtheden van vogels achter vissersschepen) minder zwaar meegewogen dan wanneer alleen per gebied zou zijn gemiddeld.

De bovenstaande analyse is vooral bedoeld om de mogelijke probleemsoorten eruit te lichten. De gemiddelde dichtheden per seizoen doen echter niet altijd recht aan het werkelijke beeld. Veel soorten zijn slechts tijdelijke gasten, waarvan de aantallen kortstondige pieken vertonen in bepaalde maanden. Door met seizoensgemiddelden te werken kunnen de aantallen dus een onderschatting zijn van de werkelijke piekwaarden.

4.6.2.2 Referentiesituatie

(Auteurs: E.W.M. Stienen, J. Van Waeyenberge en E. Kuijken, Instituut voor Natuurbehoud).

SEIZOENSFLUCTUATIES

Op het BCP worden de hoogste dichtheden aan zeevogels bereikt in de winter (gemiddelde dichtheid 11,2 vogels/km², Figuur 4.6.4). In de lente en herfst is de gemiddelde dichtheid iets lager, maar ook dan

worden nog steeds dichtheden van meer dan 8 vogels/km² vastgesteld. Tijdens de zomer worden relatief weinig vogels gezien op het BCP (gemiddelde dichtheid 3,1 vogels/km²). Let wel dat het hier gaat om gemiddelden van de gemiddelde waarde per minuut. Maximale dichtheden kunnen veel groter zijn en oplopen tot meer dan 700 vogels/km². Dergelijk hoge dichtheden van meer dan 100 vogels per km² zijn echter meestal het gevolg van de aantrekkende werking van vissersschepen, waar soms grote concentraties vogels achter worden waargenomen.

In het doelgebied rond de Thorntonbank, daarentegen, zijn er minder sterke fluctuaties door het jaar heen en varieert de dichtheid tussen 5,9 en 8,2 vogels/km². Tijdens de winter, lente en herfst zijn de dichtheden aan zeevogels er lager dan op het BCP. Opvallend is verder dat in tegenstelling tot het BCP de hoogste dichtheden worden bereikt tijdens de zomer.

Figuur 4.6.4: De gemiddelde dichtheid aan zeevogels in het doelgebied en op het BCP tijdens de verschillende jaargetijden

SOORTENSPECTRUM

Het soortenspectrum op en in het doelgebied rond de Thorntonbank verschilt op enkele vlakken sterk van dat van de rest van het BCP (Figuur 4.6.5). Verhoudingsgewijs worden kustgebonden soorten zoals duikers, Fuut, zee-eenden, Kokmeeuw en Zilvermeeuw minder frequent aangetroffen in het doelgebied. Daarentegen maken soorten met een meer uitgesproken offshore karakter zoals Zeekoet/Alk, Drieteenmeeuw en ook Kleine Mantelmeeuw een belangrijk deel uit van het soortenspectrum in het doelgebied. In de winter wordt het doelgebied sterk gedomineerd door de aanwezigheid van Zeekoet/Alk (59 % van alle soorten) en Drieteenmeeuw (21 %). In de lente neemt het belang van deze soorten wat af, hoewel ze nog steeds 35 % van het soortenspectrum uitmaken. De meerderheid van de vogels bestaat dan echter uit grote meeuwen; vooral Kleine Mantelmeeuw (38 %), maar ook Zilvermeeuw (13 %) en Stormmeeuw (7 %). In de zomer is de Zeekoet/Alk geheel uit het doelgebied verdwenen, terwijl Noordse Stormvogel (5%), Jan van Gent (11 %), jagers (6 %) en sterns (8 %) dan een niet onbelangrijk deel van het soortenspectrum uitmaken. De dominante positie van de Kleine Mantelmeeuw (47 %) en Drieteenmeeuw (21 %) blijft ook in de lente bestaan. In de herfst tenslotte wordt het soortenspectrum in het doelgebied gedomineerd door Zeekoet/Alk (26 %) en Kleine Mantelmeeuw (38 %). Andere belangrijke soorten zijn dan Jan van Gent (13 %), Noordse Stormvogel (8 %), Drieteenmeeuw (7 %) en Grote Mantelmeeuw (4 %).

POTENTIËLE PROBLEEMSOORTEN

Het hierboven gepresenteerde soortenspectrum (Figuur 4.6.5) in combinatie met de dichtheden aan zeevogels (Figuur 4.6.4) geeft een goed beeld van de dominantie van bepaalde soorten op en rond de Thorntonbank. Het geeft tevens een eerste indicatie van de mogelijke impact van een windpark aldaar. Onderzoek in terrestrische situaties heeft immers uitgewezen dat het aantal slachtoffers van windturbines is gerelateerd aan het aantal aanwezige vogels op de site (o.a. Musterts *et al.* 1991, Everaert *et al.* 2002). Echter door de nadruk te leggen op meest dominante soorten wordt geen recht gedaan aan zeldzame soorten, die evenwel vanuit beschermingsoogpunt zeer belangrijk kunnen zijn. Ook geeft het geen inzicht in het relatieve belang van de Thorntonbank voor een bepaalde soort. Een bepaalde vogelsoort kan weliswaar zeer hoge dichtheden bereiken op de Thorntonbank, maar indien de soort wijd verspreid voorkomt over het hele BCP kan de mogelijke impact van een windpark nog steeds relatief klein zijn. Anderzijds komen sommige soorten in een bepaalde seizoen sterk geclusterd voor in één gebied of in slechts enkele gebieden (bijvoorbeeld Zwarte Zee-eend). In zo'n geval dient dus extra voorzichtigheid in acht te worden genomen wanneer het gaat om ingrijpende maatregelen zoals windparken in deze concentratiegebieden.

Figuur 4.6.5: Het relatieve belang van de verschillende zeevogels in het doelgebied vergeleken met dat op het BCP.

Om voor elke soort een goed beeld te krijgen van het relatieve belang van de Thorntonbank dienen daarom de gemiddelde dichtheden aldaar te worden vergeleken met die op het hele BCP. De resultaten van deze analyse staan in Tabel 4.6.1. Aan de hand van deze gegevens kunnen vervolgens potentiële probleemsoorten worden onderkend. In deze studie worden potentiële probleemsoorten als volgt gedefinieerd:

- soorten waarvan de dichtheid in het doelgebied in een bepaalde jaargetijde hoger is dan op het BCP (rode tekstvakken in Tabel 4.6.1),
- soorten die in een bepaald jaargetijde algemeen of zeer algemeen zijn in het doelgebied (uitroeptekens in Tabel 4.6.1) en
- soorten die tijdens de piekperiode(s) van hun voorkomen op het BCP eveneens relatief hoge dichtheden bereiken in het doelgebied (onderstreept in Tabel 4.6.1).

Tabel 4.6.1: De gemiddelde dichtheid aan zeevogels (aantal vogels/km²) en het aantal minuuthokken waarop het gemiddelde is gebaseerd in het doelgebied rond de windparksite en op het gehele Belgisch Continentaal Plat (BCP) in de winter, lente, zomer en herfst op basis van scheepstellingen in de periode 1992-2002.

Wanneer in een bepaald jaargetijde de dichtheid van een soort in het doelgebied groter is dan die op het BCP is het tekstvak in rood weergegeven. Wanneer een soort in een bepaald jaargetijde algemeen (0,5 vogels/km² ≤ dichtheid < 1,0 vogels/km²) of zeer algemeen (≥ 1,0 vogels/km²) voorkomt in het doelgebied is de waarde enkel dan wel dubbel onderstreept. Een uitroepteken geeft aan dat de soort tijdens de piekperiode(s) van haar voorkomen op het BCP eveneens relatief hoge dichtheden (≥ 0,5 * de waarde op het BCP) bereikt in het doelgebied.

	Winter		Lente		Zomer		Herfst	
	Doel- gebied	BCP	Doel- gebied	BCP	Doel- gebied	BCP	Doel- gebied	BCP
Duiker spp. <i>Gavia stellata/arctica</i>	0,08	0,25	0,07	0,12	0,00	0,00	0,03	0,02
Fuut <i>Podiceps cristatus</i>	0,00	0,44	0,02	0,09	0,00	0,00	0,00	0,09
Noordse Stormvogel <i>Fulmarus glacialis</i>	0,05	0,14	0,13!	0,15	0,37!	0,10	0,47!	0,12
Jan van Gent <i>Sula bassana</i>	0,10	0,19	0,05	0,20	0,89	0,10	0,80!	0,54
Zwarte/Grote Zee-eend <i>Melanitta nigra</i>	0,00	0,95	0,00	1,50	0,00	0,03	0,00	0,34
Jager spp. <i>Stercorarius spp.</i>	0,02	0,01	0,01	0,00	0,52!	0,04	0,02!	0,04
Dwergmeeuw <i>Larus minutus</i>	0,24	0,18	0,15	0,45	0,00	0,05	0,11	0,38
Kokmeeuw <i>Larus ridibundus</i>	0,00	0,18	0,00	0,22	0,00	0,12	0,00	0,26
Stormmeeuw <i>Larus canus</i>	0,30	1,67	0,54!	0,89	0,00	0,01	0,00	0,49
Kleine Mantelmeeuw <i>Larus fuscus</i>	0,03	0,21	2,80!	1,68	3,86!	1,29	2,27!	3,45
Zilvermeeuw <i>Larus argentatus</i>	0,16	1,43	0,94!	1,35	0,04	0,62	0,05	0,68
Grote Mantelmeeuw <i>Larus marinus</i>	0,32!	0,55	0,11	0,47	0,10	0,08	0,26	0,67
Drieteenmeeuw <i>Rissa tridactyla</i>	1,42!	1,19	0,78!	0,49	1,73	0,10	0,42	1,00

	Winter		Lente		Zomer		Herfst	
	Doel- gebied	BCP	Doel- gebied	BCP	Doel- gebied	BCP	Doel- gebied	BCP
Grote Stern <i>Sterna sandvicensis</i>	0,00	0,00	0,03!	0,06	0,31!	0,08	0,00	0,01
Visdief/Noordse Stern <i>Sterna hirundo/paradisaea</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,33!	0,41	0,00	0,09
Zeekoet/Alk <i>Uria aalge/Alca torda</i>	<u>3,97!</u>	4,04	<u>1,83!</u>	1,33	0,00	0,01	<u>1,52</u>	0,47
Totaal vogels	6,69	11,43	7,46	9,21	8,15	3,05	5,95	8,65
Aantal minuuthokken	79	1074	53	892	29	713	56	926

In de deelstudie van het IN wordt per potentiële probleemsoort het belang van het doelgebied afgewogen op basis van de huidige kennis over haar ruimtelijk en temporeel verspreidingspatroon op het BCP. In voorkomende gevallen wordt een gedetailleerde verspreidingskaart getoond, die de gemiddelde dichtheid van de desbetreffende soort weergeeft per minuuthok.

BELANG VAN HET BCP VOOR TREKVOGELS

In het rapport van het Instituut voor Natuurbehoud wordt het belang van het BCP voor trekvogels besproken. Hierbij wordt dieper ingegaan op de functie van het BCP als trekcorridor voor zeevogels, het belang van de kustzone en het belang van offshore gebieden voor trekvogels.

Naast het belang van het BCP voor trekvogels, werd tevens een inschatting gemaakt van het belang van de Thorntonbank voor zeevogels. Bij deze afweging werden een aantal belangrijke factoren afgewogen, zoals het al dan niet opgenomen zijn Annex I van de EG-Vogelrichtlijn, de status van de vogelsoort binnen Europa of binnen België, het belang van de mariene wateren als trekcorridor voor een bepaalde soort, ... De resultaten van de afweging staan weergegeven in Tabel 4.6.2.

Tabel 4.6.2: Schematische voorstelling van de status van de relevante soorten.

- *Belangrijkste Europese beschermingslijsten (VR = de soort is opgenomen in Bijlage I van de Vogelrichtlijn, BE = de soort is opgenomen in Bijlage I of II van de Conventie van Bern, BO = de soort is opgenomen in Bijlage I of II van de Conventies van Bonn);*
- *Internationale status (volgens Heath et al. 2000, lokale broedvogel = populatie is groter dan 10.000 broedvogels, waarvan 90% in minder dan 10 kolonies broedt);*
- *de status in Vlaanderen (afkomstig van de Rode Lijst van de Broedvogels in Vlaanderen, Kuijken 1999);*
- *Belang van het BCP als trekcorridor (- = weinig belangrijk, + = van enig belang, ++ = belangrijk, +++ = van groot belang);*
- *Het percentage van de totale biogeografische populatie dat maximaal op het BCP aanwezig is (volgens Seys 2001, weergegeven in rood wanneer meer dan 1% van de populatie aanwezig is);*

- Het specifieke belang van het doelgebied voor de desbetreffende soort (- = onbelangrijk, + = van gering belang, ++ = belangrijk, +++ = zeer belangrijk);
- De belangrijkste functies van het doelgebied aangeduid (F = foerageergebied, R = rustgebied en M = migratie).

Soort	Beschermings-status	Status in Europa	Status in Vlaanderen	Functie BCP als migratie corridor	Maximum % op het BCP	Belang van het doelgebied	Functie van het doelgebied
Roodkeelduiker	VR, BE, BO	kwetsbaar	niet broedend	++	2,5%	+	FMR
Fuut		niet bedreigd	niet bedreigd	++	* 3,2%	-	-
Noordse Stormvogel		niet bedreigd	niet bedreigd	-	0,0%	+	F
Jan van Gent		lokale broedvogel	niet broedend	+	0,4%	+	FMR
Zwarte Zee-eend	BE	niet bedreigd	niet broedend	+	1,0%	-	-
Grote Jager		niet bedreigd	niet broedend	+++	1,6%	+	FMR
Dwergmeeuw		afnemend	niet broedend	+++	4,9%	+	FMR
Kokmeeuw		niet bedreigd	niet bedreigd	+	0,1%	-	-
Stormmeeuw		afnemend	zeldzaam	+	0,4%	+	FR
Kleine Mantelmeeuw		niet bedreigd	kwetsbaar	++	3,5%	+	FMR
Zilvermeeuw		niet bedreigd	kwetsbaar	+	1,4%	+	FR
Grote Mantelmeeuw		niet bedreigd	niet broedend	+	1,2%	+	FR
Drieteenmeeuw		niet bedreigd	niet broedend	-	0,1%	+	F
Grote Stern		afnemend	met uitsterven bedreigd	+++	2,2%	+	FM
Visdief	VR, BE, BO	niet bedreigd	bedreigd	+++	* 2,7%	+	M
Dwergstern	VR, BE, BO	afnemend	met uitsterven bedreigd	++	2,5%	-	-
Zeekoet		niet bedreigd	niet broedend	-	0,7%	+	FR
Alk		niet bedreigd	niet broedend	-	0,8%	+	FR

*= aangepaste waarden van Seys 2001 volgens nieuwe gegevens van het IN

De belangrijkste conclusies die uit Tabel 2 en de soortbeschrijvingen kunnen worden getrokken, zijn:

- - Voor alle soorten die internationaal gezien een hoge beschermingsstatus genieten of waarvan de populaties kwetsbaar, lokaal of afnemende zijn (Roodkeelduiker, Jan van Gent, Zwarte Zee-eend, Dwergmeeuw, Grote Stern, Visdief, Dwergstern), heeft het doelgebied geen specifieke betekenis. Enkele van deze soorten bereiken weliswaar relatief hoge dichtheden in het

doelgebied, maar deze komen ofwel wijd verspreid voor over grote delen van het BCP ofwel het doelgebied ligt op het de rand van het verspreidingsgebied of van de trekcorridor zodat het gebied toch van gering belang wordt geacht.

- - De meest algemene soorten in doelgebied (Kleine Mantelmeeuw, Drieteenmeeuw, Zeekoet/Alk) bereiken weliswaar relatief hoge dichtheden in het doelgebied, maar gezien hun wijd verspreide voorkomen op het BCP heeft het gebied toch geen specifieke betekenis voor deze soorten. Bovendien worden deze soorten niet bedreigd op internationaal niveau en genieten internationaal gezien ook geen speciale beschermingsstatus.
- - De overige soorten (Fuat, Noordse Stormvogel, Grote Jager, Kokmeeuw, Stormmeeuw, Zilvermeeuw, en Grote Mantelmeeuw) bereiken ofwel relatief lage dichtheden in het doelgebied of kennen een dermate ruim verspreidingsgebied dat ook hiervoor geldt dat het doelgebied geen specifieke betekenis heeft. Ook deze soorten worden niet bedreigd op internationaal niveau en genieten geen internationale beschermingsstatus.

JURIDISCH KADER EN BEOORDELINGSCRITERIA IN FUNCTIE VAN AVIFAUNA

Vijf internationale wetgevende initiatieven hebben gevolgen voor de bescherming van vogels in de Belgisch mariene wateren. Het gaat om de EG-Vogelrichtlijn, de EG-Habitatrichtlijn, de Conventie van Ramsar, de Conventie van Bern en de Conventie van Bonn.

De Europese Vogel- en Habitatrichtlijn en de Ramsarconventie hebben in de praktijk het grootste gewicht. In de deelstudie wordt een korte beschrijving gegeven van deze internationale initiatieven (zie Kuijken 1999 voor een meer uitgebreide beschrijving). Daarnaast bestaan er nationale en internationale lijsten die de kwetsbaarheid van een soort met betrekking tot uitsterven categoriseren. Aan deze laatste lijsten is geen wettelijk kader gekoppeld, maar deze worden toch in het rapport van het Instituut voor Natuurbehoud wel gehanteerd omdat zij bovenop de vijf internationale wetgevende initiatieven toch een meerwaarde opleveren voor de bescherming van soorten.

In de Milieueffectenrapport beoordeling (MEB) van het MER van Seanergy (BMM, 2002) werd aan de hand van verspreidingskaarten van zeevogels de belangrijkste migratiecorridor (breedte van corridor over zee, tegenover de dominante migratierichting die voor de meeste soorten parallel met de kust verloopt) geëxtrapoleerd. Dit werd uitgevoerd voor duikers, de zwarte zee-eend en de fuut. Door de experts van het Instituut van Natuurbehoud worden geen bindende uitspraken gedaan op basis van dit criterium. In voorliggende MER-studie wordt door ECOLAS NV toch een toetsing gedaan op basis van de berekende migratiecorridors.

De berekende corridor voor de zwarte zee-eend en voor de fuut bevindt zich respectievelijk tussen de 0-7 NM en tussen de 0-8 NM. Aangezien het geplande windturbinepark van C-Power zich op een afstand van 14,6 NM tot 16,2 NM van de kust bevindt, zullen deze soorten geen hinder ondervinden door de aanwezigheid van het windpark.

De corridor voor de groep duikers sp. gaat van 1-14 NM (op basis van de hoogste dichtheid) en van 1-24 NM (op basis van het algemeen voorkomen). Door de aanwezigheid van het windturbinepark wordt bijgevolg 7% van de "brede corridor" van de duikers ingenomen. Op basis van de door de BMM eerder gestelde criteria is dit de enigste soort waarvan de migratiecorridor overlap vertoont met de concessiegebieden. Voor alle andere soorten liggen de concessiegebieden buiten de migratiecorridors. Deze inname wordt dus als gering negatief effect ingeschat. Figuur 4.6.6 en Figuur 4.6.7 geven een visualisering van de inname van de migratiecorridor voor de bekomen domeinconcessie en de alternatieve inplanting.

Figuur 4.6.6: Visualisering migratiecorridor bij de bekomen domeinconcessie

Figuur 4.6.7: Visualisering migratiecorridor bij de alternatieve inplanting

4.6.2.3 Autonome ontwikkeling

(Auteurs: E.W.M. Stienen, J. Van Waeyenberge en E. Kuijken, Instituut voor Natuurbehoud).

Bij het niet installeren van een windpark op de Thorntonbank mag worden verondersteld dat de ornithologische waarde van de site nagenoeg hetzelfde zal blijven. Behalve bestaande (semi)-natuurlijke fluctuaties in het zeevogelbestand (bijvoorbeeld door veranderingen in de voedselbeschikbaarheid, of door verschuivingen in de overwinteringgebieden) zijn er geen aanwijzingen dat er momenteel belangrijke wijzingen plaatsvinden in het doelgebied. Veranderingen in de verspreiding van zeevogels als gevolg van de opwarming van de aarde zullen niet op korte termijn meetbaar zijn en zullen dientengevolge ook niet interfereren met een toekomstige monitoring van zeevogels in het doelgebied.

4.6.2.4 Effecten

In het rapport van het Instituut voor Natuurbehoud werd voor de aanvang van de effectbeoordeling een literatuuronderzoek gevoerd waarin de volgende aspecten worden toegelicht:

- beschrijving van de potentiële effecten;
- aanvaringsslachtoffers;
- verstoringeffecten;
- offshore situatie.

De conclusies van de literatuurstudie kunnen als volgt worden samengevat (E.W.M. Stienen, J. Van Waeyenberge en E. Kuijken, Instituut voor Natuurbehoud).

- Vooral 's nachts en onder slechte zichtomstandigheden botsen vogels tegen windturbines. Het aantal aanvaringsslachtoffers is daarbij afhankelijk van het aantal aanwezige vogels, het aantal passerende vogels, de soortensamenstelling van de aanwezige avifauna, en de aanwezigheid van andere landschapselementen en verlichting. De aanvaringskans is het grootst op plaatsen waar veel vogels op windturbinehoogte passeren.
- Windturbines kunnen sterk versturende effecten hebben op pleisterende en trekkende vogels. Ter plaatse kan het aantal passerende en pleisterende vogels afnemen tot meer dan 50% ten opzichte van de onverstoorde situatie. Het versturende effect van windturbines verschilt per vogelsoort, waarbij vooral grotere vogels sterk reageren op windturbines.
- De hoogte waarop vogels trekken is soortspecifiek en afhankelijk van de weersomstandigheden. Over het algemeen vliegen vogels (en ook zeevogels) lager dan 150 m en dus ter hoogte van de draaiende rotorbladen.
- Gegevens van andere gebieden kunnen niet zondermeer worden geëxtrapoleerd naar nieuwe locaties. Voor elke nieuwe locatie dient het gebruik van de site door pleisterende, foeragerende en passerende vogels te worden onderzocht om tot een goede inschatting te komen van de effecten. Vooral nachtelijke verplaatsingen dienen daarbij worden onderzocht.

CONSTRUCTIEFASE

(Auteurs: E.W.M. Stienen, J. Van Waeyenberge en E. Kuijken, Instituut voor Natuurbehoud).

Tijdens de bouwfase zal er een significante verstoring zijn van de mariene avifauna als gevolg van de werkzaamheden. Verstoringgevoelige soorten zoals Roodkeelduikers en Futen (Seys et al. 1999a) zullen hierdoor tijdelijk het gebied mijden. Andere soorten (o.a. meeuwen en sterns) zullen mogelijk voordelen hebben van de werkzaamheden door het tijdelijk beschikbaar komen van voedsel (door het omwoelen van bodem en verhoogde scheepsactiviteit). Reeds tijdens de bouwwerkzaamheden kan een barrièrewerking uitgaan van het windpark ten opzichte van migrerende vogels. Tevens kunnen in de non-operationele fase al aanvaringen plaatsvinden met de masten, hoewel de kans op aanvaringen

aanmerkelijk kleiner zal zijn dan in de operationele fase. Zowel tijdens de constructie- en ontmantelingfase wordt het effect op de mariene avifauna als matig negatief beoordeeld en is bovendien gelimiteerd in tijd.

EXPLOITATIEFASE

De effecten van de aanwezigheid van het windturbinepark op zeevogels tijdens de exploitatiefase wordt in het rapport in bijlage uitgebreid besproken. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen:

- effecten op pleisterende en foeragerende vogels;
- effecten op trekkende vogels en lokale vliegbewegingen;
- evaluatie van de cumulatieve effecten.

Op basis van de huidige kennis van het belang van de windparksite voor zeevogels en de uit de literatuur gekende effecten van windturbines wordt de impact van het windpark ingeschat. Voor de inschatting van het versturende effect van het windpark is daarbij, voor zover dat mogelijk is op grond van de huidige kennis, per soort rekening gehouden met het belang de site als rust- of foerageergebied of als trekroute en de gevoeligheid van de soort ten opzichte van verstoring. Voor de inschatting van het aanvaringsaspect wordt rekening gehouden met de aanwezige avifauna, de functie van de site als trekcorridor of voor lokale vliegbewegingen en de aanvaringsgevoeligheid van de desbetreffende soort.

Uiteindelijk wordt per soort een geïntegreerde afweging gepresenteerd (Tabel 4.6.3), die rekening houdt met het versturende effect en het aanvaringsaspect, maar ook met de internationale beschermingsstatus van de desbetreffende soort (Tabel 4.6.2). Door de beschermingsstatus in de beoordeling te betrekken kan het voorkomen dat voor een bepaalde soort die een lage beschermingsstatus heeft het versturende effect en de aanvaringskans hoog wordt ingeschat (bijvoorbeeld Kleine Mantelmeeuw), terwijl het geïntegreerde effect als matig negatief wordt beoordeeld. De hier gepresenteerde beoordeling (Tabel 4.6.3) is gebaseerd op een 'best-expert-judgement' wanneer er voor een bepaalde soort onvoldoende gegevens beschikbaar zijn over bijvoorbeeld de verstoringgevoeligheid of aanvaringskansen (zie ook paragraaf 3.1. in van de studie in bijlage). Ook geldt voor alle behandelde soorten dat er onvoldoende kennis voorhanden is omtrent nachtelijke vliegbewegingen (zie ook paragraaf 7.1. in van de studie in bijlage).

De belangrijkste conclusies die uit Tabel 4.6.3 kunnen worden opgemaakt zijn:

- Voor geen enkele soort wordt het geïntegreerde effect van het windpark als negatief beoordeeld. Voor 13 soorten wordt een matig negatief effect verwacht, terwijl voor 4 soorten het effect verwaarloosbaar klein zal zijn.
- Het versturende effect wordt als negatief beoordeeld voor een drietal meeuwensoorten (Stormmeeuw, Kleine Mantelmeeuw en Drietenmeeuw) omdat deze soorten nu in hoge dichtheden voorkomen op de windparksite en naar verwachting na het plaatsen van het windpark sterk zullen afnemen doordat er geen visserij meer zal worden uitgeoefend. In hoeverre windparken versturend zijn voor Zeekoeten/Alk is onvoldoende bekend, maar omdat deze soortsgroep 's winters in zeer hoge dichtheden voorkomt op de windparksite wordt het versturende effect als negatief beoordeeld.
- Het aantal aanvaringsslachtoffers zal het grootst zijn onder de meest algemene soorten die op de windparksite voorkomen. Vooral de grotere soorten (Jan van Gent) en meeuwachtigen zijn gevoelig voor aanvaringen, zodat er relatief veel slachtoffers worden verwacht van zeer algemene Kleine Mantelmeeuw, maar ook van andere algemene meeuwensoorten (Stormmeeuw, Zilvermeeuw, Grote Mantelmeeuw en Drietenmeeuw) en de zeer algemene Zeekoet/Alk. Door de afwezigheid van visserijactiviteiten op de site is het aantal slachtoffers onder grote meeuwen mogelijk kleiner dan wordt verwacht op basis van de aantallen die momenteel op de site voorkomen.

- Ten opzichte van andere locaties waar tot op heden windparken zijn gepland, is de Thorntonbank ongetwijfeld de meest gunstige locatie wat betreft de impact op zeevogels. De Thorntonbank is voor geen enkele soort een belangrijk concentratiegebied. In vergelijking tot de Vlake van de Raan en de Wenduinebank is de Thorntonbank bovendien veel minder belangrijk voor de meest kwetsbare en sterkst beschermde soorten.

Tabel 4.6.3: Schematische voorstelling van de verwachte impact op zeevogels van een windpark op de Thorntonbank (verstorende effect, aanvaringsaspect en geïntegreerde afweging).

De geïntegreerde afweging is een combinatie van het verstorings- en aanvaringsaspect waarbij tevens de internationale beschermingsstatus van de desbetreffende soort in overweging is genomen; - = verwaarloosbaar effect, + = matig negatief effect, ++ = negatief effect en +++ = sterk negatief effect.

<i>Soort</i>	<i>Verstoring</i>	<i>Aanvaring</i>	<i>Geïntegreerd effect</i>
Roodkeelduiker	+	+	+
Fuut	-	-	-
Noordse Stormvogel	+	+	+
Jan van Gent	+	++	+
Zwarte Zee-eend	-	-	-
Grote Jager	+	+	+
Dwergmeeuw	+	+	+
Kokmeeuw	-	-	-
Stormmeeuw	++	++	+
Kleine Mantelmeeuw	++	+++	+
Zilvermeeuw	+	++	+
Grote Mantelmeeuw	+	++	+
Drieteenmeeuw	++	++	+
Sandwich Tern	+	+	+
Visdief	+	+	+
Dwergstern	-	-	-
Zeekoet/Alk	++	++	+

Onlangs heeft minister Tavernier drie Speciale Beschermingszones voor de Belgische mariene wateren voorgesteld tijdens een persconferentie, maar momenteel ontbreekt het nog aan een officiële beschrijving daarvan in het Belgisch Staatsblad. Deze gebieden bevatten 1) een gedeelte van westelijke kustbanken en Vlaamse Banken, 2) het centrale en westelijke gedeelte van de Wenduinebank inclusief de diepere wateren ten noorden van deze bank en 3) het westelijke deel van de Vlake van de Raan. De Thorntonbank bevindt zich op ca. 14 km ten opzichte van de dichtst bij gelegen SPA-zone.

In een omzendbrief aangaande het afwegingskader en de randvoorwaarden voor de inplanting van windturbines (Omsendbrief EME/2000.01) en in een studie van het Instituut voor Natuurbehoud aangaande de plaatsing van windturbines langs de westelijke havendam te Zeebrugge (Everaert et al., 2001) wordt de volgende stelling geformuleerd: 'in geval van specifieke beschermingsgebieden en/of vogelsoorten, reservaten en/of in de nabijheid van beschermde habitats dient voor de inplanting van een windturbine(park) een afstandsregel van 500 tot 700 m gerespecteerd te worden'.

Omwille van de grote afstand (ca. 14 km) wordt het effect van het windturbinepark op de beschermingszone als heel gering tot onbestaande ingeschat.

ONTMANTELINGFASE

Er wordt verwacht dat de effecten tijdens de ontmantelingfase van dezelfde aard zullen zijn als deze tijdens de constructiefase.

KABELS

De kabels die van het windenergiepark naar het land worden aangelegd, lopen niet door een SPA. Indien echter geopteerd zou worden voor de kortst mogelijke verbinding dan had deze dwars door het SPA gelopen waardoor er een tijdelijke verstoring van de SPA-zone had kunnen optreden.

De aanwezigheid van de kabels in de zeebodem zullen geen rechtstreekse effecten hebben op zeevogels.

4.6.2.5 Leemten in de kennis

(Auteurs: E.W.M. Stienen, J. Van Waeyenberge en E. Kuijken, Instituut voor Natuurbehoud).

Voorals met betrekking tot de voor- en najaarstrek van zeevogels is vrijwel niets bekend. Voor een juiste inschatting van de impact van een offshore windpark ontbreekt de nodige kennis omtrent trekbewegingen ter plaatse en de hoogte waarop zeevogels vliegen. Voor een juiste inschatting van de impact is vooral nood aan kennis met betrekking tot nachtelijke vliegbewegingen omdat dan de meeste slachtoffers vallen.

Voorals ontbreekt het aan inzicht over de cumulatieve effecten van een reeks aan windparken. Gezien langs de kusten van geheel Europa windparken zullen worden geplaatst, zal de trekroute van veel vogels op meerdere plaatsen worden geblokkeerd en zal elk windpark de nodige aanvaringsslachtoffers opleveren. De effecten van een individueel windpark zijn al onvoldoende gekend, laat staan de gezamenlijke effecten van een keten van windparken langs de gehele trekroute.

4.6.2.6 Mitigerende maatregelen en compensaties

(Auteurs: E.W.M. Stienen, J. Van Waeyenberge en E. Kuijken, Instituut voor Natuurbehoud).

CONFIGURATIE

Een juiste positionering van het windenergiepark (parallel aan de heersende vliegrichting) en de reservatie van corridors voor passerende vogels kan de kans op aanvaringen gevoelig reduceren (Everaert *et al.* 2002). Voor een juiste configuratie is voldoende voorkennis nodig van de trekbewegingen en lokale vliegbewegingen ter plaatse. Het is daarom aan te raden om reeds voor de bouw van het windpark metingen te verrichten van de lokale vliegbewegingen ter plaatse. Afhankelijk van de belangrijkste functie van het park (trek, lokale vliegbewegingen, rustplaats) kan worden geopteerd om de windmolens in een cluster te plaatsen dan wel in een lijnopstelling. Compacte clusters hebben in het algemeen een grotere impact op rustende vogels dan lijnopstellingen, terwijl deze laatste weer grotere gevolgen kunnen hebben op trekkende vogels.

Hoewel het zonder enige voorkennis over vliegbewegingen ter plaatse niet mogelijk is om de impact van verschillende inplantingen te vergelijken, is te verwachten dat de bekomen concessie een kleinere impact zal hebben de alternatieve inplanting. De site wordt voornamelijk gebruikt door vliegende vogels en niet

zozeer door zwemmende vogels (uitgezonderd Zeekoet/Alk), waardoor vooral de breedte ten opzichte van de heersende vliegroutes en niet zozeer de oppervlakte van belang zal zijn. In het geval van de bekomen concessie is niet alleen de oppervlakte kleiner, maar wordt ook een corridor gevormd van ongeveer 1,6 km breed. Deze corridor is weliswaar noordwest-zuidoost georiënteerd en stemt dus niet overeen met de meest voorkomende trekroute van zeevogels (over het algemeen noordoost-zuidwest), maar zal desondanks bijdragen tot een verminderde barrièrewerking (bijvoorbeeld voor lokale vliegbewegingen en vogels die vanuit Engeland naar het vasteland trekken). Bovendien is de breedte van het park loodrecht op de heersende trekrichting in het geval van deze inplanting kleiner dan tov. de alternatieve inplanting (ongeveer 3,5 km ten opzicht van 5,0 km).

WAARSCHUWINGSSIGNALLEN

Tot op heden zijn er geen studies die eventuele mitigerende effecten van waarschuwendende signalen aantonen. Er wordt vaker gesuggereerd dat geluidssignalen of visuele signalen de aanvaringskansen kunnen verkleinen. Aan de andere kant is bekend dat vogels gewenning vertonen ten opzichte van dergelijke prikkels. Voor passerende vogels zal het gewenningseffect echter minimaal zijn, omdat individuele vogels slechts af en toe (twee keer per jaar in het geval van trekvogels) het windpark zullen passeren. 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 suggereren dat zelfs zwakke verlichting kan leiden tot een verhoogde aanvaringskans. Wel kan als onderdeel van de monitoring van de aanvaringsslachtoffers onderzocht worden of puntverlichting (bijvoorbeeld 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.

GEFASEERDE ONDERBREKING

In periodes met een verhoogd aantal vliegbewegingen (bijvoorbeeld trekperiode) of onder slechte zichtomstandigheden (mist, regen) kunnen de turbines tijdelijk worden stilgezet. Dit vereist wel de nodige voorkennis over vliegbewegingen ter plaatste, die vooralsnog ontbreekt. Door in een monitoringprogramma aandacht te besteden aan de lokale vliegbewegingen en de soortspecifieke verschillen daarin, kan in een later fase een gefundeerd advies worden gegeven over de wenselijke periode van onderbreking.

Ook wat betreft het uitvoeren van werkzaamheden kunnen deze best buiten de periodes met hoge concentraties van vogels worden uitgevoerd.

COMPENSATIE

Het verlies aan rustgebieden voor zeevogels (met name voor duikers spp., Fuut, Zeekoet/Alk) kan eventueel worden gecompenseerd door elders op het BCP beschermde gebieden te reserveren of bestaande gebieden te vergroten.

4.6.2.7 Monitoring

Monitoring van de avifauna dient zich te richten op de effecten tijdens de constructie van het windpark, maar vooral ook op de effecten tijdens de operationele fase en moet steeds worden vergeleken met pre-constructiefase. Monitoring moet zowel het verstorende effect van het windpark als het aanvaringsaspect kunnen kwantificeren. In het rapport van het Instituut voor Natuurbehoud wordt een voorstel gedaan over de inrichting van een monitoringprogramma die deze aspecten zal behandelen. De waarnemingsmethodes die voorgesteld worden zijn: visuele observaties; IR-camera gekoppeld aan

computer en sensor; en radar. Uit de MEB voor het MER van Seanergy (BMM, 2002) wordt het gebruik van IR-camera niet als noodzakelijk geacht. Het gebruik van een IR-camera is een zeer nieuwe techniek, die zijn nut op de dag vandaag nog niet bewezen heeft. Het is wel aan te raden om op het transformatorplatform of de meteomast ruimte te voorzien waar eventueel een IR-camera kan geplaatst worden.

4.6.3 Zoogdieren

4.6.3.1 Methodologie

De beschrijving van de referentiesituatie en de effectbeoordeling met betrekking tot de zeezoogdieren, werd uitgevoerd door het Instituut voor Natuurbehoud. Het rapport wordt opgenomen in bijlage.

(Auteurs: E.W.M. Stienen, J. Van Waeyenberge en E. Kuijken, Instituut voor Natuurbehoud).

Vanwege de hoge mobiliteit van zeezoogdieren is het niet toereikend om slechts het gebied waar het windpark is gepland te beschouwen. Bovendien kan door het beperkte aantal tellingen op de windparksite een verkeerd beeld ontstaan van het gebruik van het gebied door zeezoogdieren. In het rapport van het Instituut voor Natuurbehoud wordt daarom een bepaalde bufferzone in acht genomen waarbinnen de aanwezigheid van zeezoogdieren nauwkeurig wordt bekeken. De bufferzone omvat het deel van de Thorntonbank en de onmiddellijke omgeving daarvan, voorzover dat zich in Belgische mariene wateren bevindt. In het hiernavolgende deel zal dit buffergebied worden aangeduid met de term doelgebied. Het doelgebied van de zeezoogdieren komt overeen met het doelgebied voor avifauna (Figuur 1 in de studie in bijlage).

Om het belang van de site voor de mariene zoogdieren af te wegen, is gebruik gemaakt van een uitgebreid databestand met betrekking tot de verspreiding van zoogdieren op het Belgisch Continentaal Plat en de directe omgeving daarvan. De gegevensset bestaat uit gestandaardiseerde tellingen vanaf schepen die in de periode januari 1992 tot oktober 2002 zijn uitgevoerd door het Instituut voor Natuurbehoud.

De telmethode die gehanteerd wordt voor de inventarisatie van zeevogels is ook geschikt voor het weergeven van een algemeen beeld van de verspreiding van zeezoogdieren op het BCP. In tegenstelling tot de telmethode voor zeevogels, worden de zeezoogdierwaarnemingen buiten het 300 m-transect ook in rekening gebracht. Zeezoogdieren worden omwille van hun gedrag vrij zelden binnen 300 meter van het schip waargenomen, waardoor het aantal waarnemingen in deze zone zeer beperkt zou zijn en ontoereikend voor een grondige evaluatie. Voor een verdere beschrijving van de telmethode wordt verwezen naar het onderdeel 'telmethode' in bijlage.

Bij de beschrijving van de referentiesituatie worden alle soorten besproken die vastgesteld zijn tijdens de tellingen. Daarnaast wordt ook nog bijkomende informatie uit strandingen gegeven. Aangezien het aantal waarnemingen van zeezoogdieren in de IN-databank in verhouding tot het aantal vogelrecords vrij beperkt is, werd geopteerd om ze als puntwaarnemingen weer te geven.

De effectbespreking spitst zich toe op de vier meest voorkomende zeezoogdieren in het BCP. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen de effecten tijdens de verschillende fases van het project.

4.6.3.2 Referentiesituatie

(Auteurs: E.W.M. Stienen, J. Van Waeyenberge en E. Kuijken, Instituut voor Natuurbehoud).

Vier zeezoogdiersoorten hebben residente populaties in de Noordzee, dwz. dat zij dit gebied gebruiken om zich voort te planten en voedsel te zoeken: Gewone Zeehond *Phoca vitulina*, Grijze Zeehond

Halichoerus grypus, Bruinvis *Phocaena phocaena* en Tuimelaar *Tursiops truncatus*. Witsnuitdolfijn *Lagenorhynchus albirostris*, Witflankdolfijn *Lagenorhynchus acutus* en Dergvinvis *Balaenoptera acutorostrata* vertoeven regelmatig met grote aantallen in grote delen van de Noordzee om zich te voeden (ICES 2001a). Op basis van strandingen aan de Belgische kust en zichtwaarnemingen op het BCP kunnen vier zeezoogdiersoorten als algemene tot vrij algemene verschijningen in de Belgische mariene wateren beschouwd worden (Reijnders & Lankester 1990, Van Gompel 1991, 1992, 1996, Reijnders 1992, Camphuysen & Leopold 1993, Camphuysen 1994b, Seys 1998, Tahon & Haelters 1998, Haelters 2000, Haelters et al. 2000, De Ridder 2001, Debacker et al. 2002): Bruinvis, Witsnuitdolfijn, Gewone Zeehond en Grijze Zeehond.

Daarnaast zijn er nog minder frequente of zeldzame waarnemingen of strandingen van andere zeezoogdiersoorten aan de Belgische kust vastgesteld (Reijnders & Lankester 1990, Van Gompel 1991, 1992, 1996, Haelters & Kerckhof 2000):

- dolfinen: Witflankdolfijn, Tuimelaar, Gestreepte Dolfijn *Stenella coeruleoalba* en Gewone Dolfijn *Delphinus delphis*
- walvissen: Potvis *Physeter macrocephalus*, Gewone Vinvis *Balaenoptera physalus* en Griend *Globicphala melaena*
- zeehonden: Klapmuts *Cystophora cristata* en Ringelrob *Pusa hispida*

In de studie worden de vier meer algemene zeezoogdiersoorten van het BCP kort besproken. Naast een soortbeschrijving wordt tevens een beschrijving van de verspreiding en populatie gegeven. Het zijn deze algemene zeezoogdiersoorten die verder in beschouwing zullen genomen worden bij potentiële effecten van een offshore windturbinepark.

Als conclusie van dit onderzoek kan gesteld worden dat van de vier zeezoogdiersoorten die tot de inheemse fauna van het BCP beschouwd worden, is de Bruinvis de meest algemene. De totale populatie van de Bruinvis die tijdens de wintermaanden op het BCP verblijft is moeilijk te schatten. Wel staat vast dat op internationaal vlak deze populatie van weinig betekenis zal zijn. Bruinvissen blijken op het BCP geen duidelijk preferentie te vertonen voor een bepaald gebied. Evenals elders op het BCP werden ze ook waargenomen ter hoogte van de Thorntonbank. Witsnuitdolfijnen zijn vrij algemeen in de Zuidelijke Noordzee, maar in een internationale context speelt het BCP voor deze soort een minder belangrijke rol. Dit is zeker het geval voor Gewone en Grijze Zeehonden, die echte kustbewoners zijn en slechts zelden echt op zee gezien worden. Elke winter verblijven wel enkele exemplaren van de Gewone Zeehond bij de IJzermonding te Nieuwpoort, maar ook op andere plaatsen aan onze kust worden af en toe individuen gemeld.

Figuur 4.6.8: Waarnemingen van Witsnuitdolfijn, Gewone Zeehond en Grijze Zeehond op het BCP en omliggende gebieden op basis van tellingen vanaf schepen uitgevoerd door het IN tijdens de periode 1992-2002.

4.6.3.3 Autonome ontwikkeling

(Auteurs: E.W.M. Stienen, J. Van Waeyenberge en E. Kuijken, Instituut voor Natuurbehoud).

Bij het niet installeren van een windpark op de Thorntonbank mag worden verondersteld dat de waarde voor mariene zoogdieren van de site nagenoeg hetzelfde zal blijven. Behalve bestaande (semi)-natuurlijke fluctuaties in het zeezoogdierbestand (bijvoorbeeld door veranderingen in de voedselbeschikbaarheid, of door verschuivingen in de overwinteringgebieden) zijn er geen aanwijzingen dat er momenteel belangrijke wijzigingen plaatsvinden in het doelgebied. Veranderingen in de verspreiding van zeevogels en zeezoogdieren als gevolg van de opwarming van de aarde zullen niet op korte termijn meetbaar zijn en zullen diensgevolge ook niet interfereren met een toekomstige monitoring van zeezoogdieren in het doelgebied.

4.6.3.4 Effecten

(Auteurs: E.W.M. Stienen, J. Van Waeyenberge en E. Kuijken, Instituut voor Natuurbehoud)

Zeezoogdieren kunnen op verschillende manieren mogelijke hinder ondervinden van offshore windparken, zowel tijdens de bouw als tijdens de werking van het park:

- trillingen en geluiden als gevolg van het heien van palen;
- elektromagnetische straling als gevolg van de werking van het park;
- habitatverlies als gevolg van de aanwezigheid van een windpark;
- verstoring als gevolg van de aanwezigheid van een machinepark tijdens de bouw van het park.

De potentiële effecten op de zeezoogdieren tijdens de verschillende fasen van het windpark worden kort besproken in de studie in bijlage. Ook wordt aangegeven of er al dan niet een hoge impact bij de huidige beschrijving (plaats, constructie, ed.) van dit windpark verwacht kan worden. Hierna worden de conclusies per projectfase beschreven.

INRICHTINGSFASE

Er kan verwacht worden dat de zeezoogdieren tijdens de constructiefase in eerste instantie het gebied van het toekomstige windpark zullen verlaten als reactie op de verstoringen. Waarschijnlijk zal er tevens een soort gewenning optreden aan de omstandigheden tijdens de werkzaamheden. Gezien de duur en de ruimtelijke spreiding van de werkzaamheden, de mobiliteit van zeezoogdieren en de huidige aantallen waargenomen op het BCP, zal de invloed van de werken tijdens de constructiefase beperkt zijn en niet permanent.

EXPLOITATIEFASE

Tijdens de operationele fase zullen de effecten van elektromagnetische stralen en geluid op zeezoogdieren te verwaarlozen zijn. Als er al enige negatieve effecten op zeezoogdieren mochten optreden, zijn Bruinvissen en Witsnuitdolfijnen het meest kwetsbaar aangezien deze verder op zee en rond de Thorntonbank voorkomen, zeehonden zijn immers echte kustbewoners. Positieve effecten vallen in eerste instantie ook niet te verwachten, maar de ontwikkeling van een artificieel rif onder water kan als voedselgebied mariene zoogdieren aantrekken. Hoe dit zal verlopen en of dit het geval zal zijn, is moeilijk in te schatten en zal ook sterk afhankelijk zijn van de lokale omstandigheden.

ONTMANTELINGSFASE

Er wordt verwacht dat de effecten tijdens de ontmantelingfase van dezelfde aard zullen zijn als deze tijdens de constructiefase.

KABELS

De effecten van de aanwezigheid van de kabels (elektromagnetische straling en warmte) zullen te verwaarlozen zijn.

4.6.3.5 Leemten in de kennis

Wat betreft de zeezoogdieren, is er vrij weinig informatie voorhanden die de werkelijke effecten op mariene zoogdiersoorten van onderwatergeluid veroorzaakt door windturbines van dergelijke omvang aangeeft.

4.6.3.6 Mitigerende maatregelen en compensaties

Gezien de beperkte aanwezigheid van zeezoogdieren in de buurt van het project, worden geen mitigerende maatregelen noch compensaties voorgesteld.

4.6.3.7 Monitoring

De monitoring van de zeezoogdieren kan het best gekoppeld worden aan de monitoring van de zeevogels. Voor de beschrijving en fasering van de monitoring wordt verwezen naar de studie in bijlage.

4.7 MONUMENTEN EN LANDSCHAPPEN

4.7.1 Methodologie

Als inleiding wordt een beschrijving van de referentiesituatie gegeven. Hierbij wordt rekening gehouden met de reeds toegekende concessie aan Seanergy, voor de bouw van een windturbinepark op de Vlake van de Raan. De kenmerken van het kustlandschap worden beschreven en de belangen hiervan voor de toeristen, horeca-uitbaters en bewoners worden aangehaald.

De beschrijving van het cultureel erfgoed langs de kustlijn Knokke-Oostende wordt gebaseerd op een lijst van beschermde monumenten en landschappen en een situering in de Landschapsatlas.

De effecten van de constructie, exploitatie en ontmanteling worden beschreven en beoordeeld. In de effectbeoordeling wordt het algemeen effect op het landschap beschreven. De te verwachten zichtbaarheid wordt berekend op basis van gegevens van het KMI en KNMI (zie 4.7.1.1). Tevens wordt er een foto gesimuleerd van een windturbinepark op 27 km van de kust met het cumulatief effect van het Seanergy windturbinepark op 18 km van de kust (zie 4.7.1.2).

Naast de beschrijving van de zichtbaarheid wordt het effect op de beleving ingeschat aan de hand van een enquête uitgevoerd door WES over de landschappelijke beleving van windturbineparken in zee. Dit handelt over een windturbinepark op 6 km en op 12 km van de kust. Bijkomend werd door WES een diepte-interview uitgevoerd in 2 groepen in het kader van de aanleg van een windturbinepark op 27 km van de kust.

Verder worden milderende maatregelen en een monitoringprogramma uitgewerkt.

4.7.1.1 Berekening zichtbaarheid

De zichtbaarheid van de activiteiten en de aanwezigheid van de windturbines in het landschap wordt ingeschat aan de hand van zichtbaarheidgegevens van het KMI en KNMI. De zichtbaarheid wordt in het KMI vastgesteld door getrainde observatoren, op land te Middelkerke en ongeveer parallel aan de kust. Bij het KNMI wordt een elektronische meetmethode gebruikt, namelijk met een dispersie van een infraroodsignaal dat geijkt wordt door getrainde observatoren. Deze zijn metingen die op volle zee worden verricht. Beide datasets kunnen echter niet zonder meer geëxtrapoleerd worden naar de te verwachten zichtbaarheid van de kust (op land) naar op zee. Klimatologische omstandigheden op zee en op land zijn immers niet steeds vergelijkbaar, en vertonen vaak een verandering bij de overgang van land naar zee. In Figuur 4.7.1 wordt de procentuele tijdsverdeling van de zichtbaarheid op land, nl vanuit Middelkerke weergegeven (gegevens van het jaar 2000, KMI). In Figuur 4.7.2 wordt de procentuele verdeling van de zichtbaarheid op zee weergegeven (gegevens van september 2001 tot september 2002, KNMI). De gegevens gelden voor een zichtbaarheid om 12 h 's middags, er wordt namelijk aangenomen dat de zichtbaarheid op dit moment van de dag het grootst is. Er kon geen voldoende wetenschappelijke onderbouwing gevonden worden voor het verschil in geobserveerde zichtbaarheid tussen de twee observatiestations op zee in Nederland.

Figuur 4.7.1: Cumulatieve procentuele verdeling van de zichtbaarheid vanuit Middelkerke

Figuur 4.7.2: Cumulatieve procentuele verdeling van de zichtbaarheid op zee op de observatieplatforms Lichteiland Goeree en het Euro-platform

Ter vergelijking kan nog aangehaald worden dat in de MEB van het Seanergy project gesteld wordt dat op basis van een langjarig gemiddelde slechts 20 % van de tijd de zichtbaarheid beter is dan 18,5 km. In de zomer bedraagt het zicht ruim 15 % van de tijd meer dan 20 km, wat echter deels tenietgedaan

wordt door de heilige lucht of wazigheid boven de zee. (MEB Seanergy BMM 2002). Deze gegevens komen in grote lijn overeen met de zichtbaarheidgegevens vanuit Middelkerke.

Hieruit kan het volgende afgeleid worden:

- Er is een verschil in zichtbaarheid op land en op zee, gezien de meteorologische omstandigheden op land en op zee verschillend zijn. Het zicht op land reikt minder ver dan op zee, dit wordt namelijk beïnvloed door de mist, vervuiling, bebouwing. Gegevens over de zichtbaarheid vanuit een kuststad richting zee zijn niet gekend, er moet dus een schatting gemaakt worden op basis van de zichtbaarheid op zee en op land.
- De maximale zichtbaarheid te Middelkerke bedraagt 25 km, terwijl de maximale zichtbaarheid op zee 50 km bedraagt. De situatie van de zichtbaarheid vanaf de kust naar zee is niet gekend, maar zal zich waarschijnlijk ergens tussen deze twee waarden bevinden.
- Een voldoende groot object op een afstand van 30 km op zee zou op basis van de Nederlandse gegevens ongeveer $1/10^e$ van de tijd te zien kunnen zijn (gemiddelde van 18.9% en 2.5%, de waarden uit de Nederlandse datasets), op basis van de gegevens van het KMI op land zal het onderwerp echter niet te zien zijn. Het is dus niet echt mogelijk om hierover gefundeerde uitspraken te doen. In de verdere bespreking wordt een zichtbaarheid van ongeveer $1/10^e$ van de tijd aangenomen (in de veronderstelling dat de zichtbaarheid vanop land naar zee toe even goed zou zijn als deze op volle zee), doch deze aanname kan niet wetenschappelijk gestaafd worden.

Vanuit Zeebrugge, gelegen op 27 km van het windturbinepark, zullen de activiteiten en de windmolens dus vermoedelijk ongeveer $1/10^e$ van de tijd te zien zijn. Anderzijds kan evengoed gesteld worden dat, gezien de tegenstrijdige zichtbaarheidsgegevens het echter ook mogelijk zou zijn dat het windmolenpark op deze afstand nooit zichtbaar zal zijn. Vanuit Oostende, gelegen op 33 km van het windturbinepark, zullen de windturbines nog minder zichtbaar zijn.

Daarnaast dient men zich ook nog te realiseren dat op een dergelijke afstand de objecten ook zeer klein zijn en zelfs gedeeltelijk achter de horizon verdwijnen (zie ook verder).

4.7.1.2 Fotosimulatie

Om een realistisch beeld te krijgen van hetgeen men zal kunnen waarnemen vanaf de kust, werd een foto opgebouwd die het zicht vanaf het strand te Blankenberge simuleert. Op de foto worden de windturbineparken van C-Power (op de Thorntonbank) en van Seanergy (op de Vlake van de Raan) voorgesteld. De foto dient op een afstand van 60 cm van de ogen te worden gehouden. De volgende methode werd gebruikt voor de fotosimulatie:

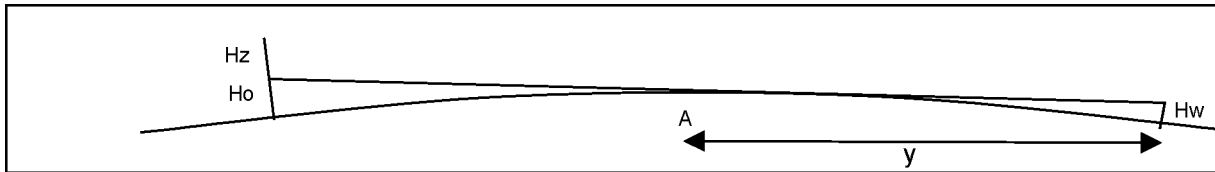
De foto, die als achtergrond wordt gebruikt, werd gefotografeerd met een Canon Eos D30 (digitale camera met 3 Mpixels), met een lens met een beeldhoek van 70° . De foto werd eind november genomen in Middelkerke, door het bureau WES. De ingevoegde windturbine werd ingescand en uitgeknipt van een foto die gemaakt werd op een afstand van 8 km van het windturbinepark Middelgronden in Denemarken bij een normale zichtbaarheid. Het windturbinepark werd gefotografeerd met een Canon Digital IXUS 5.4-10.8 mm camera, met een beeldhoek van 62° . De bewerking van de foto's is in het programma Corel Photo-Paint 10 gebeurd.

Aan de hand van wiskundige formules (zie hierna) werd het volgende berekend:

1. hoe groot de windturbines gezien worden vanaf een bepaalde afstand; hierbij wordt met de relevante factoren die een invloed hebben, rekening gehouden zoals bv aardkromming
2. hoe groot en op welke afstand de windturbines op een foto (gehouden op 60 cm afstand) dienden getekend te worden.

1. BEREKENING VAN DE HOOGTE VAN HET ZICHTBAAR DEEL VAN DE WINDTURBINE :

Het deel H_z van de totale hoogte van de windturbinemast boven de zeespiegel ($H=H_0+H_z$), dat zichtbaar is voor een waarnemer, op een afstand A van de windturbine en een hoogte H_w , op een plaats waar de aardstraal R is, wordt berekend. A wordt gemeten langs de kromming van het aardoppervlak.



De volgende gegevens worden gebruikt:

Hoogte zeespiegel boven nulniveau kaart	:	0 m	/
Afstand	A	:	27 km
Hoogte waarnemer boven nulniveau kaart	H_w^0	:	2 m
Hoogte waarnemer boven zeespiegel	H_w	:	2 m
Hoogte mast boven nulniveau kaart	H^0	:	75 m
Hoogte mast boven zeespiegel	H	:	75 m
Aardstraal op die plaats	R	:	6325 km

De afstand tussen de waarnemer en de horizon wordt als volgt berekend:

$$y = \tan \beta \cdot R$$

$$\text{met } \cos \beta = \frac{R}{R + H_w} = 0.99999968 \quad \text{of} \quad \beta = 0.02278202^\circ$$

dan is $y = 5.03 \text{ km}$, dit is de afstand in rechte lijn. De afstand gemeten langs het aardoppervlak is:

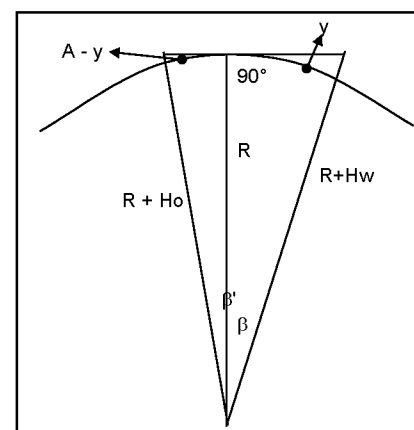
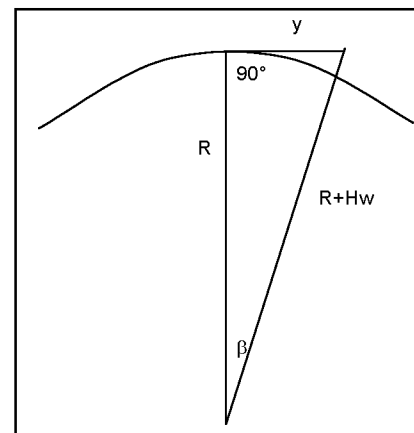
$$y' = \beta \cdot R = 5.03 \text{ km}$$

De windturbines bevinden zich dus achter de horizon. Het deel van de mast windturbine dat zich achter de horizon bevindt wordt als volgt berekend:

$$A - y' = \beta' \cdot R$$

$$\beta' = \frac{A - y'}{R} = 0.00347353 \text{ radialen}$$

$$\cos \beta' = \frac{R}{R + H_0} \quad \text{of} \quad H_0 = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \beta'} - 1 \right) = 0.0381571 \text{ km}$$



Het onzichtbaar deel van de mast windturbine (H_0), t.o.v. nulniveau bedraagt 38,16 m. Het zichtbaar deel van de mast windturbine ($H - H_0$) bedraagt dus 36,84 m.

De gewenste nauwkeurigheid bedraagt 5 %. De gekende effecten die een invloed kunnen hebben zijn verwaarloosbaar t.o.v. deze gewenste nauwkeurigheid, namelijk:

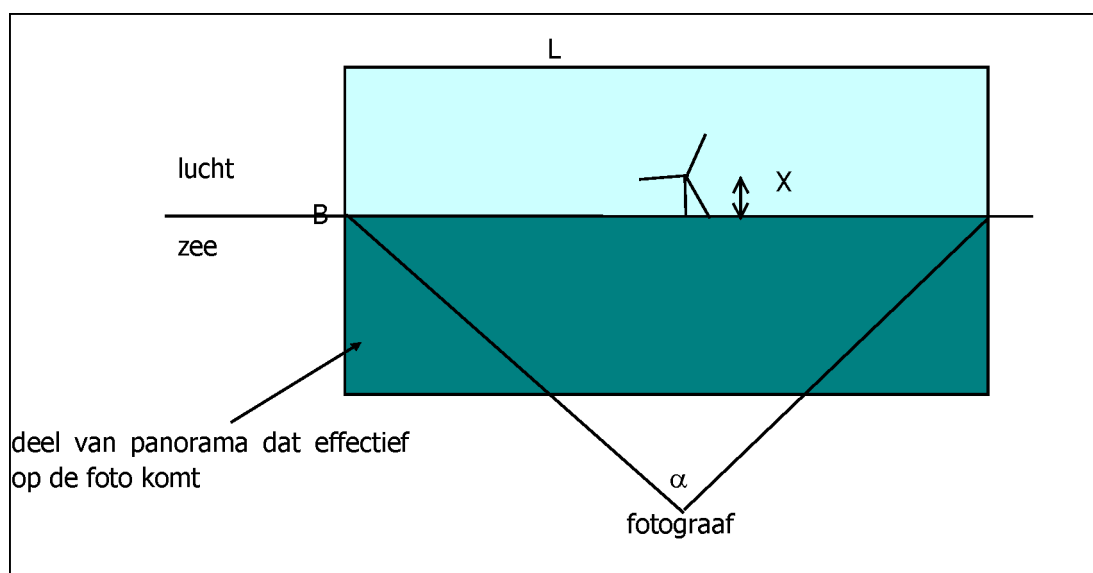
1. De invloed van het aardoppervlak te benaderen als een bol i.p.v. een ellipsoïde:
Stel een object van 100 m hoog, op een afstand van 12 km en een hoogte H_w van 2 m :

omtrek "grote cirkel"	Bijhorende straal	H_0 (m)	H_z (m)	
40000 km	6366 km	3,80	96,20	100%
39000 km	6207 km	3,97	96,03	-0,18%
41000 km	6525 km	3,64	96,36	0,17%

Dit is verwaarloosbaar klein t.o.v. de gewenste nauwkeurigheid van 5%

2. Invloed van het lenseffect op de atmosfeer: gezien de luchtlagen tussen de windturbine en de waarnemer een verschillende temperatuur kunnen hebben, kan er een lichte afbuiging van het licht veroorzaakt worden. Dit effect is klein t.o.v. de gewenste nauwkeurigheid.
3. De afbuiging van het wateroppervlak t.o.v. de ellipsoïde door het verschil in densiteit van de aardkorst is niet relevant, gezien alles berekend wordt op het continentaal plat.
4. De afbuiging van het wateroppervlak t.o.v. ellipsoïde ten gevolge van opstuwing door stromingen kan een grootteorde bereiken van >1 m
5. Het feit dat de windturbine licht gekanteld is t.o.v. de waarnemer en er dus kleiner uitziet is verwaarloosbaar (slechts 0,002 %)

2. GROOTTE VAN DE WINDTURBINES OP DE FOTO



De grootte X van de windturbine op een foto met afmetingen L op B en een gefotografeerde hoek α wordt als volgt berekend:

Zichtbare hoogte van de mast	:	36,84 m
Afstand tussen de waarnemer en de windturbine	:	27000 m
Hoek van het beeld dat gefotografeerd wordt	α	: 35°
Lengte van de foto (te houden op 60 cm afstand)	L	: 38 cm
Werkelijke afstand tussen punt helemaal links en helemaal rechts op de foto, op afstand A	$A * \alpha$	= 16,49 km
Schaalfactor	:	1/43404
Afmeting van de mast op de foto (te houden op 60 cm afstand)	:	0,85 mm

De 'uitgeknipte' windturbine uit de foto van het windturbinepark Middelgronden wordt herschaald tot het zichtbare deel van de mast overeenstemt met 0,85 mm.

De foto die geproduceerd is geweest is weergegeven in Figuur 4.7.3.

Figuur 4.7.3: Fotosimulatie van de windturbine parken van C-power en Seanergy vanaf het strand van Blankenberge

4.7.2 Referentiesituatie

4.7.2.1 Zeegezicht

ZICHT OP ZEE

Als referentiesituatie wordt het zicht op zee beschouwd met het windturbinepark op de Vlake van de Raan. Daar werd reeds een concessie toegekend aan Seanergy voor de bouw van een windturbinepark.

De zee en het strand wordt door de bevolking als positief ervaren. De kust is namelijk een belangrijke toeristische trekpleister in België, zowel voor de ééndagstoeristen als voor de langere verblijvers. Daarnaast wordt de Belgische kust ook door velen verkozen als tijdelijke of permanente verblijfplaats. Aan de Belgische kust en meer in het bijzonder op de kustlijn van 2 tot 5 km breedte wonen vandaag namelijk 195 000 inwoners waarvan 135 000 inwoners in de 30 km zone (Oostende-Bredene-De Haan-Wenduine-Blankenberge-Zeebrugge-Heist-Knokke). De aantrekkingskracht van de zee en het strand spelen hierin de belangrijkste rol.

Ter illustratie worden in onderstaande Tabel 4.7.1 het aantal inwoners, overnachtingen en aantal ééndagstoeristen voor de badsteden aan de Oostkust en een deel van de Zeeuwse kust opgegeven.

Tabel 4.7.1: Aantal inwoners, overnachtingen (NIS) en ééndagstoeristen aan de Belgische en Zeeuwse kust

	Inwoners op 01.01.2001	Aantal overnachtingen in 2000	Aantal toeristen (ééndags-toerist) (topdag)
<i>Belgische kust</i>			
Knokke-Heist	33 296	356 811	112 000
Blankenberge	17 538	588 007	100 000
De Haan	11 418	859 326	
Oostende	67 334	1 053 666	
Bredene	14 294	230 405	
<i>Zeeuwse kust</i>			
Westkapelle	2 731	Ca. 4 miljoen in de volledige gemeente Veere	
Zoutelande	1 567		
Valkenisse	6 168		
Vlissingen	44 505		

De enquête uitgevoerd door WES (2002 a) over de 'landschappelijke beleving van windturbineparken in zee' bevestigt de positieve appreciatie van de kust. Het zeelandschap zonder windmolens wordt door de respondenten meestal beschreven als 'rustig/stil', 'natuurlijk', 'open', 'oneindig' en 'weids'. Eén van de meest geapprecieerde aspecten van de kust is 'het weidse landschap met vergezichten op zee'. Ook wandelingen op de dijk met uitzicht op zee worden zeer geapprecieerd. Het zeelandschap wordt verder ook als 'proper', 'gaaf/ongerept/ idyllisch' en 'uniek' ervaren. Deze resultaten worden bevestigd in de diepte-interviews uitgevoerd door WES (2002 b). De toeristen, tweede verblijvers en zeilers beschrijven de kust als rust, vakantie, zee en stand, voor de bewoners, handelaars en horeca-uitbaters is de kust een woon- en werkomgeving. De bewoners zijn zeer gevoelsmatig met de kust verbonden.

De referentiesituatie is echter een zeelandschap met het windturbinepark van Seanergy op 12 tot 18 km van de kust. De openheid en weidsheid van het zeelandschap wordt door de aanwezigheid van deze windturbines ingrijpend verandert t.o.v. het 'open, ongerept, weids,...' landschap. De windturbines hebben namelijk een schaalverkleinend effect en het landschap wordt als meetbaar ervaren. De zichtbaarheid van dit windturbinepark zal een grote invloed hebben op de beleving van het zeelandschap door de bevolking en toeristen. Dit blijkt tevens uit de enquête waar de aanleg van een windturbinepark op 6 en 12 km vóór de eigen kust de beleving ingrijpend verandert. Het landschap wordt beschreven als 'modern', 'rusteloos/druk', 'grootschalig', maar ook 'verknoeid/aangetast', 'lelijk', 'onaangenaam/storend' en 'onaantrekkelijk'. Globaal wordt een windturbinepark als visueel hinderlijk ervaren. Toch vinden 62 % van de bevroagden een windturbinepark op 6 km van de kust aanvaardbaar. Deze appreciatie neemt sterk toe indien het park minder zichtbaar zou zijn, bijvoorbeeld op 12 km.

ZICHT OP DE KUSTLIJN

In tegenstelling tot het zicht op zee is het zicht op de kustlijn in de richting van het binnenland gekenmerkt door een opeenvolging van hoogbouw. Dit is vooral het geval in de badsteden Knokke-Heist, Blankenberge en Oostende en in mindere mate Wenduine en Zeebrugge. Slechts op enkele plaatsen

wordt deze opeenvolging van appartementsblokken onderbroken door open ruimtes of laagbouw. Aan de oostkust is er enkel ter hoogte van het Zwin nog een open verbinding tussen de zee en het binnenland en komt er een uitgebreid en waardevol slikken- en schorregebied voor. Ten westen zijn de duinengordel ter hoogte van Bredene en de kustlijn ter hoogte van De Haan, waar hoogbouw vermeden wordt, nog enkele waardevolle kuststrookgebieden.

Tevens bezit de Haven van Zeebrugge een sterk dominerend karakter aan de kustzone. Het landschap wordt beïnvloed door de aanwezigheid van de windturbines op de oostelijke strekdam, kranen, de LPG-terminal en andere havengebonden activiteiten.

BEWEGING IN HET LANDSCHAP

Beweging in het landschap veroorzaakt door vaartuigen vormen een onderdeel van de landschapsbeleving voor de mensen op de dijk. Door de nabijheid van de haven van Zeebrugge is er een druk verkeer in deze zone. Vooral bij mooi en helder weer wordt beweging in het landschap door vrachtschepen, vissers, recreatievaart en surfers, waargenomen.

NATUURWAARDE

Op zee kan gesteld worden dat de belangrijkste natuurwaarde, wat betreft avifauna, zich in de zone bevindt die het dichtst bij de kust gelegen is; namelijk in de eerste zes nautische mijl van de territoriale wateren. In deze zone bevinden zich ook de voorgestelde SPA's in het kader van de Europese vogelrichtlijn. Vanuit een meer algemeen natuurstandpunt kan gesteld worden dat de natuurwaarde het hoogste is aan de kust (o.a. de Vlaamse banken) en afneemt naarmate men verder offshore gaat. Op land zijn er waardevolle kuststrookgebieden ter hoogte van het Zwin, de duinengordel ter hoogte van Bredene en de kustlijn van de gemeente De Haan.

4.7.2.2 Cultureel erfgoed

De bescherming van monumenten en stads- en/of dorpsgezichten wordt bepaald volgens het decreet van 03.03.1976, met aanpassingen in 1993, 1995 en 2001.

In onderstaande tabel zijn de beschermde monumenten en landschappen opgesomd die langs de kustlijn of op de dijk van de badsteden op de lijn Knokke-Oostende gelegen zijn.

Tabel 4.7.2: Beschermden monumenten en landschappen langs de kustlijn en op de zeedijk op de lijn Knokke-Oostende

<i>Naam</i>	<i>Besluit in Belgisch Staatsblad</i>	<i>Bescherming</i>
<i>Knokke</i>		
De tweelingvilla 'Noordhinder-Westhinder' (zeedijk)	10.03.94	Monument
Groenpleinduinen	08.02.94	Landschap
Zwinbosjes	19.05.83	Landschap
Zwin	03.06.39	Landschap
Gedeelte van de Graaf Jansdijk	11.07.59	Landschap
Hazegraspolder	02.02.79	Landschap
Het Golfterrein	23.12.81	Landschap
Oude Hazegraspolder en Binnenduinen	29.08.95	Landschap
<i>Blankenberge</i>		
Weststraattrap (zeedijk)	27.03.87	Monument
Bakkersstraattrap (zeedijk)	27.03.87	Monument
Kerkstraattrap of Leeuwetrap (zeedijk)	27.03.87	Monument
<i>Heist</i>		
Vuurtoren	27.03.87	Monument
Lichtopstand of kleine vuurtoren	09.12.81	Monument

De bescherming van landschappen en de instandhouding, het herstel en het beheer van de in het Vlaamse gewest gelegen beschermde landschappen, wordt geregeld door het decreet van 16.04.1996 (BS 21.05.1996). Dit decreet werd gewijzigd op 21 december 2001. Dit wijzigingsdecreet bevat een aantal toevoegingen met betrekking tot de bevordering van de algemene landschapszorg voor het hele Vlaamse Gewest. Hierbij wordt een juridische grondslag gegeven aan de 'landschapsatlas' en de 'landschapkenmerkenkaart' als beleidsdocumenten.

De landschapsatlas (Min. VI. Gem., 2001) geeft aan waar de historisch gegroeide landschapstructuur tot op vandaag herkenbaar gebleven is en duidt deze aan als relictten van de traditionele landschappen. De relictten worden geclassificeerd naar de ruimtelijke dimensie die ze in het landschap bezitten, ze kunnen onderverdeeld worden in punt-, lijn- en vlakvormige relictten.

Relictzones zijn gebieden met een grote dichtheid aan punt- en lijnrelictten, zichten en zones waarin de samenhang tussen de waardevolle landschapselementen belangrijk is voor de gehele landschappelijke waardering. *Puntrelictten* worden gevormd door monumenten en kleine cultuurhistorische landschapselementen of complexen ervan, en hun onmiddellijke omgeving. Ze kunnen al dan niet beschermd zijn. *Lijnrelictten* worden gevormd door lijnvormige elementen zoals dijken, wegen, waterlopen of complexen ervan, en hun onmiddellijk aangrenzende ruimte.

Sommige relictten vormen complexen van erfgoedelementen die één geheel vormen. Deze worden samengevoegd tot een ankerplaats. *Ankerplaatsen* zijn de meest landschappelijk waardevolle gebieden

voor Vlaanderen. Ze zijn binnen de relictzone uitzonderlijk inzake gaafheid of representativiteit, of nemen ruimtelijk een plaats in die belangrijk is voor de zorg of het herstel van de landschappelijke omgeving, of ze zijn uniek.

In onderstaande Tabel 4.7.3 worden de relictzones, ankerplaatsen en puntrelicten langs de kustlijn Knokke-Oostende gegeven.

Tabel 4.7.3: Relictzone, ankerplaats en puntrelicten langs de kustlijn Knokke-Oostende

Relictzone	Zwin en duinen van Knokke-Heist Duinen Oostkust Zwinpolders tussen Knokke-Heist en Damme Oude Hazegraspolder en Golfplein Knokke-Heist
Ankerplaats	Zwinlandschap Strand en duinen Fonteintjes Uitkerkse polder Duinbossen tussen Oostende en Wenduine met Concessie De Haan
Puntrelicten	Pier Blankenberge Vuurtoren Heist Kleine vuurtoren Lichtopstand Heist Fort Napoleon O.l.v. Ter Duinen Visserskapel Concessie De Haan Hubertmolen

Langs de kustlijn Knokke-Oostende zijn er een groot aantal relictzones en ankerplaatsen gelegen. Het betreft vooral duin- en poldergebieden en het Zwin met zijn uitzonderlijke landschapsecologische waarde als slikke- en schorregebied.

Op zee bestaat het cultureel erfgoed voornamelijk uit scheepswrakken. Op de Thorntonbank ligt er één wrak in het militair ontmijningsgebied. Dit valt buiten het gebied waarvoor de concessie wordt aangevraagd.

4.7.3 Autonome ontwikkeling

Wat betreft de natuurlijke ontwikkeling van het zeelandschap zonder windturbines kan gesteld worden dat er boven het zeeniveau geen ontwikkelingen zullen plaatsvinden die het landschap zouden wijzigen. De weidsheid en openheid van het zeelandschap zal dus behouden blijven.

De bouw van het windturbinepark op de Vlakte van de Raan wijzigt het landschap voor een periode van 20 jaar, waarna het landschap terug in zijn oorspronkelijke staat terugkeert. Indien het windturbinepark op de Vlakte van de Raan niet uitgevoerd wordt, zal de huidige weidsheid en openheid van het landschap behouden blijven.

4.7.4 Effecten

De effecten van de constructie, exploitatie en ontmanteling van het windturbinepark wordt voornamelijk bepaald door **de zichtbaarheid** van de activiteiten en windturbines.

4.7.4.1 Inrichtingsfase

De effecten van de constructie van het windturbinepark worden gelijk beschouwd voor verschillende opstellingen.

De bouw van het windturbinepark wordt voorzien op 2 jaar. In het eerste bouwjaar worden maximaal 30 turbines geïnstalleerd, wordt de transformator geplaatst en het volledige kabeltracé naar de kust toe gelegd. In het tweede jaar worden de resterende turbines geplaatst. Het plaatsen van de installaties in zee zal tijdens de werkbare seizoenen gebeuren, nl. van april tot en met september. Dit is dus tijdens het toeristisch hoogseizoen voor de kust.

EFFECT OP BELEVING

Beleving heeft te maken met de waarneembare kenmerken, het gevoel en de niet-waarneembare elementen.

Tijdens de constructiefase zal er een tijdelijke visuele verstoring van het landschap optreden als gevolg van de aanwezigheid van allerlei technische middelen en materialen, zoals platformen, ... en een toename aan scheepvaartbeweging. De aanwezigheid van het windturbinepark van Seanergy op de Vlake van de Raan heeft geen effect op de beleving tengevolge van de constructieactiviteiten.

Het aantal **schepen** dat af- en aanvaart en dat verantwoordelijk is voor het project, is eerder gering ten opzichte van het gemiddelde aantal schepen dat op de verschillende vaarroutes voorkomt, onder andere door de aanwezigheid van de Haven van Zeebrugge. Anderzijds kan de verhoogde scheepvaartbeweging aantrekkelijk zijn voor sommige toeristen. Bijgevolg wordt het effect van de schepen als gering negatief beoordeeld.

De **constructieactiviteiten** zullen vooral een effect op de beleving van toeristen, bewoners en vissers hebben. Gezien het windturbinepark op een grote afstand in zee geplaatst wordt, zullen de constructieactiviteiten ter hoogte van het windturbinepark bijna niet te zien zijn. Dit volgt uit de zichtbaarheidgegevens. Het effect van deze activiteiten op de toeristen en de bewoners zal dus zeer gering zijn. Het effect van de constructie op de beleving door vissers zal wellicht anders liggen, daar hun activiteiten zich op zee plaatsvinden en ze de constructieactiviteiten van dichtbij zullen waarnemen.

Om het effect van de constructie op de beleving na te gaan, kan er een belevingsonderzoek uitgevoerd worden op basis van een enquête. Gezien er aan de Belgische kust nog geen windturbinepark gebouwd werd, zijn deze gegevens niet voorhanden. Wel zijn er onderzoeksresultaten bekend van de bouw van het windturbinepark in Middelgrunden (Kopenhagen – Denemarken). Daar werd gedurende en na de bouwfase opmerkelijk weinig weerstand geboden betreffende de visuele impact van het windturbinepark. Het windpark van Middelgrunden bevindt zich nochtans op slechts 3 km van een zeer populaire recreatiezone aan de kust. De reden voor het geringe protest moet volgens Sørensen et al. (2002) gezocht worden in het feit dat van bij het begin van het project er een sterke publieke betrokkenheid geweest is en er ook een economische participatie heeft plaatsgevonden.

Gezien de grote afstand tot de kust, en bijgevolg het feit dat de bouwwerken zeer weinig zichtbaar zullen zijn, en de bevindingen van Sørensen et al. (2002), wordt het effect op de beleving gering tot verwaarloosbaar klein ingeschat.

Indien de bouw van het windturbinepark van Seanergy niet uitgevoerd wordt zullen de constructieactiviteiten, gezien de grote afstand, weinig zichtbaar blijven en wordt het effect op de beleving gering tot verwaarloosbaar klein ingeschat.

EFFECT OP HET CULTUREEL ERFGOED

De bouw van het windturbinepark zal geen direct en indirect effect hebben op het cultureel erfgoed langs de kustlijn Knokke-Oostende. De landschappelijke waarde van de relictzones, ankerplaatsen en puntrelicten zal in geen geval aangetast worden. Het behoud van de landschappelijke relicten, zoals de Fonteintjes, het Zwin, ... is van bijzonder belang, maar komt niet in het gedrang door de bouw van het windturbinepark. Tevens zal de bouw van het windturbinepark geen effect hebben op het cultureel erfgoed in zee, nl. het scheepswrak op de Thorntonbank.

4.7.4.2 Exploitatiefase

De effecten van het windturbinepark volgens verschillende opstellingen worden grotendeels gelijk beschouwd. Indien er relevante verschillen tussen de bekomen concessie en mogelijke alternatieve inplantingen te verwachten zijn, worden deze besproken.

In de milieueffectenbeoordeling van het Seanergy park schuift BMM criteria naar voor aanvaardbare inname van de horizon voor parken die voldoende zichtbaar zijn (22,2 km uit de kust). Aangezien het voorliggende project zich buiten deze grens bevindt wordt met dit criterium hier verder geen rekening gehouden.

Het windturbinepark zal gedurende een periode van 20 jaar geëxploiteerd worden. Het zeelandschap wordt gedurende 20 jaar beïnvloed door windturbines, bekabeling en transformatieplatform. Niettegenstaande het windturbinepark na 20 jaar zal ontmanteld worden, kan er gezien de lengte van deze termijn niet gesproken worden over een tijdelijk effect.

De inplanting van dit windturbinepark zal het zeelandschap slechts gering veranderen ten opzichte van het landschap met de inplanting van het windturbinepark van Seanergy. Het Seanergy-windturbinepark bevindt zich dicht bij de kust en zal dus meer visuele hinder veroorzaken dan het C-Power windturbinepark, dat van op de kust zeer weinig te zien zal zijn. Het Seanergy-windturbinepark zal tevens het eerste aan de Belgische kust zijn en zal het zeelandschap dus in de grootste mate wijzigen. Dit is vooral de verstoring van een onaangestaste horizon en een monotoon zicht door atypische, verticale en bewegende structuren. Windturbines bezitten ook een schaalverkleinend effect, d.w.z. dat ze de meetbaarheid van het open landschap vergroten en op die manier de weidsheid en openheid van de Noordzee aantasten. De windturbines geplaatst op de Thorntonbank zullen veel kleiner waargenomen worden dan de windturbines op de vlakte van de Raan (zie ook de fotosimulatie), bijgevolg hebben ze een minder schaalverkleinend effect dan deze van op de vlakte van de Raan.

De toevoeging van een windturbinepark op 27 km van de kust zal het reeds verstoorde landschap in veel mindere mate beïnvloeden.

Indien het windturbinepark van Seanergy niet uitgevoerd wordt, zal het windturbinepark op de Thorntonbank het eerste windturbinepark aan de Belgische kust zijn die de horizon verstoort. De verstoring zal in dit geval meer ervaren worden dan als het park van Seanergy er reeds staat, maar het landschap wordt slechts in beperkte mate verstoord gezien de grote afstand tot de kust waarop het windturbinepark 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 windturbinepark Seanergy is dus klein.

ZICHTBAARHEID VAN DE WINDTURBINES

Zoals eerder gesteld is de zichtbaarheid sterk afhankelijk van de weersomstandigheden. Gedurende bewolkte dagen en mist zullen de windturbines niet zichtbaar zijn. Uitgaande van de zichtbaarheidsgegevens van het KMI Figuur 4.7.1 en van het KNMI Figuur 4.7.2 werd het volgende gesteld:

Vanuit Zeebrugge of Blankenberge, gelegen op 27 km van het windturbinepark, kan het zijn dat de eerste windturbines maximaal 1/5° van de tijd te zien zijn (op basis van de gegevens van Lichteiland Goeree), maar op basis van andere zichtbaarheidsgegevens (Middelkerke) kan het ook zijn dat de windmolens nooit te zien zullen zijn. Momenteel ontbreekt de wetenschappelijke informatie om hierin een duidelijker standpunt in te kunnen nemen.

Dit geldt voor een zichtbaarheid om 12 h 's middags. Bij een opgaande en ondergaande zon zal de zichtbaarheid anders zijn. Wanneer de ondergaande zon zich bij helder weer schuin achter de windturbines bevindt zal er een groter kontrasterend effect optreden, waardoor de zichtbaarheid groter zal zijn. Bij bewolking zal dit kontrasterend effect kleiner zijn en zullen de windturbines minder zichtbaar zijn.

De zichtbaarheid van de windturbines wordt ook beïnvloed door de kleur van de windturbines. Maar gezien dit windturbinepark zich op een grote afstand tot de kust zal bevinden, zullen de kleuren van 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 licht grijs. Omwille van de veiligheid zullen de tippen van de wieken worden voorzien van een rode kleur, en de onderzijde van de mast met een gele kleur.

De windturbines die te zien zullen zijn bij helder weer, zullen heel klein zijn ten opzichte van de windturbines van Seanergy (zie Figuur 4.7.3). Het zichtbaar deel van de dichtste windturbine van C-Power bedraagt 36,84 m, terwijl het zichtbaar deel van de dichtste windturbines van Seanergy 62,07 m bedraagt.

Het menselijk oog heeft een beeldhoek van 45°, we nemen maar een klein deel van de horizon waar, de rest is wazig. Door het beperkt onderscheidingsvermogen van het oog zal de waarnemer het park eerder wazig vaststellen. Het menselijk oog is gelimiteerd in haar oplossend vermogen. De minimale hoek die voor het menselijk 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 m. 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 menselijk oog vooral gericht op patroonherkenning, zodat dit ook nog een effect kan hebben op wat nog "gezien" wordt.

Uit deze gegevens met betrekking tot de zichtbaarheid van de windturbines kan besloten worden dat het offshore windturbinepark op de Thorntonbank slechts een heel minieme visuele hinder zal teweeg brengen. De openheid van het zeelandschap wordt slechts in beperkte mate aangetast. De zichtbaarheid is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden en de gegevens zijn tegenstrijdig. De wijzigingen die het windturbinepark van C-Power aan het zeelandschap zal teweeg brengen, zijn zeer gering ten opzichte van de wijziging veroorzaakt door het windturbinepark op de Vlakte van de Raan. De windturbines van C-Power zullen tevens heel klein te zien zijn.

EFFECTEN OP BELEVING

Het effect van het windturbinepark op de bevolking wordt beoordeeld aan de hand van een belevingsonderzoek in het kader van de aanleg van een windturbinepark op 27 km van de kust, uitgevoerd door WES. Hierbij werd de gesimuleerde foto aan de ondervraagden voorgelegd.

Doel van de studie :

Het doel van de studie is na te gaan hoe verschillende types 'kustgebruikers' het zeelandschap zouden ervaren indien er offshore windturbineparken voor de Belgische kust worden gebouwd. Aan de hand van diepte-interviews wordt de beleving van de kust, van windenergie en van windturbineparken op zee ingeschat.

Methode :

Er werden 2 groepsdiscussies georganiseerd, enerzijds met de toeristen, tweede verblijvers en zeilers, anderzijds met de kustbewoners, handelaars en horeca-uitbaters. In totaal namen 20 (2x10) personen deel aan de groepsdiscussies. De resultaten kunnen dus niet geëxtrapoleerd worden naar het volledig doelpubliek van de kustgebruiker. Tijdens de discussie werd een vragenlijst gehanteerd als leidraad. Tevens werden de deelnemers geconfronteerd met de resultaten van het onderzoek naar de landschappelijke beleving van windmolenparken op zee (WES 2002a). Zo werd deze studie uitgediept. Door de dynamiek in de groepsdiscussie konden ideeën omtrent windturbineparken uitgewisseld worden.

Resultaten :

Uit de diepte-interviews blijkt dat de kustbewoners en horeca-uitbaters veel kritischer staan tegenover windenergie en de aanleg van een windturbinepark op zee t.o.v. de toeristen. Volgens de kustbewoners legt een windturbinepark een hypotheek op de beleving van de zee en het strand, ze zien de windmolens liever op het land. Anderzijds menen de toeristen, tweede verblijvers en zeilers dat een windturbinepark op zee de beleving van de kust niet te niet zal doen. Het landschap zal open blijven als niet de volledige horizon ingenomen wordt door de windturbines en ze niet te dicht bij de kust geplaatst worden.

Aan de ondervraagden werden 3 foto's voorgelegd, namelijk een simulatie van een windturbinepark op 6 km van de kust, één op 12 km van de kust, en een fotosimulatie van een windturbinepark op 27 km met het gecumuleerd effect van een tweede windturbinepark, namelijk dat van Seanergy op de Vlakte van de Raan, op 18 km van de kust. Bij de eerste foto waren alle ondervraagden het eens dat het te dicht bij de kust ligt. Het windturbinepark op 12 km wordt veel minder negatief beoordeeld door de toeristen dan de foto op 6 km. De kustbewoners en horeca-uitbaters vinden het nog steeds te dichtbij. De derde foto is aanvaardbaar door alle ondervraagde groepen. Het beeld stoort nauwelijks of niet. De beide groepen verwachten geen grote effecten van een windturbinepark op een dergelijke afstand. Enkele bewoners vrezen dat hun woonomgeving minder aantrekkelijk wordt, de tweede verblijvers vrezen echter niet voor een waardevermindering van hun eigendom. De zeilers zien het park eerder als een oriëntatiepunt dan een hinderlijke barrière, ze varen niet zo ver verwijderd van de kust. Het bezoekgedrag van de toeristen zal niet beïnvloed worden.

Algemeen wordt het windturbinepark op de Thorntonbank aanvaard omdat het park nauwelijks zichtbaar zal zijn. Wel vinden de bevroegden het belangrijk dat de plaatsing van bijkomende windturbineparken doordacht gebeurt zodat het zeelandschap niet te vol gebouwd wordt.

De bevraging geeft ook aan dat er nood is aan de betrokkenheid van de kustbewoners en toeristen bij het windmolenproject. Belangrijk hierbij is dat de inspraak en informatieverstrekking reeds van in het

begin van het project moet gegeven worden. Volgens het eindrapport van de Offshore Wind Energy Conferentie (EWEA, 2001) verhoogt de publieke appreciatie evenredig met de verkregen informatie en economische participatie in het project.

De informatie verstrekking van C-Power (info-vergaderingen en website) komt tegemoet aan deze nood en zal aldus de publieke appreciatie evenredig doen toenemen.

EFFECTEN OP MOGELIJKHEID TOT RECREATIE

De effecten op recreatie zullen zeer gering zijn. Het windturbinepark ligt te ver in zee. Bezoeken aan een windturbinepark zullen eerder georganiseerd worden naar het windturbinepark op de Vlake van de Raan. Wel kunnen een informatiecentrum, toeristische telescopen en informatieborden een meerwaarde geven aan het park. De bevolking zal zich meer betrokken en op de hoogte gehouden voelen.

Het windturbinepark zal van dichtbij te zien zijn van op de ferryschepen op de route Zeebrugge-Dover.

Uit verschillende onderzoeken en enquêtes blijkt dat de recreanten en bewoners het windturbinepark meer zullen waarderen als er goede informatie over het park gegeven.

EFFECTEN OP CULTUREEL ERFGOED

Het windturbinepark zal geen direct of indirect effect hebben op het cultureel erfgoed langs de kustlijn Knokke-Oostende. De landschappelijke waarde van de relictzones, ankerplaatsen en puntrelicten zal in geen geval aangetast worden.

BESLUIT

Gezien

- de zichtbaarheid van de windturbines sterk bepaald wordt door de weersomstandigheden en
- er geen eenduidigheid is of de windturbines al dan niet te zien zullen zijn
- de reeds gewijzigde landschapssituatie door de aanwezigheid van de windturbines van Seanergy
- uit de resultaten van het belevingsonderzoek blijkt dat het windturbinepark aanvaard wordt door de bevolking
- er geen effecten zijn op het cultureel erfgoed

kan besloten worden dat de effecten gedurende de exploitatie van het windturbinepark op de Thorntonbank, op het landschap zeer gering tot afwezig zullen zijn.

Ook indien het windturbinepark van Seanergy niet gebouwd wordt zullen de effecten van windturbinepark op de Thorntonbank, op het landschap zeer gering tot afwezig zijn.

4.7.4.3 Ontmantelingsfase

Aangezien verondersteld kan worden dat voor elke vorm van ontmanteling ongeveer dezelfde materialen en machines zullen ingezet worden als tijdens de bouwphase, worden de effecten op het landschap en de beleving tijdens de ontmantelingsfase ongeveer analoog ingeschat als de effecten als gevolg van de constructie.

Het aantal schepen dat af- en aanvaart voor de ontmanteling van het windturbinepark, is eerder gering ten opzichte van het gemiddelde aantal schepen dat op de vaarroute voorkomt, door de nabijheid van de haven van Zeebrugge. Bijgevolg wordt het effect van de schepen als gering negatief effect

beoordeeld. De ontmantelingsactiviteiten zelf zullen slechts voor een minieme visuele verstoring van het landschap zorgen. Gezien deze activiteiten tijdelijk zijn, op een grote afstand van kust plaatsvinden en bijgevolg heel weinig zichtbaar zullen zijn, wordt dit eveneens als een gering negatief effect beoordeeld. Tevens wordt na de ontmanteling de oorspronkelijke situatie hersteld.

De periode waarin de afbraak van het windturbinepark zal plaatsvinden is nog niet gekend. Aangezien aangenomen kan worden dat deze afbraakfase relatief kort zal zijn, wordt het effect op de beleving eerder gering ingeschat.

De ontmanteling van het windturbinepark zal geen direct en indirect effect hebben op het cultureel erfgoed langsheen de kustlijn Knokke-Oostende.

4.7.4.4 Kabels

Het effect op het aspect 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 tijdelijk effect wordt dit als een gering negatief effect beschouwd.

4.7.5 Leemten in de kennis

Er werd nog geen windturbinepark aan de Belgische kust gebouwd, de appreciatie van de bevolking is dus onbekend.

Er is nog geen overzicht van de resultaten van verschillende strategieën voor publieke betrokkenheid en conflict management bij offshore windturbineparken (Sørensen et al., 2002). Bijkomend onderzoek onder de vorm van een monitoring programma waarbij de publieke acceptatie voor en na de bouw van het windturbinepark nagegaan wordt in relatie tot publieke betrokkenheid en actieve conflict management zou bijgevolg wenselijk zijn.

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.

4.7.6 Mitigerende maatregelen en compensaties

Bij de uitvoering van het project moet voldoende aandacht besteed worden aan een goede communicatie met de bevolking, betreffende het verloop van het project. Dit zal de appreciatie van het windturbinepark door de bevolking verhogen. Dit kan bijvoorbeeld door de plaatsing van een infopaneel, het organiseren van een (tijdelijke) tentoonstelling, websites, ...

Wat de zichtbaarheid van de windturbines betreft worden geen remediërende maatregelen voorgesteld gezien de windturbines slechts in beperkte mate zichtbaar zullen zijn.

4.7.7 Monitoring

Naar aanleiding van de eerste windmolenprojecten werd reeds een enquête uitgevoerd naar de beleving van een windturbinepark aan de Belgische kust. Deze handelde echter hoofdzakelijk over een windturbinepark op 6 en 12 km van de kust. In het kader van dit onderzoek werden echter wel diepte-interviews afgenomen. Er bestaan echter nog geen gegevens over de beleving van de bevolking tijdens de aanwezigheid van een windturbinepark voor de Belgische kust. Dit kan onderzocht worden d.m.v. een perceptie-impactbepaling aan de hand van een enquête :

1. na de plaatsing van de eerste windturbines
2. na de plaatsing van de laatste windturbines

Dergelijke monitoring zou toelaten na te gaan welke de perceptie is van de inwoners en toeristen eenmaal het windturbinepark er gedeeltelijk en volledig staat. Dit zou toelaten de evolutie terzake te volgen. Het ware zelfs aan te bevelen zo'n 3 à 4 jaar na de plaatsing van het volledige windturbinepark de enquête nogmaals te herhalen om een eventueel "gewennings"effect vast te stellen.

4.7.8 Besluit

Tijdens de constructie- en de ontmantelingsfase zal er een tijdelijke visuele verstoring van het landschap optreden als gevolg van de aanwezigheid van schepen, platformen, ... Het aantal schepen dat af- en aanvaart en dat verantwoordelijk is voor het project, is eerder gering ten opzichte van het gemiddelde aantal schepen dat op de verschillende vaarroutes voorkomt. Bijgevolg wordt het effect van de schepen als gering negatief beoordeeld. De activiteiten op 27 km van de kust die gepaard gaan met de constructie en de afbraak van het windturbinepark zullen waarschijnlijk slechts beperkt of niet te zien zijn vanaf de kust.

Gezien het windturbinepark zich op 27 km van de kust zal bevinden, zal de zichtbaarheid van de windturbines vanaf de kust zeer beperkt zijn en sterk afhankelijk van de weersomstandigheden. Dit blijkt ook uit de gesimuleerde foto, die als nauwelijks storend wordt waargenomen door de bevolking. Het windturbinepark wordt door de ondervraagde bevolking algemeen aanvaard. Tevens zijn de effecten, van het windturbinepark op de Thorntonbank, op het landschap minimaal ten opzichte van de effecten veroorzaakt door het windturbinepark op de Vlake van de Raan. Bijgevolg wordt het effect van het windturbinepark op de Thorntonbank als licht negatief tot verwaarloosbaar beoordeeld.

Hieruit wordt besloten dat het windturbinepark op de Thorntonbank nauwelijks een effect zal hebben op het zeelandschap.

4.8 MENSELIJKE ACTIVITEITEN EN DE MENS

4.8.1 Inleiding

In de Belgische mariene wateren kunnen verschillende gebruikers worden onderscheiden. De meeste hiervan hebben economische bezigheden. Een algemeen overzicht van de sectoren waarin verschillende gebruikers, wordt gegeven in Figuur 4.8.1.

De gebruiksfuncties omvatten:

- baggeren en storten van baggerspecie;
- gaspijpleidingen en telecommunicatiekabels;
- militair gebruik (storten van oorlogsammunitie; detonatie van ammunities, oefenterreinen);
- natuurgebied (Ramsar, Natura 2000, speciale beschermingszones voor vogels);
- oceanologische waarnemingsstations;
- scheepvaart;
- visserij;
- luchtvaart;
- windturbineprojecten;
- zand- en grindwinning;
- toerisme en recreatie;
- archeologie.

Het bekomen gebied van de concessieaanvraag en / of in de nabije omgeving is in gebruik voor zand- en grindwinning, kustvisserij, militaire activiteiten (detonatie van springtuigen), scheepvaart en waarschijnlijk ook in beperkte mate voor recreatieve doeleinden. De voorgestelde kabeltracés kruisen andere gebruikers. De andere gebruikers van het BCP en de potentiële interactie worden besproken voor zo ver deze van belang zijn voor het windturbineproject.

Figuur 4.8.1: Kaart met de verschillende gebruikers van het BCP.

4.8.2 Visserij

4.8.2.1 Methodologie

De benadering voor de analyse in verband met visserijactiviteiten is dual. Enerzijds wordt gekeken naar de socio-economische impact op de visserij en anderzijds wordt aandacht besteed aan de veranderingen (vermindering) van de milieu-impact ten gevolge van de visserij in het desbetreffende projectgebied.

Voor het bepalen van de socio-economische invloed op de visserij worden verschillende benaderingen gebruikt. Op de eerste plaats worden er pogingen ondernomen om het economisch belang van de sector te evalueren. Dit gebeurt voornamelijk door het gebruik van gegevens van de Belgische Redersvereniging - voor zo ver beschikbaar - en op basis van literatuuronderzoek.

Om de impact te bepalen, wordt de oppervlakte van de concessie vergeleken met het totale visgebied en andere relevante socio-economische informatie over de kustvisserij. Ook de diepte van de verschillende zones wordt hierbij in aanmerking genomen. Verder wordt informatie van de Dienst Zeevisserij van het Centrum voor Landbouwonderzoek bekeken (zie studie in bijlage).

Voor de verandering van de milieu-impact van de visserij wordt ook uitgegaan van de verandering in oppervlakte die bevist wordt, de vismethode en de intensiteit van de bevissing.

4.8.2.2 Referentiesituatie

Het BCP ligt geschrinkt over 4 ICES visvakken, met name de vakken 202, 104, 102 en 103, zoals weergegeven, in Figuur 4.8.2. Voor het onderhavige project is voornamelijk de visvangst in de vakken 202 en in mindere mate in vak 104 relevant. De voorgestelde locatie op de Thorntonbank is van minder belang voor de commerciële zeevisserij. De Belgische zeevisserijvloot omvatte in 2001 126 schepen waarvan 66 behoren tot het kleine vlootsegment (< 221 KW, kustvisserij). Op 5 schepen na, die uitgerust zijn voor bordenvisserij, en 1 schip dat uitgerust is met warrelnetten en krabbenpotten, zijn ze allemaal uitgerust voor de boomkorvisserij.

Figuur 4.8.2: Situatie van de visvakken met betrekking tot het BCP en het project.

De Belgische kustwateren zijn de habitat van volgroeide demersale vis soorten zoals *Pleuronectes platessa* (schol), *Solea solea* (tong), *Gadus morhua* (kabeljauw), *Merlangius merlangus* (wijting) en *Melanogrammus aeglefinus* (schelvis) en de pelagische soort *Clupea harengus* (haring). Anders dan het jonge visbestand, dat een meer terreingebonden spreiding vertoont, verplaatsen de volwassen vissen zich het hele jaar vaker, afhankelijk van het paai- of voedingsgedrag. Dit betekent dat deze volgroeide vissen minder duidelijk in bepaalde zones en specifieke periodes aan de Belgische kust verblijven en dat een gemiddelde, algemene, spreidingskaart, zoals die voor het jonge bestand bestaat, weinig zin heeft (ref. DVZ-onderzoek).

De voornaamste soorten die gevangen worden zijn garnalen en platvis met daarin vooral tong, schar en schol. De vangst van kabeljauw en wijting is minder belangrijk. Het grootste tongbestand in Belgische kustwateren wordt aangetroffen tijdens het paaiseizoen (van maart tot mei) en bevindt zich grotendeels in het kustgebied. Tongvangst is ook opgetekend in verder van de kust gelegen gebieden (12-25 mijl) op migratieroutes naar en van de paaiplaats. Het belangrijkste seizoen voor het vangen van schol is geconcentreerd van december tot februari, wat overeenkomt met het paaiseizoen. De twee paaigebieden, die intensief bevist worden, zijn de omgeving van het Diepwaterkanaal en van Flamborough. Uit het algemeen migratiepatroon blijkt dat het bestand zich na het paaien vanuit het zuidelijk deel van de Noordzee naar het noorden verplaatst. De grootste voorraad wijting in de Belgische kustwateren verschijnt tussen oktober en april. Zoals bij kabeljauw is er in de winter een zuidelijke migratie op basis van de visconcentratie (paaiseizoen), gevolgd door een verplaatsing naar het noorden in het voorjaar (voedingsmigratie).

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

Concrete gegevens over werkgelegenheid in de kustvisserij werden niet gevonden, maar men mag aannemen dat er in de kustvisserij – met zijn betrekkelijk kleine schepen - aan boord van een boot gemiddeld 2,5 tot 3 directe banen gecreëerd worden. Dit leidt tot een raming van ongeveer 165 - 200 banen in de kustvisserij.

Hieronder volgen enkele ruwe cijfers ter informatie:

- In 1998 werkten er 379 mensen in de visnijverheid in het gebied van de haven van Zeebrugge-Brugge (buiten de visverwerking) met een toegevoegde waarde van 27,4 miljoen Euro. Volgens de Nationale Bank van België bedroeg de bruto toegevoegde waarde van de visserij in zijn geheel (nationaal) 62,2 miljoen Euro in 1998 (bron: Belgostat).
- Op 1 april 1999 waren er in totaal 601 geregistreerde kustvissers.

- In 2000 bedroeg de aanvoer van vis, schaal- en schelpdieren in Belgische havens $\pm$ 17500 ton met een waarde van 62,5 miljoen Euro (Welvaert 2001).
- Van de 26 522 ton aanvoer door Belgische vissers in 2000 werd ongeveer 23 % gevangen in het zuidelijk deel van de Noordzee (visgrond IV C) (Welvaert 2001).
- De gerapporteerde vangsten door de Belgische visserij in de visvakken 102 en 103 in het jaar 2000 worden weergegeven in Tabel 1 hieronder.
- Door het klein vlootsegment werd in het vak 202 slechts 5,7% in 2000 en 3,8% in 2001 van de totale vangst (besomming) gerealiseerd. De vermelde kleine omzet wordt dan ook voornamelijk gerealiseerd door een klein aantal eurokotters van in België geregistreerde maar in Nederland residerende vissers, dewelke op weg van de Noord nog een sleep doen.

Tabel 4.8.1: Vangsten in 2000 (bron: Redersvereniging).

	<i>Totale vangst (ton)</i>	<i>Vangst in visvak 102+103 (ton)</i>
> 50% in visvak 102+103	1 197	1 118
< 50% in visvak 102+103	4 391	609
Totaal	5 588	1 727

Specifiek voor garnaal (*Crangon crangon*) werd een gebied van rond 2 870 km² bevestigd in 1995, wat overeenkomt met een visintensiteit van 5 671 pk/uur (officiële statistiek) en een vangst van 513 ton (ICES 1999).

Figuur 4.8.3: Garnalenvangst en visintensiteit per maand in 1995.

Het relatieve belang van dit gebied voor de visserijsector wordt bevestigd door de resultaten van de bevraging door de dienst Zeevisserij van het Centrum voor Landbouwonderzoek bij de vissers. In deze studie (zie bijlage) komt men op basis van de antwoorden van de respondenten tot volgende resultaten:

- Zowel voor de garnalvissers, de kustvissers, de Eurokotters en de vaartuigen van het groot segment schommelde de besomming uit de Thorntonbank tussen 0 en maximaal 20%. Hierbij waren tong en schol de belangrijkste soorten. Kabeljauw, wijting, schar en garnaal vormden de andere doelsoorten. Als seizoengebonden soorten waren tong in voorjaar en zomer (paaiperiode) en kabeljauw in de winter en het voorjaar belangrijk. Garnaal tenslotte, voor zover enige belangrijkheid, was voornamelijk een winterse aangelegenheid.
- In vergelijking met de plannen voor de installatie op de Wenduinebank en de Vlake van de Raan heeft het gebied Thorntonbank een geringere impact wat betreft de visserij belangen. Het gebied Thorntonbank zou volgens de bekomen antwoorden in de loop der jaren minder belangrijk zijn geworden op het gebied van visserij exploitatie. Met uitzondering van één antwoord bleken allen akkoord met het feit dat het gebied Thorntonbank een goede, of de beste site zou mogen zijn voor een windturbinepark.
- Omtrent de bruikbaarheid van de site als complementair gebruik voor aquacultuur waren de meningen verdeeld. Het onbekende in deze materie kan hierbij een rol hebben gespeeld in de antwoorden.

Sedert 1997 werd de verordening van de Europese Commissie No 1489/97 van kracht. Deze verordening bepaalde dat de vissersvaartuigen verplicht werden tijdens hun zeereizen minstens om de twee uur automatisch hun positie zouden melden via satelliet verbinding. Dit geldt voor alle vaartuigen met een 'lengte over alles' groter dan 24 m en met een lengte binnen loodlijnen groter dan 20 m. Nationale bijkomende maatregelen zijn bovendien mogelijk. In de Belgische zeevisserijvloot vallen aldus 104 vaartuigen op een totaal van 128 onder deze maatregel. Een gedeelte van het klein vlootsegment valt immers niet onder deze verplichting, nl sommige kustvissers en sommige 'eurokotters'.

Op de Dienst voor de Zeevisserij (Ministerie van Landbouw) te Oostende worden deze gegevens automatisch geregistreerd.

Voor de periode eind 2000 tot en met eind 2001 werden de posities in de Belgische wateren op kaart gebracht. Omwille van de confidentialiteit van deze databank is publicatie ervan niet toegestaan. Wel kan worden bevestigd door de auteurs van deze studie dat de geplote bewegingen van vissersvaartuigen in bedoelde periode minimaal waren. Het ontbreken van gegevens over Nederlandse 'eurokotters' en van enkele Belgisch vaartuigen die niet onder de verplichting vallen zou misschien kunnen leiden tot een onderschatting.

4.8.2.3 Autonome ontwikkeling

Hier wordt een kort overzicht gegeven van de veranderingen in de visindustrie om de mogelijke effecten van het windturbinepark op de impact van en op de visserij te bepalen. Om deze reden worden hier twee punten besproken. Ten eerste de globale ontwikkeling in het Noord-Atlantisch gebied (voornamelijk op basis van rapporten van het Sea Around Us Project, <http://saup.fisheries.ubc.ca/>) en ten tweede een uitsplitsing van de kernstatistieken van de Belgische visserij (Welvaert 2001 en gegevens verkregen van de Dienst Zeevisserij). Daarnaast dient de invloed van de veel voorkomende boomkorvisserijvisserij op de biodiversiteit en het habitatverlies bij zachte zandige bodems zoals die voorkomen op het BCP ook kort behandeld te worden.

In verband met de onafhankelijke ontwikkeling van de visbestanden op wereldschaal kan worden gesteld dat de bestaande biomassa in de hogere trofische niveaus van het Noord-Atlantisch gebied sinds 1950 stelselmatig afneemt en tegenwoordig slechts een derde bedraagt van wat deze indertijd was. Tussen 1950 en 1975 werd ook een stijgende visintensiteit opgetekend, waarna deze praktisch constant bleef. Uit de totale hoeveelheid gevangen vis blijken duidelijk twee verschillende stadia. Het eerste loopt tot halverwege de jaren 1970 en vertoont een stijging, gevolgd door de opkomst van een dalende trend (zie Figuur 4.8.4). Deze gegevens illustreren de toekomst van de visserij in het Noord-Atlantisch gebied. Onderzoekers zijn tot de conclusie gekomen dat de huidige visexploitatie niet kan aanhouden en dat het hoger trofisch niveau van vissen met het oog op de tegenwoordige trends binnen enkele decennia volledig verdwenen zal zijn in het Noord-Atlantisch gebied (Christensen et al., 2002). Dit komt ook naar voren uit het feit dat het bestand van bijna alle soorten (behalve heek) gerangschikt wordt als "boven de veilige biologische grenzen".

Figuur 4.8.4: Geraamde vangst in 10^6 ton per jaar; de biomassa aanwezig in 10^7 ton vis met een hoog trofisch niveau in het Noord-Atlantisch gebied tussen 1950 en 1999. De verhouding tussen vangst en biomassa is een leidraad voor de intensiteit van de visserij (volgens Christensen et al., 2002).

Deze trend loopt grotendeels evenwijdig met de Belgische visserij. Een verhoogde aanvoer werd alleen waargenomen tussen 1950 en 1955, waarna een stelselmatige daling in de aanvoer en vlootomvang werd opgetekend. Het aantal schepen bleef vrij constant tussen 1980 en 1990 maar begon vanaf 1993 af te nemen. Terwijl de aanvoerwaarde een duidelijk stijgende lijn vertoont, zien we dat er sterke schommelingen zijn in de relatieve waarde van de visaanvoer in de verschillende jaren met een piek tussen 1980 en 1990, waarna de relatieve waarde afneemt tot het cijfer van de late jaren 1970.

Figuur 4.8.5: Tendens in het aantal Belgische vissersvaartuigen en de hoeveelheid visaanvoer (links) en de aanvoerwaarde in absolute en relatieve cijfers (rechts) voor 1950-2000 (bron: Welvaert 2001).

Voor de garnaalvisserij kende een scherpe daling tussen 1975 en 1998 van 1 500 ton tot minder dan 200 ton, waarbij de totale vangst in de Noordzee ongeveer hetzelfde bleef, ondanks belangrijke

verschillen van jaar tot jaar. De visintensiteit voor garnalen nam in België met ongeveer 78% sterk af in deze periode (ICES 1999).

Het Seanergy project zal ook leiden tot *de facto* kleinere visgronden voor boomkorvisserij. De invloed op zich kan nog niet uit cijfers blijken aangezien het project nog niet afgewerkt is. Wat betreft het oppervlak wordt er een verlies verwacht van $\pm 0,78\%$ ($8,57 \text{ km}^2$, zonder veiligheidszone, van het totaal bevisbare gebied met een diepte tussen 5 en 20 m).

De hierboven vermelde gegevens illustreren duidelijk dat, zoals het er nu voor staat, de huidige ontwikkelingen een somber beeld tekenen voor de verdere ontwikkeling van de Belgische kustvisserij. Recente ontwikkelingen in het Europese Visserijbeleid laten vermoeden dat verder quotabeperkingen en flankerende maatregelen (zoals technische maatregelen en beperkingen in vaardagen) alleen maar een versterking van de hierboven geschetste trends als gevolg zullen hebben op korte en middellange termijn.

4.8.2.4 Effecten tijdens de inrichtingsfase, exploitatiefase, ontmantelingsfase en door de kabels

De uitwerking op de visserij zal in de verscheidene stadia van het project fundamenteel weinig verschil vertonen. Omdat de bouw gepland is in twee fasen zal het bezetten van visserijgronden niet leiden tot volledige ontoegankelijkheid van het hele gebied vanaf het begin van de werkzaamheden. Gedurende het eerste jaar zal er minder effect zijn doordat een kleiner terrein gebruikt wordt.

Vanaf het tweede bouwjaar zal de impact vergelijkbaar zijn met die in de exploitatiefase.

Met het oog op het effect van het windturbinepark op de socio-economische ontwikkeling van de kustvisserij wordt er eerst een berekening gemaakt van de omvang van het visgebied dat in beslag zou worden genomen.

Zoals blijkt uit Tabel 4.8.2 kan ruwweg 83 % van het BCP bevisd worden. In dit percentage zijn de veiligheidszones rond gasleidingen, het munitiestort op de Paardemarkt, de ankerplaats bij de Westhinder, de beloodste navigatiekoers van het Scheur en de vergunde concessie voor het Seanergy windturbinepark niet inbegrepen. Tabel 4.8.2 toont ook aan dat de dieptecategorie van 20-30 m 40% van het totale oppervlak beslaat. Bij het maken van de berekening wordt ook aangenomen dat dieptecategorieën van 0-2 m en 2-5 m niet bevisd kunnen worden door de commerciële kustvisserij (hoewel zij een rol kunnen spelen in de recreatieve of toeristische kustvisserij).

Tabel 4.8.2: Uitsplitsing van het oppervlak en de verhouding van verschillende dieptecategorieën in het BCP en in de delen van het BCP die bevisd kunnen worden.

Diepte ¹	BCP		Bevisbaar ²		
	Km ²	% of BCP	Km ²	% van bevisbare oppervlakte	% van het BCP
<5	150,75	4,3 %			
5-10	552,49	15,6 %	459,41	15,7 %	13,0 %
10-20	711,22	20,1 %	623,77	21,3 %	17,6 %
20-30	1433,30	40,5 %	1209,99	41,3 %	34,2 %
>30	686,90	19,4 %	638,71	21,8 %	18,1 %
Totaal	3534,66	100,0 %	2931,9	100,0 %	82,9 %

¹ Diepte t.o.v. GLLWS

² Volgende gebieden werden uitgesloten: veiligheidszones rond gaspijpleidingen de Paardemarkt; het windturbinepark van Seanergy; de ankerplaats Westhinder, en de beloodste scheepvaartroutes

Tabel 4.8.3: Geeft de relatieve betekenis weer van de aangevraagde concessie voor de oppervlakken die bevisst kunnen worden en geclassificeerd zijn volgens de dieptecategorie.

<i>Bekomen concessie</i>				<i>Alternatieve inplanting</i>		
<i>Diepte (m)</i>	<i>Oppervlakte (km²)</i>	<i>% bevisbare oppervlakte</i>	<i>% van bevisbaar gebied</i>	<i>totale oppervlakte (km²)</i>	<i>% bevisbare oppervlakte</i>	<i>% van totaal bevisbaar gebied</i>
5-10	1,17	0,25	0,04	0,00	0,00	0,00
10-20	10,78	1,73	0,39	11,48	1,84	0,39
20-30	1,88	0,16	0,06	6,62	0,55	0,23

Zoals uit de tabel blijkt, ligt het terrein dat gedekt wordt door de concessie bijna uitsluitend in de dieptecategorie van 10-20 m. Het gebied van de concessie beslaat in totaal 0,5% van de visgronden. Als we ons beperken tot de dieptes tussen 10 en 20 m van de visgronden nemen de concessies bijna 2% van dit oppervlak in beslag.

Het verlies aan visgronden kan leiden tot inkomstenverlies en werkloosheid. Als we aannemen dat er een rechtstreeks evenredig verband is tussen oppervlakte en inkomsten of werkgelegenheid, komt een verlies van 1% in bevisbaar gebied neer op een geschat verlies van 1 à 2 banen of 620 000 Euro aan bruto toegevoegde waarde. Deze verliezen zijn significant kleiner dan de vastgestelde totale jaarlijkse schommelingen in inkomen of werkgelegenheid in de kustvisserij. Aangezien er niet meer gedetailleerde informatie over de kustvisserij bestaat, kon bovenstaande analyse niet verder verfijnd worden dan deze ruwe schatting. We erkennen dat dit een zeer grove raming is met waarschijnlijk een hoge graad van onzekerheid en wellicht een overschatting van de werkelijke economische waarde gezien het beperkte belang van dit gebied voor de visserij. Daarenboven is de impact van het Europese visserijbeleid mogelijk een belangrijkere factor in beperking van de inkomsten dan beschikbare oppervlakte.

In het ideale geval zouden voor een nauwkeurige bepaling van de invloed op de werkgelegenheid deze ramingen vergeleken moeten worden met de verwachte verdere daling in de levenskwaliteit van de Belgische kustvisserij - als gevolg van het overmatig bevissen van de vispopulaties in de Noordzee/Noord-Atlantische oceaan - en met de banen die gecreëerd worden door de installatie van windturbines. Op grond van de veranderingen in de kustvisserij in de afgelopen tien jaar en als de tendensen hetzelfde blijven, komen wij op een geraamd verlies van gemiddeld 20 banen per jaar, onafhankelijk van het verlies te wijten aan de windturbineprojecten.

Er is relatief overvloedig wetenschappelijk materiaal aanwezig dat eenduidig aangetoond heeft dat de boomkorvisserij een relatief sterk versturende activiteit is die een significant negatieve invloed heeft op de structurele en functionele integriteit van het mariene ecosysteem in en op zandige bodems (oa. Dayton et al 2002, Frid et al 2002, Lindeboom 2002). Dit geldt ook voor de boomkorvisserij op het BCP. Lopend onderzoek tracht momenteel deze verstoring te kwantificeren en af te wegen tegenover andere vormen van milieuversturende activiteiten op het BCP zoals zand en grindwinning. Algemeen kan wel gesteld worden dat deze invloed een sterk heterogeen karakter heeft, en afhankelijk is van de karakteristieken en voorgeschiedenis van de locatie, afhankelijk is van de visintensiteit en cumulatieve effecten door de al dan niet in aanwezige herstelperiode (die kan oplopen tot enkele tientallen jaren). Een afsluiten van een gebied voor de visserij zal dus onvermijdelijk leiden tot het uitblijven van de versturende invloed van de boomkorren die de bodem omwoelen en de organismen wegvangen. De directe negatieve invloed van de visserij op het milieu zal dus beduidend groter zijn dan de (momenteel moeilijk in te schatten, maar waarschijnlijk licht) negatieve invloed die de funderingen, erosiebescherming en kabels uitoefenen op het mariene leven.

Daarnaast is er het positief effect van een afgesloten gebied op de visvangst in de omgeving. Recent wetenschappelijk onderzoek (Roberts et al., 2001) toonde aan dat ook kleine (10-25 km²) mariene reservaten een significant positieve invloed hebben op de visserij in de omgeving. Deze invloed kan leiden tot een grote stijging (46-90%) in de vangsten in de omringende gebieden binnen een betrekkelijk korte periode van vijf jaar. Hoewel de toepasselijkheid van deze gegevens in het bijzondere geval van het BCP nog bewezen moet worden, bestaat er een aanzienlijke consensus binnen de wetenschappelijke wereld over het "overvloed en kweek" effect van mariene beschermingsgebieden, dat in een netwerk van mariene reservaten nog intenser is. Dit "overvloed en kweek" effect betekent dat de omvang van en de overvloed aan geëxploiteerde soorten toeneemt in de omringende zones en dat de populaties aangevuld worden via de export van larven (NCEAS Working Group on Marine Reserves 2000). Het aanvullend effect van het nabijgelegen afgesloten gebied van Seanergy kan misschien synergetisch werken.

Wat betreft de invloed van de kabels kan gesteld worden dat er een zone van 600 meter rond de kabels niet meer bruikbaar zal zijn voor visvangst en dit over de totale afstand van het kabeltracé wat resulteert in een niet bevisbare oppervlakte van ongeveer 22 km². In de praktijk is het verlies aan visgronden echter heel wat beperkter aangezien de kabel loopt door gebieden die toch niet worden gebruikt voor visvangst (vb. vaargeul, haventoeegang Oostende,...). Hoewel het tracé ten Oosten van de oefenzone voor mijnenbestrijdingsschepen heel wat korter is dan ten Westen hiervan, heeft C-Power geopteerd om toch ten Westen van dit gebied de kabels aan te leggen. Hierdoor dienen de kabels niet de Wenduinebank te kruisen waardoor een belangrijk gebied voor de kustvisserij gevrijwaard wordt.

In het algemeen komen wij tot de conclusie dat de impact van het volledig afsluiten van deze concessie voor de kustvisserij waarschijnlijk een minimale of zelfs verwaarloosbare invloed zou hebben op de inkomsten of werkgelegenheid in vergelijking met de autonome ontwikkeling, maar dat anderzijds de invloed op het milieu positief ingeschat wordt, door een vermindering van de visserijgebonden milieuverstoring.

4.8.2.5 Leemten in de kennis

Bij de analyse werd er een ernstig gebrek aan gedetailleerde visserijgegevens vastgesteld. Het was niet mogelijk om analyses uit te voeren van de betrekkelijk kleinere geografische eenheden. Gegevens over waar, wanneer en naar welke soorten er gevestigd worden konden niet verkregen worden of waren niet beschikbaar. Er zijn ook ernstige twijfels en onzekerheden over de correcte rapportage betreffende de gevangen hoeveelheden, de bijvangst en de "terugwerp".

Ook gegevens voor een goede inschatting van de invloed van de boomkorvisserij op de specifieke locaties op het milieu zijn grotendeels ontbrekend. Hierin kan in de toekomst eventueel verandering komen door lopende onderzoeksprojecten.

4.8.2.6 Mitigerende maatregelen en compensaties

MITIGERENDE MAATREGELEN

Economische compensatie en/of het aanmoedigen van alternatieve activiteiten kunnen overwogen worden.

COMPENSATIES

Het vaststellen van een economische compensatie is een optie voor een mitigerende maatregel. Het grootste probleem is hierbij het correct schatten van het inkomensverlies. Dit omdat de volledige

omvang van de visvangst vaak niet bekend is: de gegeven quota komen (soms/vaak?) niet overeen met de werkelijkheid en bijvangsten worden niet systematisch bijgehouden.

Met het oog op deze problemen en in het licht van de natuurlijke veranderingen die verwacht worden voor de visserij in het Noord-Atlantisch gebied ligt het uitwerken van compensaties niet voor de hand en valt buiten het terrein van deze MER.

Wat betreft compensaties voor de veranderingen in de geleden milieu-impact zijn we van mening dat gezien de waarschijnlijk eerder positieve invloed op het milieu door het wegblijven van impact door visserij, dit niet noodzakelijk is.

ALTERNATIEVE ACTIVITEITEN

Aquacultuur

Een mogelijk alternatief is aquacultuur. Hierbij moeten de voordelen en nadelen op zowel economisch en technisch vlak als milieu-aspecten grondig uitgewerkt worden. Naar onze mening valt een dergelijke afweging en analyse buiten het doel van deze MER.

Een eerste onderzoek uitgevoerd door de Dienst Zeevisserij stelt dat de biologische en chemische voorwaarden in volle zee uit de Belgische kust gunstig zijn voor het kweken van mosselen in hangcultuur. Uit de productieresultaten blijkt dat per jaar ongeveer 12 kg verhandelbare mosselen bereikt kan worden per meter touw.

Andere vormen van aquacultuur moeten onderzocht worden, eerst via strategisch onderzoek, gevolgd door specifieke onderzoeken naar haalbaarheid en milieueffecten.

Aanvullen van het visbestand

Het kan nodig zijn om de toestand van uiterst overbeviste visbestanden te herstellen. Een alternatieve methode om de effecten van onvoldoende natuurlijke aanwas van visbestanden te verhelpen, is deze kunstmatig te kweken door jonge vis uit te zetten in het wild (bestand aanvullen). Bij deze techniek plant de volwassen vis zich voort in viskweekvijvers aan land, waarbij de larven en jonge vis gekweekt worden in gecontroleerde omstandigheden tot zij een optimale grootte bereikt hebben om in het wild uitgezet te worden. De vissen groeien dan verder in een natuurlijke omgeving totdat zij gevangen kunnen worden.

4.8.2.7 Monitoring

Er bestaat een groot aantal onzekerheden over de ecologische uitwerking op het marien milieu van offshore installaties zoals windturbineparken, zodat onderzoek noodzakelijk is. Het effect op commerciële vis en ongewervelde soorten is van doorslaggevend belang voor de visserij. Vanuit een economisch standpunt moet de nadruk hier liggen op platvissoorten en garnalen.

De toegang tot het gebied moet gegarandeerd worden voor het wetenschappelijk onderzoek naar de bestanden. De dichtheid en spreiding van commerciële en niet-commerciële vis en garnalen moet gecontroleerd worden door het gebied op een gestratificeerde wijze te bevissen. Op een wetenschappelijk voldoende aantal punten zouden met regelmatige tussenpozen stalen genomen moeten worden. De monitoringstechnieken zullen waar mogelijk compatibel zijn met de technieken die actueel gebruikt worden voor de controle van visbestanden door bijvoorbeeld de Dienst Zeevisserij (d.w.z. met gebruik van een standaard garnalennet met 18 mm mazen en een zes meter opening op drie knopen). Het zou sterk aan te bevelen zijn om de monitoring te laten starten voordat de

bouwwerkzaamheden beginnen zodat vergelijkingen mogelijk zijn. Het zou ook mogelijk moeten zijn om de intensiteit van de monitoring te wijzigen, afhankelijk van het waargenomen optreden of uitblijven van veranderingen.

We merken op dat deze techniek eerst uitgetest moet worden voordat deze routinematig wordt toegepast. Ongetwijfeld worden er beperkingen ingesteld rond de veiligheid van het vaartuig en de installatie zelf.

4.8.3 Zand en grindontginning

4.8.3.1 Methodologie

Naar analogie van de andere hoofdstukken wordt in dit onderdeel aandacht geschonken aan de mogelijke interacties van milieueffecten van de windturbineactiviteit met de zand en grindwinningsactiviteit. In de analyse wordt uitgegaan van het standpunt dat de concessie voor het windturbinepark toegekend wordt en als consequentie heeft dat de zand en grindwinningsactiviteiten niet langer kunnen plaatsvinden binnen het concessiegebied (en de eventuele veiligheidszone) van C-Power. Hierbij wordt geen rekening gehouden met de implicaties van eventuele juridische aspecten van bestaande gebruiksrechten of domeinconcessies. Dit zal vermoedelijk uitvoerig behandeld worden in het advies dat de CREG zal uitbrengen.

4.8.3.2 Referentiesituatie en Autonome ontwikkeling

Het Ministerie van Economische Zaken is in het kader van de wet van 13 juni 1969 inzake het continentaal plat van België belast met de activiteiten in verband met zand- en grindexploitatie binnen de Belgische zeegebieden.

Exploitatie gebeurt in twee welbepaalde gebieden op het Belgisch continentaal plat. Zone 2 omvat de Kwintebank, Buiten Ratel en Oostdyck, Zone 1 de Thorntonbank.

De Thorntonbank en meer bepaald het gebied dat bekomen werd in de domeinconcessie, valt gedeeltelijk binnen de zone 1, zoals bepaald in de bijlage van het "Koninklijk besluit houdende maatregelen tot bescherming van de scheepvaart, de zeevisserij, het milieu en andere wezenlijke belangen bij de exploratie en exploitatie van minerale en andere niet-levende rijkdommen van de zeebedding en de ondergrond in de territoriale zee en op het continentaal plat - 16 mei 1977".

Het betreft hier een uitgestrekte zone voor zand- en grindwinning die het grootste deel van de Belgische territoriale zee tussen 12 en 17 NM omvat, inclusief het grootste deel van de Thorntonbank.

Bovendien werd, mede op vraag van de visserij, de oorspronkelijke zone 1 ingeperkt tot een 'Gereduceerde Zone 1', een zone die wordt afgebakend ten Noorden en ten Westen door de afbakening van zone 1, en ten Zuiden en ten Oosten door de uit gebruik genomen telecommunicatie kabel tussen de Thorntonbank en de de Goote Bank.

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de zandwinning in het BCP voor de laatste jaren. Voor het huidige project is enkel zandwinningszone 1 van belang. Deze zone wordt momenteel weinig intensief gebruikt voor de winning van mariene aggregaten (zand of grind).

In het zand en grindwinningsgebied 1 zijn concessies toegekend aan volgende bedrijven voor de volledige gereduceerde zone 1. De geciteerde volumes zijn echter geldig voor beide zones tezamen

- Hanson Aggregates Belgium NV voor de periode van 1/01/2002 - 12/31/2011; 1000000 m³/jaar
- De Hoop Handel B.V. voor de periode van 1/01/2002 - 1/01/2012; 300000 m³/jaar

- Tijdelijke vereniging van Baggerwerken Decloedt en Zoon NV, Dredging International NV en Ondernemingen Jan De Nul NV voor de periode van 12/31/1976 - 12/31/2006; 650000 m³/jaar

Momenteel beschikken we niet over gegevens die aanduiden of en waar er op de Thorntonbank effectief aan exploitatie gedaan wordt.

Naast deze zeer ruime concessies is er ook de meer afgebakende concessie van Belmagri in de zand en grindwinningszone 1 voor een volume van 200 000 m³/jaar. Deze concessie heeft echter geen overlap met de aangevraagde concessies voor windturbineparken van C-Power.

Tabel 4.8.4: Productiestatistieken per zone (bron MAGIS www.sandandgravel.com 2002).

<i>Productiejaar</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>
Zone 1	589 406 (15%)	0	0	882 (0,04%)	77 274 (4%)
Zone 2	2 802 159	1 397 498	1 685.170	1 901 356	1 833 783
Buiten de zones	504 824	0	0	0	0
R9A+S7F*	-	-	43 095	39 948	12 710
S7A*	-	-	0	0	0

* R9A, S7A en S7F: Nederlandse zone overgemaakt aan België in 1999 volgens de wet van 10 augustus 1998.

Tabel 4.8.5: Vergelijking van de oppervlakte van de inplantingen ten opzichte van de zandwinningszones en de Thorntonbank

<i>Oppervlakte (km²)</i>		<i>Overlapping met zandconcessies (km² en %)</i>
		<i>Bekomen concessie</i>
Zone 1	294,4 km ²	4,99 + 2,73= 7,72 km ² of 2,6 %
Gereduceerde Zone 1	112,5 km ²	4,99 + 2,73= 7,72 km ² of 6,8 %
		<i>Alternatieve inplanting</i>
Zone 1	294,4 km ²	17,57 km ² of 6 %
Gereduceerde Zone 1	112,5 km ²	17,57 km ² of 15,6 %

Er is geen overlap van de aangevraagde concessie voor het windturbinepark met de concessie voor zand en grindwinning van Belmagri nv. Uit bovenstaande tabellen blijkt dat het belang van zone 1 op dit moment beperkt is in vergelijking met de totale aanvoer. Daarnaast blijkt dat beide inplantingen slecht een klein gedeelte van de gereduceerde zone 1 in beslag nemen.

De evolutie van het toekomstig gebruik voor zand- en grindextractie is moeilijk voorspelbaar vanwege 1° een verwachte toename in de vraag naar maritieme aggregaten; 2° een neiging om het toegewezen winningsgebied te verkleinen; 3° het feit dat in de toekomst ook voor zand en grindwinning MER zullen opgesteld moeten worden; 4° de milieueffecten van de winning (welke o.a. afhankelijk zijn van de wijze van winning en intensiteit) op zich niet bijzonder goed gekend zijn.

De 150 kV kabel doorkruist de gereduceerde zandzone over een afstand van ongeveer 4 km en de zandzone 1 over een afstand van ongeveer 7 km. Rekening houdende met een breedte van 600 meter (100 meter tussen de kabels en een veiligheidszone van 250 meter langs beide zijden) komt dit overeen met een niet bruikbare zone van ongeveer 2,4 en 4,2 km². Wat betreft NV. Belmagri wordt een minimale afstand van 250 meter gerespecteerd.

4.8.3.3 Effecten

INRICHTINGSFASE, EXPLOITATIEFASE, ONTMANTELINGSFASE

De bekomen concessie van C-Power ligt bijna volledig in het zand en grindwinningsgebied 1.

Aangezien kan aangenomen worden dat de zand- en grindwinning niet langer toegelaten zal worden binnen het concessiedomein van C-Power zullen de effecten van deze activiteit (*voor zover ze daar effectief plaatsvinden*) op deze locatie verdwijnen en vervangen worden door de effecten van het windturbinepark.

De voornaamste impact van de zand en grindwinning bestaat uit :

- een verstoring van de bodemstructuur (in principe moet de monitoring van de overheid erover waken dat deze impact binnen bepaalde grenzen blijft; en geen blijvende impact heeft op de geomorfologie en geodynamiek);
- een verstoring van de bodemecologie door de verwijdering van de bovenste laag met als gevolg invloed op de benthische organismen (zowel de organismen bovenop als in de bovenste bodemlaag)
- een tijdelijke verstoring in de turbiditeit en eventueel een lokale verstoring van de chemische samenstelling van het water (door resuspensie van nutriënten of polluenten)

Aangezien, voor zover ons bekend, er geen gekwantificeerde gegevens bestaan over de milieu-impact van de zand- en grindwinning op deze locaties is een vergelijking met de impact van windturbines een zeer moeilijk gegeven. Op basis van expertbeoordeling wordt ingeschat dat de versturende impact van de windturbines op het bodemleven beperkter is dan deze van de zand- en grindwinning. De impact op de avifauna zal bij de windturbineactiviteit dan weer hoger zijn dan bij de aggregatenextractie. Wat betreft impact op bodemdynamiek en morfologie beschikken we momenteel over te weinig gegevens om een uitspraak te kunnen doen.

Naast de hierboven beschreven aspecten dient ook rekening gehouden te worden met de activiteit door Belgrami in hun concessiegebied. De concessieperiode voor de exploitatie van mariene aggregaten loopt van 1 januari 2001 tot 31 december 2009 voor een volume van 200 000 m³.

KABELS

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

4.8.3.4 Leemten in de kennis

Gedetailleerde kennis over de impact van zand- en grindexploitatie in de relevante gebieden ontbreekt. Ook de leemten in de kennis over gekwantificeerde effecten van windturbineturbines zoals vooropgesteld in het huidige project maken vergelijking uiterst moeilijk.

4.8.3.5 Mitigerende maatregelen en compensaties

Er worden geen mitigerende maatregelen of compensaties voorgesteld.

4.8.3.6 Monitoring

Gezien de nabijheid van het concessiegebied van Belmagri 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 ons voldoende mogelijkheden te geven voor een adequate monitoring in het grensgebied tussen beide activiteiten.

4.8.4 Baggeren en storten van baggerspecie

4.8.4.1 Referentiesituatie

In de omgeving van of op de Thorntonbank zijn er geen activiteiten bekend van onderhoudsbaggerwerken noch van het storten van baggerspecie. Deze activiteiten concentreren zich binnen de 12 mijlszone van het BCP.

Voor het kabeltracé is het wel belangrijk te wijzen op de aanwezigheid van de loswal Br & W Oostende die in de buurt ligt van het voorgestelde aanlandingspunt en het kabeltracé vlak bij Oostende. Daarnaast is het ook belangrijk om op te merken dat baggeractiviteiten gepland zijn in de "Vaargeul 1". Deze baggeractiviteiten zijn onderhoudsbaggerwerkzaamheden in de scheepvaartroute naar Zeebrugge en de Schelde. Daarnaast zijn er plannen om het "Scheur" in de toekomst uit te diepen en wellicht te verbreden. Het uitdiepen is voorzien voor de toegang van grotere schepen tot de havens.

4.8.4.2 Autonome ontwikkeling

Er is geen kennis van eventuele toekomstige veranderingen in de referentiesituatie. Er wordt aangenomen dat er zich geen relevante veranderingen in de toekomst zullen voordoen. Er kan verwacht worden dat in de toekomst onderhoudsbaggerwerken zullen uitgevoerd worden op de verschillende scheepvaartroutes.

4.8.4.3 Effecten

INRICHTINGSFASE, EXPLOITATIEFASE, ONTMANTELINGSFASE

Tijdens deze fases worden geen effecten verwacht.

KABELS

Gezien de onderhoudsbaggerwerkzaamheden voldoende ver van het project gebeuren, wordt er op zich geen impact verwacht. De activiteiten lijken alleen van belang voor zo ver het uitdiepen van vaargeulen door baggeren de kabels zou kunnen aantasten. Het kruisen van de vaargeul door de kabels zal zodanig en in coördinatie met de onderhoudsbaggerwerken gebeuren dat deze diep genoeg liggen, zodat er geen risico is voor de onderhoudsbaggerwerkzaamheden.

Wat betreft het storten van baggerspecie worden geen effecten verwacht.

4.8.4.4 Leemten in de kennis

Geen specifieke leemten werden genoteerd.

4.8.4.5 Mitigerende maatregelen en compensaties

Er worden geen maatregelen of compensaties voorgesteld.

4.8.4.6 Monitoring

Er wordt geen specifieke monitoring, buiten deze inherent aan eventueel uit te voeren baggerwerkzaamheden, voorgesteld.

4.8.5 Kabels en pijpleidingen

4.8.5.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling

De locatie van pijpleidingen en telecommunicatiekabels is weergegeven in Figuur 4.8.1. Bij de communicatiekabels is ook een onderscheid gemaakt tussen kabels in gebruik en kabels die niet langer gebruikt worden (bron van de gegevens: Ministerie van economische zaken, Maes et al. 2000)

Zoals uit de Figuur 4.8.1 blijkt, zijn er twee pijpleidingen op de Thorntonbank: de "Seapipe", geëxploiteerd door Statoil en "Interconnector" geëxploiteerd door Interconnector Ltd. De Seapipe buigt af naar het noordoosten ter hoogte van Thorntonbank, terwijl de Interconnector over de Thorntonbank in noordoostelijke richting loopt.

Naast gaspijpleidingen bevinden zich op de Thorntonbank ook telecommunicatiekabels. Concerto #1 East ligt ten westen van de Interconnector en Concerto #1 South ligt ten oosten van de Seapipe, beide geëxploiteerd door Flute Ltd. Ten noorden van de Thorntonbank ligt de Rembrandt kabel, die geëxploiteerd wordt door KPN Telecom. Daarnaast bevindt zich aan de voet ten zuiden van de Thorntonbank een niet langer gebruikte telecommunicatiekabel. De specifieke naam of (vroegere) exploitant van de kabel zijn niet gekend.

Van belang voor het onderhavige project is ook te vermelden dat er tegen de kust aan ook nog de PEC communicatiekabel, geëxploiteerd door Global Crossing of zijn opvolger, ligt.

Voor zo ver bekend zijn er momenteel geen vergunningen of aanvragen voor het leggen van kabels of pijpleidingen op de Thorntonbank of tussen de Thorntonbank en het aankoppelingsstation in Oostende. Wat betreft de autonome ontwikkeling wordt dus uitgegaan van een status quo ten opzichte van de referentiesituatie. In het geval er nieuwe windturbineparken zullen ontwikkeld worden voor de Belgische kust zullen ook hiervoor nieuwe kabels dienen aangelegd te worden. Aangezien hierover echter geen gegevens bekend zijn, kan dit niet in verwerkt worden.

4.8.5.2 Effecten:

INRICHTINGSFASE, EXPLOITATIEFASE, ONTMANTELINGSFASE

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.

De minimumafstand tussen de bekomen concessiezone en de Interconnector pijpleiding is ongeveer 600 m. De afstand tot de Seapipe bedraagt minimaal 700 m. Dit is buiten de vereiste veiligheidszone voor de pijpleiding. Er wordt geen enkel effect op een van beide pijpleidingen verwacht, en ook geen effecten op de milieu-impact van de pijpleidingen.

KABELS

Zes 33 kV kabels zullen echter de Interconnector pijpleiding en de Concerto #1 South Communicatiekabel kruisen. De methode van kruising 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 windturbinepark naar de kust. De eerste is de uit gebruik genomen 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. De geplande methode voor het kruisen van de PEC kabel heeft geen invloed op de milieueffecten van de PEC kabel. Voor mogelijke effecten en impacts van de kruising op zich verwijzen we naar de hoofdstukken Fauna en Flora, Bodem en Water.

4.8.5.3 Leemtes in de kennis

Er is geen gedetailleerde informatie bekend over de mogelijks toekomstige kabelroutes voor het nieuwe windturbineparken. Kennis over de waarschijnlijk en mogelijke evoluties van de morfologie van de zeebodem ter hoogte van kruisingen met de telecommunicatiekabels is onvoldoende, wegens gebrekkige kennis van lokale erosie of sedimentatieprocessen.

4.8.5.4 Monitoring

Gezien de afwezigheid van te verwachten effecten over de meerderheid van de kabeltracés lijkt monitoring niet nodig, met uitzondering van de kruisingen. Normale voorzorgsmaatregelen en plaatsingstechnieken tijdens het leggen van de kabels om schade aan de pijpleidingen of communicatiekabels te vermijden zullen in ieder geval genomen worden. Het kruisen van de kabel- en pijpleidingen zal worden uitgevoerd volgens de kruisingsovereenkomsten en de daarbij horende controles die afgesloten worden met de kabel- en pijpleidingexploitanten. Gezien de onzekerheid over de toekomstige evolutie van de kruisingspunten lijkt een geregelde controle van de toestand ter hoogte van de kruisingspunten evenwel aangeraden.

4.8.5.5 Mitigerende maatregelen en compensaties

Er worden geen mitigerende maatregelen of compensaties voorgesteld.

4.8.6 Andere windturbineparken

4.8.6.1 Referentiesituatie en Autonome ontwikkeling

Voor de referentiesituatie en de autonome ontwikkeling wordt aangenomen dat het Seanergy windturbinepark zal worden gebouwd.

Het park wordt normaal gesproken aangelegd in twee fasen. De eerste fase bestaat uit het installeren van 10 windturbines en het transformatieplatform. Na een positieve evaluatie zullen de resterende windturbines worden gebouwd. Geen andere windturbineparken hebben een vergunning voor installatie op het BCP.

Indien er geen andere windturbineparken gebouwd mogen worden, zal er natuurlijk geen hindernis zijn omdat het Seanergy project het enige zal zijn. Op het ogenblik is het erg moeilijk te voorspellen hoe de

evolutie op het BCP zal verlopen in verband met de ontwikkeling van windturbineparken. Gezien echter de recente opschorting van de bouwvergunning door de Raad van State is het echter niet zeker of dit windmolenpark effectief zal gebouwd worden.

4.8.6.2 Effecten

INRICHTINGSFASE, EXPLOITATIEFASE, ONTMANTELINGSFASE, KABELS

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

4.8.6.3 Leemten in de kennis, mitigerende maatregelen en compensaties, monitoring

Er zijn geen leemten in de kennis opgemerkt, en er worden geen mitigerende maatregelen, compensaties of monitoringactiviteiten voorgesteld.

4.8.7 Militaire activiteiten en luchtvaart

4.8.7.1 Referentiesituatie

Op de Gootebank en het westelijk deel van de Thorntonbank vinden militaire activiteiten plaats, echter buiten de bekomen concessie. Deze activiteit is het laten ontploffen van oorlogsmunitie en oefenmijnen. We beschikken momenteel niet over concrete getallen over de intensiteit of aard van de specifieke detonaties. Vlak voor de kust van Oostende ligt de NBH-10 zone, een oefenzone voor mijnenbestrijdingsschepen. De 150 kV kabels liggen hiervan echter ver genoeg verwijderd.

4.8.7.2 Autonome ontwikkeling

Op basis van de beschikbare informatie wordt geen verandering in deze situatie verwacht in de nabije toekomst

4.8.7.3 Effecten

INRICHTINGSFASE, EXPLOITATIEFASE, ONTMANTELINGSFASE, KABELS

Er wordt geen impact verwacht op de militaire activiteiten.

4.8.7.4 Leemten in de kennis

We beschikken momenteel niet over data die informatie geven over de exacte locaties en frequenties of aantallen van detonatie en de impact (geluid, druk, ...) van de detonatie op het milieu ter hoogte van de potentiële overlap.

4.8.7.5 Mitigerende maatregelen en compensaties

Er worden geen specifieke maatregelen of compensaties voorgesteld.

4.8.7.6 Monitoring

Er wordt geen specifieke monitoring voorgesteld.

4.8.8 Scheepvaart

4.8.8.1 Methodologie

Wat betreft de veiligheidsaspecten van de professionele scheepvaart verwijzen wij naar het gedeelte over veiligheid. Alleen de aspecten die leiden tot mogelijke beperking van de professionele scheepvaart of een verandering van de milieueffecten worden hier besproken.

4.8.8.2 Referentiesituatie

Op het BCP zijn twee belangrijke scheepvaartroutes. De eerste bevindt zich aan de uiterste NoordWestrand van het BCP 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. Het is de afsplitsing van het verkeersgeleidingssysteem in het kanaal voor het verkeer richting Belgische havens en de Scheldemonding. Dit is een erg drukke vaargeul met geloodste schepen. Ongeveer 65 000 schepen per jaar maken gebruik van deze vaargeul. Ten zuiden van het projectgebied ligt de vaarroute via Westpit. Deze route wordt soms ook "Westrond 2" genoemd. Voor de periode 09/2001-08/2002 (gegevens van de "Dienst Scheepvaartbegeleiding") werden er ongeveer 2000 schepen geregistreerd die gebruik maakten van de Westrond 2 vaargeul van of naar de Scheur/Schelde. Dit is slechts een klein onderdeel (ongeveer 3%) van het totaal aantal door de dienst Scheepvaartbegeleiding geregistreerde scheepsbewegingen in de Belgische territoriale wateren (deze omvatten niet de trafiek buiten het bereik van de schelderadarketen).

De effecten van de scheepvaart zijn niet eenvoudig in te schatten. Er bestaan, voor zover bekend, geen eenduidige cijfers over de emissies van de scheepvaart in de Belgische Maritieme Zone. De belangrijkste emissies van de scheepvaart zijn de emissies naar de lucht (SO_x, CO₂, NO_x) en de emissies naar het water. In principe zouden de emissies naar het water beperkt moeten zijn aangezien de Noordzee een "speciale zone" is onder de OSPAR conventie. Desondanks is er nog steeds een aanzienlijke hoeveelheid vervuiling tengevolge van accidentele en illegale lozingen van oa. oliehoudende vloeistoffen (sludges, tankreinigingen,...), scheepsafval, ...

4.8.8.3 Autonome ontwikkeling

Het is moeilijk om de autonome ontwikkeling in te schatten, maar redelijkerwijs kan men de volgende veranderingen verwachten.

Verdere uitdieping van de vaargeul zodat grotere schepen de Scheldemonding kunnen bevaren. De invloed van grotere aantallen schepen hangt in hoge mate af van toekomstige tendensen in de maritieme markt en de strategische plannen van de haven. Er lijkt een tendens te zijn naar een afname in het aantal schepen, gecompenseerd door de toename in de afmetingen van de schepen.

Ten gevolge van het Seanergy project is het ook mogelijk dat er een kleine wijziging optreedt in het vaarpatroon op de Vlakte van de Raan.

De graduele ban van TBT in het mariene milieu en de verdere invoering van dubbelwandige tankers zal resulteren in een verminderde milieu-impact in de toekomst. Ook mogelijke overeenkomsten over brandstoffen (gebruik, zwavelconcentraties, ...) zullen wellicht in de toekomst resulteren in een verminderde impact op de luchtemissies.

4.8.8.4 Effecten

INRICHTINGSFASE, ONTMANTELINGSFASE

Er zal extra scheepvaartverkeer zijn naar het projectterrein tijdens de constructie en ontmantelingsfase. De regels voor scheepvaartverkeer zijn echter duidelijk uitgewerkt en er worden geen noemenswaardige hindernissen verwacht in verband met het beperkt aantal vaarbewegingen tijdens de bouwfase.

EXPLOITATIEFASE

Ook tijdens de exploitatiefase wordt geen verstoring verwacht. Alleen tijdens het jaarlijks onderhoud wordt scheepvaart naar het windturbinepark verwacht. Een mogelijk effect van het windturbinepark kan zijn dat het als aanvullende referentiepunt dient (bv door extra radarbakens) en zo een navigatiehulp is voor de scheepvaart rond de Thorntonbank.

Aangezien er momenteel, voor zover bekend, quasi geen scheepvaart plaatsvindt op de Thorntonbank wordt er geen wederzijds effect verwacht op de milieu-impacten.

KABELS

Aangezien de bekabeling vaargeulen zal kruisen, wordt verwacht dat het doorgaand professioneel scheepvaartverkeer tijdelijk gehinderd zal worden in de constructiefase. Er bestaan echter duidelijke afspraken en reglementen over de uitvoering van zulke werkzaamheden. De procedures voor het kruisen van de vaargeulen zullen van tevoren gepland worden met de bevoegde overheid, het Vlaams loodswezen en de scheepvaartdienst om de invloed op de scheepvaart zoveel mogelijk te minimaliseren.

4.8.8.5 Mitigerende maatregelen en compensaties

Met het oog op de beschreven effecten worden er geen specifieke maatregelen voorgesteld.

4.8.8.6 Leemten in de kennis

Voldoende gedetailleerde gegevens over het scheepvaartverkeer (intensiteit, aantallen, soort schepen enz.), in het BCP zijn niet beschikbaar. Evenmin zijn data over de relatie van de scheepvaart met de milieu-impact in het BCP gekend.

4.8.8.7 Monitoring

Er wordt geen bijkomende monitoring voorgesteld.

4.8.9 Toerisme en recreatie

4.8.9.1 Methodologie

De potentiële milieugevolgen van effecten van het windturbineproject 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.

4.8.9.2 Referentiesituatie

Gemiddeld de helft van de toeristische overnachtingen worden doorgebracht aan de kust (Persoone et al. (1996). In 1991 nam de oostkust (streek van Blankenberge – Knokke-Heist) een vijfde van de overnachtingen aan de kust voor zijn rekening. In 2000 was het aantal overnachtingen aan de kust ongeveer 6,3 miljoen eenheden (bron: NIS). In 1995 spendeerde een toerist gemiddeld 25 Euro per dag in het geval van daguitstappen en ongeveer vier keer zoveel ofwel 100 Euro in het geval van langer verblijvende toeristen (jaarrapport Kamer van Koophandel). De consumentenuitgaven van toeristen aan de Belgische kust kan geschat worden op ongeveer 1,4 miljard Euro.

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. Jachthavens en surfclubs worden aangetroffen in badplaatsen aan de oostkust (Knokke-Heist en Blankenberge). Het is niet bekend 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.

De voornaamste gevolgen van het toerisme situeren zich op het landgedeelte (water en energieverbruik; effecten ten gevolge van verplaatsingen; afval; druk op duinen en stranden, ...). De gevolgen voor het "water" zijn beperkt tot de intensiteit en de daarmee samenhangende druk van pleziervaart en activiteiten zoals zwemmen en surfen. Deze laatste activiteiten situeren zich hoofdzakelijk in de zone naast het strand (vaak minder dan 500 m in zee).

Indirecte effecten van het toerisme beperken zich voornamelijk tot driftvuil dat via de stranden in het mariene milieu terechtkomt. Er bestaan echter geen [betrouwbare] schattingen van de hoeveelheden of samenstelling van de aan de Belgische kust gegenereerde afval, laat staan van de impacts op het mariene milieu.

4.8.9.3 Autonome ontwikkeling

De ontwikkeling van het toerisme en de recreatie langs de Belgische kust zullen waarschijnlijk een stijgend aandeel van op zeer korte termijn geboekte korte vakanties blijven zien. Hierbij is de invloed van het weer (een aangenaam weekend of zonnige voorspellingen) een belangrijke factor. Andere aspecten die een rol spelen zijn het algemeen economisch klimaat, de organisatie van evenementen en aandacht van de media. Het aantal overnachtingen zal waarschijnlijk de dalende tendens van de laatste jaren blijven weerspiegelen.

De mogelijke rol van het Seanergy project in het toerisme blijft een kwestie van speculatie. Goed opgezette monitoring zou de nodige gegevens voor het beantwoorden van de vraag kunnen opleveren.

4.8.9.4 Effecten

INRICHTINGSFASE, EXPLOITATIEFASE, ONTMANTELINGSFASE, KABELS

Het is uiterst moeilijk in te schatten welk effect een windturbinepark 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 windturbinepark op het toerisme. Ter vergelijking verwijzen we hier naar de onderzoeken uitgevoerd door Persoone et al. (1996) naar het effect en het IZEUT onderzoeksproject voor DWTC, waaruit bleek dat de subjectieve beleving van een verstoring van de kust uiterst afhankelijk is van het soort hindernis.

Uit een enquête die uitgevoerd werd als onderdeel van het onderzoek naar de "inpassing" van de haven van Zeebrugge (De Wachter et al., 2001) bleek dat industriële landschappen (d.w.z. uitzicht op de haven) beschouwd worden als minder belangrijke verstoringen. De belevingswaarde wordt diepgaand besproken in het gedeelte over het landschap.

Uit het landschapsonderzoek van WES (voorjaar 2002) bleek dat slechts één op vijf van de respondenten een afname in het aantal toeristen verwachtte door de aanwezigheid van windturbines op 6 km uit de kust, maar slechts 5 tot 10 % gaf aan dat zij vanwege de windturbines niet zouden terugkomen. Slechts 1 op 7 zelfstandigen verwachtte een daling van de inkomsten. Uit recent bijkomend onderzoek met diepte-interviews bleek dat de aanvaarding van een windturbinepark op 30 km in zee veel hoger lag dan voor windturbines op 6 km, en de impact op het toerisme en dus de eraan gekoppelde milieu-impact waarschijnlijk verwaarloosbaar klein is (zie studie WES in bijlage).

Er zijn ook weinig gegevens of materiaal over de mogelijke socio-economische aspecten van het organiseren van rondleidingen in en toeristische uitstappen naar de windturbineparken. Echter met het gegeven van de algemene ontwikkeling van windturbineparken door de gehele Europese Gemeenschap, de verwachte toename in de nabije toekomst en het feit dat er ook steeds meer windturbines aan land worden geïnstalleerd, zou deze invloed waarschijnlijk worden bepaald als uiterst marginaal en van tijdelijke aard. Wat betreft het cumulatief effect is het momenteel met de huidige kennis onmogelijk om een gefundeerde mening te geven. Bovendien zouden gewenningsverschijnselen ook een rol kunnen spelen.

Tenslotte dient erop gewezen te worden dat gezien de afstand van het windturbinepark tot de kust, en dus de tijd nodig voor eventuele verplaatsingen voor bezoeken relatief groot zal zijn, de intensiteit van eventuele recreatieve bezoeken waarschijnlijk zeer laag zal zijn. Anderzijds zal de invloed van het windturbinepark op de intensiteit van het kusttoerisme (wegblijven of aantrekken van toeristen op de kust) hoogstwaarschijnlijk verwaarloosbaar klein zijn.

Al deze informatie wijst erop dat de aanwezigheid van het windturbinepark van C-Power geen meetbaar effect zal hebben op toerisme en recreatie, of de door hen veroorzaakte milieu-impact.

4.8.9.5 *Leemten in de kennis*

Voor zover bekend zijn er geen onderzoeksgegevens beschikbaar over de effecten van windturbineparken op de socio-economische aspecten van toerisme en recreatie. Er zijn geen gegevens bekend over de intensiteit van verschillende vormen van watertoerisme (zeilen, surfen, zwemmen, pleziervaart). Aangezien het windturbinepark van Seanergy nog niet gebouwd is zelfs een correcte inschatting van de effecten van de autonome ontwikkeling van het toerisme speculatief.

4.8.9.6 *Mitigerende maatregelen en compensaties*

Geen

4.8.9.7 *Monitoring*

Er wordt geen specifieke monitoring nodig geacht.

4.8.10 Luchtverkeer

Er worden geen effecten op of verstoringen van het luchtverkeer verwacht, aangezien het projectgebied buiten de laagvliegzones ligt. De nodige signalisatie is ook voorzien voor onverwacht luchtverkeer (bijvoorbeeld loodshelikopters en Zoek- & Reddingsoperaties).

4.8.11 Archeologie

Voor zo ver bekend zijn er geen archeologische sites of wrakken in het concessiegebied of in de omgeving. Daarom wordt dit onderwerp niet verder besproken.

4.8.12 Mens

De aanwezigheid van mensen in de nabijheid van het windturbinepark kan verschillende oorzaken hebben. Een eerste oorzaak is om beroepsredenen. Het personeel dat instaat voor de oprichting en onderhoud van het windturbinepark. Een tweede groep omvat personeel op schepen die zich om beroepsredenen in de nabijheid van het park bevinden. Een tweede oorzaak is om recreatieve redenen. Hierbij gaat het in essentie om recreatieve scheepvaart. Een laatste groep van mensen omvat de passagiers op de ferryboten die in de buurt van de windturbineparken passeren.

Effecten tengevolge van professionele activiteiten vallen buiten het bereik van de MER. De impact op mensen die aan de kust wonen zal, indien mogelijk van belang (bijvoorbeeld geluid en trillingen, belevingswaarde), besproken worden in de betreffende onderdelen.

De impact op de mensen die in de nabijheid van het park vertoeven om recreatieve redenen wordt als verwaarloosbaar ingeschat en niet verder behandeld in deze MER.

Effecten op mensen op land valt in principe buiten de afbakening van deze MER. Desondanks wordt ingeschat dat de enige potentiële effecten (geluid en landschap) verwaarloosbaar klein zijn en geen significante invloed zullen hebben.

4.8.13 Natuurgebieden

4.8.13.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling

Op het BCP zijn verschillende natuurgebieden aangeduid. Dit omvat het Natura2000 gebied op de Trappegeer Stroombank en een Ramsar gebied aan de westkust. Daarnaast is recentelijk een voorstelling geweest van gebieden die aangeduid zullen worden als SPA (speciaal beschermingsgebied) in het kader van de EC vogelrichtlijn.

Hoewel momenteel geen bijkomende gegevens bekend zijn bestaat, binnen het kader van de wet op de bescherming van het mariene milieu, ook nog de mogelijkheid om mariene reservaten aan te duiden op het BCP. Tot nu toe zijn er geen gebieden aangeduid.

4.8.13.2 Effecten

Er worden geen effecten verwacht op gebieden die momenteel aangeduid of in overweging genomen worden voor natuurbescherming of natuurbehoud.

4.8.13.3 Mitigerende maatregelen, leemten in de kennis en monitoring

Voor dit onderdeel verwijzen we ook naar het onderdeel waar de effecten op avifauna besproken worden.

4.8.14 Oceanologische observatiestations

Voor zover bekend zijn er geen oceanologisch observatiestations in of in de de omgeving van het concessiegebied. Dit wordt daarom hier niet verder besproken.

4.9 VEILIGHEIDSASPECTEN

Alhoewel niet behandeld in deze MER zal voor het project een gedetailleerd noodplan opgesteld worden waarbij procedures, contactpersonen en diensten alsook technische beschrijving van noodmateriaal gegeven zullen worden. Dit noodplan zal voorzien in de correcte handelwijzen voor alle mogelijke relevante (dus ook voor milieu) noodsituaties. Hierbij zal ook rekening gehouden worden met de maatregelen noodzakelijk om eventuele milieu-impacts te minimaliseren, te bestrijden en te remediëren.

4.9.1 Installaties

4.9.1.1 Methodologie

In dit onderdeel worden de veiligheidsrisico's van de installatie op zich en de eventuele gevolgen van een incident / accident kort besproken. Inschatting van de veiligheidsrisico's verbonden aan de infrastructuur van het windturbinepark zelf zijn gebaseerd op literatuurgegevens.

Risico's voor de werknemers (arbeidsrisico's) worden in deze MER niet behandeld.

4.9.1.2 Risico's en Effecten

De huidige windturbines worden allen onderworpen aan verschillende classificatiesystemen. Dit geldt ook voor de windturbines van het onderhavige project. Teneinde tot een bepaalde klasse te behoren worden de turbines in hun geheel en op onderdelen gekeurd (bladen, gondel, elektrische installatie, mast en fundering).

De levensduur van de onderdelen van gecertificeerde windturbines is 20 jaar.

LEKKEN VAN VLOEISTOFFEN

De installaties (windmolens, transformatorplatform) zijn voorzien van opvangbakken op alle noodzakelijke plaatsen zodat eventuele lekken, die zouden resulteren in het vrijstellen van milieuschadelijke vloeistoffen (in casu vetten en oliën uit de turbine, of brandstof van de generator van het transformatorplatform), opgevangen worden. Uitgaande van het gegeven dat deze opvangbakken goed functioneren zal er dus geen milieueffect zijn ingeval van een vloeistoflek.

Dit is niet het geval indien een windturbine zou omvallen ten gevolgen van extreme klimaatcondities. In dat geval zullen de vetten en oliën aanwezig in de turbine vrijkomen en zich in het milieu verspreiden.

Gezien de bestaande classificatie en certificeringssystemen is de kans dat een turbine uit zichzelf omvalt gedurende de levensduur van het project niet onbestaande maar zeer klein. De volumes van aanwezige oliën en vetten in de turbine bedragen een kleine 1000 liter per turbine.

Net zoals de windturbines zal het transformatorplatform gecertificeerd worden. Dit transformatorplatform bevat ook oliën en vetten alsook reservebrandstof. De volumes bedragen ongeveer 120 000 liter oliën en 30 000 liter brandstof (diesel). Net als bij de turbines zal de installatie voorzien zijn van opvangbakken met een voldoende grote capaciteit (dus meer dan 40, 80 en 30 m³) voor de opvang van eventuele lekkages.

LEKKEN VAN GASSEN

Op het transformatorplatform wordt gebruik gemaakt van schakelapparatuur van het GIS-type (gass insulated system). De actieve delen zijn ondergebracht in hermetisch afgesloten compartimenten, gevuld met SF6-gas. Dit gas is een bekend broeikasgas. Indien er SF6-gas vrijkomt kan het dus een (zij het beperkt) negatief effect hebben op het milieu en de totale hoeveelheid broeikasgassen.

ANDERE RISICO'S

Brand

Een ander risico voor het milieu is brand. Brand in een turbine of op het transformator platform kan aanleiding geven tot het vrijstellen van toxische of milieuschadelijke stoffen. Vandaar dat zowel de producent van de turbines als de leverancier van het transformator platform opteert voor brandbestrijdingssystemen met een minimale milieubelasting.

In de turbines bestaat het brandbestrijdingssysteem uit een zelfstandig branddetectie- en bestrijdingssysteem. Dit systeem bestaat uit verschillende onafhankelijke systemen in de verschillende compartimenten (toren, gondel, elektrische cabines,...). Van zodra een brand wordt gedetecteerd wordt de ganse turbine onmiddellijk stil gelegd, wordt er een alarm signaal verstuurd via het SCADA systeem en start het brandbestrijdingssysteem. Brand in elektrische schakelkasten wordt bestreden met inerte gassen, in de andere delen door middel van een waternevel. Indien er personen in de turbines aanwezig zijn kunnen ook manuele brandblusapparaten (met schuim of water gevuld) gehanteerd worden dewelke zijn opgesteld op verschillende plaatsen in de toren en de gondel.

Het transformator platform omvat een volledig automatische brandbestrijdingsinstallatie op basis van inerte gassen (in afgesloten ruimten) of op basis van schuim of water systemen in de niet afgesloten ruimten. Het ganse platform wordt voor de plaatsing gekeurd conform de vingerende wetgeving voor off-shore installaties.

Blikseminslag, ijsworp, wiekbreuk

Blikseminslag op zich heeft geen gevolgen voor het milieu, indien het niet tot brand leidt. Op de windturbines en het platform wordt een blikseminslag geleidend systeem voorzien. Ook ijsworp heeft geen invloed op het milieu. Wiekbreuk heeft als enige invloed op het milieu dat er kunststof onderdelen in zee terechtkomen. Deze onderdelen zullen buiten hun 'afval' effect geen invloed hebben op het milieu. Aangenomen wordt dat na een incident met wiekbreuk, het onderhoud zal resulteren in het verwijderen van de afgebroken onderdelen.

Aangezien in, en in de onmiddellijke omgeving van, het windturbinepark zich normalerwijze geen mensen bevinden, zijn de risico's en effecten op de mens niet bestaande. Hierbij wordt nogmaals opgemerkt dat arbeidsrisico's (die wel bestaan) niet in ogenschouw worden genomen.

4.9.1.3 Leemten in de kennis

Er zijn geen statistische gegevens bekend van de faalkansen van de installaties, aangezien de GE 3,6 MW windturbines nog niet gedurende langere tijd in een marien milieu operationeel zijn geweest.

4.9.1.4 Mitigerende maatregelen en compensaties

Er dienen sensoren voorzien te worden (b.v. in de vloeistofhoudende compartimenten en in de opvangbakken) die de operator signaleren van het ontstaan van een lek, zodat deze snel kan interveniëren en de vloeistoffen zo snel mogelijk uit de opvangbakken verwijderd kunnen worden.

Er dienen sensoren aanwezig te zijn die de operator onmiddellijk waarschuwen in geval van brand.

Ingeval van wiekbreuk moet erop toegezien worden dat de afgebroken onderdelen effectief uit het milieu verwijderd worden, ook indien ze op de zeebodem terechtkomen of afdrijven.

Er dient nagegaan te worden op welke wijze eventueel lekken van SF₆ uit de schakelapparatuur kunnen gedetecteerd en opgevangen worden. B.v.. door het installeren van sensoren en het plaatsen van de omvormer in een gasdichte ruimte.

4.9.1.5 Monitoring

Geen specifieke monitoring wordt voorgesteld. Het lijkt wel aangewezen dat de overheid jaarlijks een overzicht krijgt van de opgetreden incidenten, zodat er een inzicht bekomen wordt op de ontwikkeling van de intrinsieke risico's van het windturbinepark

4.9.2 Scheepvaart

4.9.2.1 Methodologie

De analyse van veiligheidsaspecten naar de scheepvaart is samengesteld uit gegevens vanuit verschillende bronnen. De dienst Scheepvaartbegeleiding heeft gegevens doorgestuurd over scheepvaartbewegingen die gevolgd worden, en opgeslagen worden, door de Schelde Radar Keten. Deze gegevens, tezamen met datasets die het fysische milieu karakteriseren, zijn geïntegreerd geworden in een risicoanalyse uitgevoerd door de Germanischer Lloyd. In deze studie wordt de verhoging van het risico door het windturbinepark berekend. Het bestaande risico voor scheepvaartongelukken wordt niet berekend. Voor de methodologie van deze studie verwijzen we naar het rapport in bijlage.

4.9.2.2 Referentiesituatie

SCHEEPVAARTROUTES

Het projectgebied ligt op het BCP in de nabijheid van een van de meest drukke scheepvaartroutes ter wereld. Aan de noordrand van het BCP, en ten noorden van de Thorntonbank, bevindt zich de hoofdvaarroute met scheepvaart scheiding stelsel doorheen het Kanaal en de zuidelijke Noordzee. In de Franse wateren start een afsplitsing van dit scheepvaart scheidingsstelsel naar de Belgische havens en de Schelde.

Ten zuiden van de Thorntonbank, en ten zuiden van de Vlake van de Raan, zijn het Scheur en tot op zekere hoogte de Wielingen belangrijke scheepvaartroutes in het zuidelijk deel van het BCP. Zij worden gebruikt door alle schepen die op weg zijn naar Antwerpen, Gent, Vlissingen, Breskens en Zeebrugge. De tweede belangrijke aanvaarroute naar de Schelde is het Oostgat. Daarnaast is er ook nog het scheepvaartverkeer dat vanuit het verenigd Koninkrijk komt en vanuit een noordwestelijke richting de scheepvaartroutes in het zuiden van het BCP binnenvaart.

Een derde zuidelijke scheepvaartroute, soms Westrond genoemd en die over de Westpit loopt, ligt tussen de Thorntonbank van de Vlake van de Raan en wordt gebruikt door schepen die bovenvermelde

havens verlaten en in noordelijke richting varen naar Nederland, Duitsland, Scandinavië en het Baltisch gebied of omgekeerd.

Op al deze routes samen, in het zuiden van het BCP, worden gemiddeld ongeveer 70 000 scheepsbewegingen per jaar genoteerd.

Figuur 4.9.1: Kaart van de belangrijkste scheepvaartroutes op het BCP.

DICHTHEID VAN DE SCHEEPVAART

In globo kunnen in de buurt van de Thorntonbank 4 routes gedefinieerd worden met volgende trafiek cijfers (gegevens van tellingen van de SRK tussen 10/2001 en 9/2002).

- De hoofdvaargeul: de toegang tot Zeebrugge en de Schelde vertrekkende in het Westen aan de Franse Grens en lopende over het Scheur, de Pas van 't Zand over de Wielingen naar de Nederlandse grens. Aangezien heel wat trafiek slechts een deel van deze route gebruikt (vb van het Zuiden of het Noorden naar Zeebrugge en terug) zijn de cijfers afhankelijk van de plaats van telling. Een globaal cijfer van ongeveer 50 000 vaarbewegingen voor de Belgische kust is een goede benadering.
- Het Oostgat: dit is de verbinding tussen de Schelde en de vaarroute naar het Noordwesten dewelke vlak voor de Nederlandse kust loopt (Zeeland) met een totaal aantal jaarlijkse bewegingen van ongeveer 22 000.
- Noordoost Akkaart: Dit is de trafiek vanuit de Belgische havens (voornamelijk vanuit Zeebrugge) naar de UK dewelke vanuit de hoofdvaargeul naar het Noordwesten varen via het meest zuidwestelijke punt van de Thorntonbank. Volgens de cijfers van de SRK betreft het hier een 5 000 tal schepen, voornamelijk ferry's en RO-RO trafiek.
- Westrond 2: Deze route vertrekt vanuit de hoofdvaargeul voor de Belgische kust naar het Noordwesten (oa. Scandinavië) via een route ten zuiden van de Thorntonbank en ten Noorden van de Vlake van de Raan. Deze route telt ongeveer 2 000 vaarbewegingen per jaar.
- Westrond 1: Deze route ligt ten Noorden van de Thorntonbank en verbindt de hoofdvaargeul met de Noordwestelijke routes. Deze route is een alternatief voor de meer gebruikte Westrond 2 route maar wordt in de praktijk nagenoeg niet gebruikt (vorig jaar slechts 120 vaarbewegingen of ongeveer 2 schepen per week).

Tabel 4.9.1 geeft een overzicht van de door de scheepvaartbegeleiding gerapporteerde hoeveelheden in de periode 10/2001-09/2002, aangevuld met gegevens van Anatec UK geciteerd in de studie van Germanischer Lloyd. Deze Anatec UK cijfers omvatten een volledige dataset van alle scheepvaartbewegingen in de Zuidelijke Noordzee. Het gemiddeld aantal getelde scheepvaartbewegingen ligt hoger dan het aantal getelde scheepvaartbewegingen van het SRK. Vanuit een worst-case benadering hanteert Germanischer Lloyd de Anatec data-set.

De cijfers van de SRK blijken de meest gedetailleerde en meest recente gegevensset te zijn die beschikbaar is. Aangezien echter de cijfers van Anatec op de routes dicht bij de Thorntonbank, zijnde North-East, Westrond 1 en Westrond 2 hoger liggen, werden deze cijfers gehanteerd in de risicoanalyse (worst-case benadering).

Tabel 4.9.1: Overzicht van de scheepvaartdensiteiten op het zuidelijke deel van het BCP volgens Dienst Scheepvaartbegeleiding, voor de periode oktober 2001 tot september 2002, en volgens Anatec

<i>Route - cfr Figuur 4.9.1</i>	<i>Totaal aantal bewegingen volgens SRK</i>	<i>Totaal aantal bewegingen volgens ANATEC</i>
Westrond 1	120	614
Westrond 2	2 000	4 191
North East Akkaert	5 180	16 891
Hoofdvaargeul	40 à 60 000 afhankelijk van de plaats van telling	40 892

Figuur 4.9.2: Bijdrage van de verschillende categorieën (links), aanwezigheid van gevaarlijke goederen en tonnage (rechts) van de schepen die Westrond route 1 volgen ten zuiden van de Thorntonbank op basis van de gegevens van dienst Scheepvaartbegeleiding

ANALYSE VAN ONGEVALRISICO'S OP HET BCP

Hierna wordt er op basis van verscheidene bronnen een ruwe analyse uitgevoerd van het gevaar van verschillende soorten ongevallen op zee.

Informatie van P&I clubs toont aan dat de meeste ongevallen gebeuren wanneer de weersomstandigheden en de zichtbaarheid goed zijn. Ook het feit dat een tamelijk groot aantal ongevallen gebeurt in situaties waarin er intens gemanoeuvreerd wordt (inhalen, passeren, verankeren) bevestigt, samen met de vorige waarneming, dat de meeste aanvaringen een menselijke oorzaak hebben, vaak doordat de bemanning teveel op de radar vertrouwt en door een gebrek aan aandacht.

Een ander feit dat van het grootste belang is wanneer de kans op ongevallen wordt geanalyseerd, is het type en de afmeting van het schip. Grote supertankers en supervrachtschepen worden door hun omvang praktisch onbestuurbaar in crisissituaties (Disney 1996). Dit blijkt gedeeltelijk uit de gegevens die aantonen dat bulkvrachtschepen en tankers ongeveer de helft uitmaken van alle schepen die betrokken zijn bij ongelukken. Deze schepen zijn meestal groter en moeilijker te manoeuvreren.

De risicowaarden voor verschillende soorten ongevallen worden gegeven in Tabel 4.9.2. Hieruit blijkt dat het grootste gevaar bestaat uit aanvaringen, aan de grond lopen of contact, waarbij contact betekent: botsen met een drijvend of stilstaand object dat geen schip is. Dit soort ongevallen is verantwoordelijk voor meer dan de helft van het totale ongevallenrisico en bevestigt de bevindingen hierboven.

Tabel 4.9.2: Risicowaarden voor verschillende soorten ongevallen volgens verscheidene bronnen.

	<i>Kans op een ongeval per schip per jaar</i>		
	<i>Zuiden van de Nederlandse Noordzee (1978-1991)†</i>	<i>Wereldwijd (1991-1995) †</i>	<i>UK (1999-2000)*</i>
Aanvaring	0,032	0,0019	0,0251 - 0,0371
Contact	0,0065	0,0068	
Aan de grond lopen	0,0260	0,0034	0,0155 - 0,0067
Brand of explosie	0,0016	0,0021	0,0126 - 0,0191
Zinken	0,0097	0,0031	
Totaal	0,0760	0,0170	0,0532 - 0,0629

Bronnen: (Electrabel - Jan de Nul NV, 2001; Department for Transport, Local Government and the Regions, 2000)

*Betreft koopvaardijschepen die onder Britse vlag varen.

†Betreft alle soorten schepen.

Om een idee te krijgen van het aantal ongevallen per jaar moeten de kansen in Tabel 4.9.2 voor het Nederlands deel van de Noordzee en de wereldwijde gegevens vermenigvuldigd worden met de gemiddelde dichtheid (uitgedrukt als schepen per 1000 km²) van de regio in kwestie. De dichtheid in het "Scheur"-kanaal wordt geraamd op ongeveer 45 schepen/1000 km². De gemiddelde dichtheid in het gebied van de Westpit wordt geschat op 9 schepen / 1000 km² (Seanergy 2001). Op basis van de cijfers van het zuidelijk deel van de Nederlandse Noordzee zou dit resulteren in het volgende gemiddeld aantal botsingen en contacten per jaar: voor de Westpit één keer per 2,9 jaar; voor het Scheurkanaal een keer per 7 maanden. Helaas zijn er geen betrouwbaarheidsintervallen bekend voor deze gegevens, noch is er verdere informatie over de ruimtelijke betrouwbaarheid.

Op het Nederlands Continentaal Plat (met een oppervlak van circa 64 000 km²) waren er 13 aanvaringen en contacten per jaar in de periode 1978 tot 1995 (bron Ministerie van Verkeer en Waterstaat). Hiervan had 30 % (of 4 ongevallen/jaar) milieuschade tot gevolg. Aan de andere kant werden er in de laatste 30 jaar 4 incidenten tussen een schip en een olieplatform gemeld op het Nederlands Continentaal Plat.

Deze gegevens spreken andere beschikbare gegevens tegen, zoals het risico van een ongeluk met invloed op het milieu dat geschat werd in de milieueffectenbeoordeling (MEB) van het Seanergy Project. In dit rapport schat BMM het risico op basis van het optreden van ongevallen (13 in een periode van <10 jaar) in een gebied van de zuidelijke Noordzee dat gedeeltelijk zowel het BCP en de Nederlandse, Engelse en Franse gedeelten van de Noordzee omvat tijdens de periode 1992 - 2001. In dat document wordt gesteld dat de kans op een aanvaring in een gebied van 576 km² (24 km bij 24 km) rond het Seanergy project geschat moet worden in de orde van 3 incidenten met milieuoverlast (olie of chemische vervuiling) per 100 jaar (BMM, 2002).

Anderzijds zullen deze getallen waarschijnlijk nu opnieuw geïnterpreteerd moeten worden in het kader van de gegevens die beschikbaar worden over de accidenten en bijna accidenten naar aanleiding van het vergaan van de Tricolor.

Ook in tegenstelling tot het aantal contactincidenten in Nederlandse wateren stelt Seanergy dat de gemiddelde frequentie van contact tussen een schip en een van de 119 offshore platforms in het Britse gedeelte van de Noordzee ongeveer 1 keer per honderd jaar bedraagt (Seanergy 2001).

Er zijn ook gegevens beschikbaar voor een risicoanalyse van olietransporten in de Baltische Zee (SSPA 1996). De kans op een ongeluk met olievervuiling in de Baltische Zee op offshore routesegmenten (dus zonder haventoeegang) werd geschat op ongeveer 0,05/1000 vaarten.

Ook in de deelstudie van GL worden verscheidene bronnen aangehaald met vergelijkingsmateriaal van de kans van een ongeval. Ook deze getallen blijken zeer sterk te variëren (tussen meerdere aanvaringen per jaar tot minder dan 0,0005/jaar) afhankelijk van het beschouwde gebied, het type accident dat in overweging genomen wordt, of het met een ander schip is of met een platform. Een uitgebreide analyse van deze gegevens ligt echter buiten de opzet van deze MER. Opnieuw komt men echter tot de conclusie dat er veel verschillende getallen circuleren en dat een inzicht in de werkelijke kans voor een ongeval op het BCP moeilijk in te schatten is. We verwijzen hier verder naar de deelstudie in Annex.

Als conclusie kan gesteld worden dat de raming van scheepsongevallen in de Belgische territoriale wateren een zeer moeilijke berekening is. Daarom moeten de cijfers uiterst voorzichtig gebruikt worden, rekening houdend met alle gestelde onzekerheden. Aangezien er blijkbaar geen eenduidige conclusie bestaat over de risico's van accidenten en incidenten in de zuidelijke Noordzee, zal vergelijking met het bijkomende risico veroorzaakt door het project moeilijk te interpreteren zijn.

4.9.2.3 Autonome ontwikkeling

Veranderingen in het risico van scheepvaartongevallen (laat staan de differentiatie in verband met milieuschade) in de toekomst blijft hoogst speculatief. Het niet te verwaarlozen bijkomend risico van de bouw en exploitatie van het Seanergy windturbineproject kon niet afdoende bepaald worden (BMM 2002). Een afname in het gevaar van olievervuiling door olietankers kan op middellange termijn verwacht worden gezien de geleidelijke toename van dubbelwandige tankers. De ontwikkeling van aanvullende bescherming van bunkertanks in de koopvaardij is moeilijk te voorspellen.

Een andere ontwikkeling die men verwacht is dat op langere termijn het aantal scheepsbewegingen verder zal afnemen, maar dat de gemiddelde grootte van schepen nog verder zal toenemen. Het effect van deze ontwikkeling op het optreden van ongevallen met milieuschade is uiterst moeilijk te voorspellen en valt buiten het domein van dit rapport.

4.9.2.4 Effecten op de scheepvaartveiligheid

INRICHTINGSFASE

Tijdens de constructiefase zal er bijkomend scheepvaartverkeer zijn tussen de werf en de projectsite. Deze extra bewegingen verhogen weliswaar het gevaar van een ongeval op het BCP, maar er wordt verwacht dat door het beperkte aantal bewegingen de risicotename veel geringer is dan de verwachte natuurlijke variatie in ongevalsrisico op het BCP op basis van schommelingen in de scheepsdichtheid.

Het andere aanwezige gevaar is het risico van botsing tussen een stilstaand object (turbine, transformatorplatform of constructievaartuig) en een passerend schip (op drift of door een navigatiefout) dat niets te maken heeft met het project. Deze risico's zijn waarschijnlijk te vergelijken met de risico's tijdens de exploitatiefase.

EXPLOITATIEFASE

Elk jaar zal er een beperkt aantal scheepsbewegingen nodig zijn voor onderhoud en reparaties. Ook is voorzien dat de weersomstandigheden tijdens deze onderhouds- en reparatiewerken voldoende goed moeten zijn om een veilige benadering en uitvoering van de werken te verzekeren. Tijdens de exploitatiefase verwachten we geen aanzienlijke verhoging van de risico's door dit scheepsverkeer in

verhouding tot de huidige situatie, aangezien de frequentie uiterst beperkt zal zijn in vergelijking met het totale scheepvaartverkeer.

Andere scheepsbewegingen stellen een groter risico van een ongeval en worden uitgewerkt in de studie van Germanischer Lloyd. De kans voor een aanvaring tussen een schip en het windturbinepark is omstandig berekend in de deelstudie van Germanischer Lloyd (GL, 2003) die ook in bijlage zit. Voor de gedetailleerde beschrijving van de randinformatie, methodologie, resultaten en conclusies verwijzen we naar deze bijlage. In deze studie werden een aantal aannames gedaan. De belangrijkste aanname voor een appreciatie van de resultaten is waarschijnlijk dat ervan uitgegaan wordt dat er geen opzettelijke nalatigheid plaats vindt. Dus er wordt vanuit gegaan dat er door alle betrokken mensen (bemanning, scheepvaartbegeleiding ed.) naar best vermogen gehandeld wordt. In de realiteit blijkt de menselijke factor echter een belangrijke bron van ongevallen te zijn (zie hoger). Belangrijk hierbij te vermelden is dat onopzettelijke menselijke fouten evenals het falen van veiligheidsinstrumenten wel mee in deze analyse werd opgenomen. Opzettelijke nalatigheid is niet in rekening gebracht aangezien hiervoor geen statistische basis data voorhanden zijn.

Daarnaast wordt geen rekening gehouden met: Technologische ontwikkelingen; luchtvaartongelukken, structurele veiligheid van de turbines; aanvaringen tussen schepen binnen het windturbinepark; onderhoudswerkzaamheden; oorlog en terrorisme; en voor kwantitatieve analyse met schepen kleiner dan 500 ton

Uit de analyses van de studie van GL blijkt dat de gecumuleerde kans op een aanvaring van een schip met het windturbinepark conform de bekomen concessie 0,0050 aanvaringen per jaar bedraagt terwijl dit voor de alternatieve inplanting 0,0054 aanvaringen per jaar bedraagt. Dit komt overeen met respectievelijk eenmaal elke 201 of 185 jaren.

Hierbij werd een onderscheid gemaakt tussen enerzijds schepen op drift en anderzijds schepen die niet op drift zijn. Het bovenvermelde risico is nagenoeg volledig te wijten aan schepen op drift gezien de afstand van het park tot de voornaamste scheepvaartroutes.

Ter vergelijking haalt GL in zijn studie cijfers aan van de risico-inschatting van aanvaring van een turbine door een schip in andere MER's van windturbineparken. Deze zijn weergegeven in onderstaande tabel.

<i>Locatie / MER</i>	<i>Kans op een aanvaring tussen een schip en een turbine</i>
Horns Rev	0,337/jaar (alle vaartuigen) 0,046/jaar (zonder de vissersvaartuigen)
Seanergy	0,15/jaar
Ijmuiden Oost	0,134/jaar
Zandvoort Oost	0,174/jaar
Rødsand	0,18/jaar
Borkum west	0,053/jaar
Offshore Bürger Butendiek	0,0004/jaar

Het bekomen risico is ongeveer een factor 6 à 7 kleiner dan wat door BMM beschouwd is als aanvaardbaar risico (3 incidenten met milieuvervuiling per 100 jaar), en betekent dus een kleine maar niet verwaarloosbare verhoging daarvan.

Opvallend is ook dat het risico beduidend lager wordt ingeschat dan wat gemeld wordt in vele andere MER's van windturbineparken. Een aantal van deze windparken zijn ondertussen volledig vergund, in bouwfase (Rødsand) of reeds gebouwd (Horns Rev). Bij de interpretatie van deze cijfers dient enige voorzichtigheid gehanteerd te worden aangezien niet voor alle projecten dezelfde methodologie werd gehanteerd.

Buiten de raming van de kans op een aanvaring of contact tussen een vaartuig en een windturbine of het transformatorplatform moet de uitwerking van een dergelijk effect ook ingeschat worden. Deze uitwerking is afhankelijk van een aantal factoren. De belangrijkste zijn:

- de afmeting en het soort vaartuig;
- de snelheid van het vaartuig bij de botsing;
- de manier waarop het vaartuig het obstakel raakt;
- het feit of het obstakel een windturbine op een enkele paal of op drie palen is, of dat het om het transformatorplatform gaat.

In het algemeen geldt dat hoe groter het schip, hoe kleiner de impact van het obstakel op het schip zal zijn, maar hoe groter de impact op het obstakel. Dezelfde algemene regel is van toepassing op de snelheid. De schade aan het schip en het obstakel vergroot met de snelheid. Experts schatten dat een schip op drift van 10000 GT (= 3/4 van de schepen) een windturbine volledig zou overvaren, zodat de windturbine om zou vallen op de zeebodem of het transformatorplatform ernstig zou beschadigen (deze kans is echter gering gezien de centrale ligging van de transformator in het park).

Het is duidelijk dat de specifieke kenmerken van het type, en dus de vorm en de bouw van het schip invloed zullen hebben op de effecten van een incident. Er zal verschil zijn in de effecten van het doordringen van de romp van een bulkvrachtschip, een enkelwandige olietanker of een algemeen vracht- of containerschip. De locatie en het volume van bunkertanks zijn ook afhankelijk van het type vaartuig. In de studie van Germanischer Lloyd wordt het volume dat vrijkomt tengevolge van een aanvaring met een onderdeel van het turbinepark geschat, waarbij rekening gehouden wordt met de probabiliteiten van voorkomen en type schip. Het resultaat van deze deterministische berekeningen is dat de gemiddelde volumes die vrijkomen ongeveer 50 (bekomen concessie) tot 75 ton (bestudeerd alternatief) zouden bedragen (GL 2003).

Gezien het risico op een aanvaring bijna uitsluitend te wijten is aan schepen op drift, kan men verwachten dat in de meerderheid van de gevallen van een aanvaring het schip het obstakel zijdelings zal treffen. Alleen bij de weinig waarschijnlijke frontale aanvaring bestaat de kans dat de turbine zou vallen op het schip. In alle andere omstandigheden wordt verwacht dat het schip de monopaal zal doen buigen. Bij een turbine op drie palen of een incident met het transformatorplatform zal de toestand anders zijn. De kans op het indringen van de scheepsromp stijgt van een fundering met een paal – de kleinste kans – via een turbine met drie poten tot het platform – de grootste kans. In de berekeningen van Germanischer Lloyd werd uitgegaan van een driepootfundering zodat elk contact aanleiding zou geven tot een beschadiging van het schip en de bijhorende oil spill. Dit is een conservatieve aanname met een overschatting van het risico tot gevolg.

ONTMANTELINGFASE

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

KABELS

Er wordt geen verschil verwacht voor het leggen van de kabels in het park in vergelijking met de rest van de bouwphase.

Wat betreft het leggen van de kabels vanaf het transformatorplatform tot de kust is de situatie enigszins anders. Tijdens het leggen van de kabels worden er werkzaamheden uitgevoerd waarbij de vaargeulen gekruist moeten worden. Zoals reeds besproken in het hoofdstuk over menselijke activiteiten zullen de verstoringen en dus de risico's slechts binnen een korte periode optreden. De nodige regulering voor het aangeven van deze activiteiten zal strikt nageleefd worden en zo wordt het risico ook geminimaliseerd. Daarom mag men concluderen dat dit het risico voor milieuschade niet significant zal verhogen.

CONCLUSIE

Het windturbinepark vormt een beperkt, maar significant gevaar voor de scheepvaartveiligheid. Het conservatief geschatte risico (=kans en grootte van de impact) wordt door GL als aanvaardbaar geklasseerd. Anderzijds wordt wel gewezen op het feit dat opzettelijke grove fouten niet in rekening worden gebracht in deze studie.

4.9.2.5 Leemten in de kennis

Een eerste leemte in de kennis omvat de beschikbare scheepvaartgegevens. Kennis over de exacte posities, types, cargo, etc... van alle scheepvaartverkeer op het BCP ontbreekt.

Een tweede belangrijke leemte in de kennis is dat er nog geen langdurige ervaring is met grote windturbineparken op zee in de buurt van drukke scheepvaartroutes. Er is dus geen vergelijkend materiaal beschikbaar.

Problemen op het vlak van scheepvaartveiligheid zijn hoofdzakelijk het gevolg van lakse menselijke houding, menselijke nalatigheid of puur winstbejag. Deze factoren vallen zeer moeilijk in te schatten, maar zijn zekere niet verwaarloosbaar in de analyse. Onopzettelijke menselijk falen werd betrokken in de analyse doch opzettelijke fouten niet (deliberate or grossly negligent acts)

4.9.2.6 Mitigerende maatregelen en compensaties

Het is belangrijk dat er van het begin af aan pogingen worden ondernomen om een procedure uit te werken voor het verkeer van en naar de site, zodat de kans op een aanvaring miniem wordt.

Een pasklaar rampenplan moet opgesteld worden voor incidenten met een windmolen en voor olievervuiling in de nabijheid van het windturbinepark.

De plaatsing van boeien en andere signalisatieapparatuur (b.v. radar signalisatie) zal de veiligheid rond het park verhogen.

De mogelijkheid van een continue bewaking van het scheepvaartverkeer rond het windturbinepark, met adequate waarschuwingsprotocols en/of wettelijke bepalingen kan resulteren in een verhoogde veiligheid.

De mogelijkheid om van bij de start het onderhoudsschip als een multifunctioneel schip op te vatten biedt aan aantal bijkomende mogelijkheden om de veiligheid te verhogen (zie ook verder). Mogelijke bijkomende functionaliteiten zijn: slepersfunctie, brandbestrijding, oliebestrijding, ...

4.9.2.7 Monitoring

Er wordt geen specifieke milieumonitoring voorgesteld.

4.9.3 Radar en Scheepscommunicatie

4.9.3.1 Methodologie

De effecten op radar en scheepscommunicatie zijn uitgevoerd in een deelstudie door de onderzoeksgroep Telemic van de Katholieke Universiteit Leuven. Het volledige rapport bevindt zich in bijlage. De belangrijkste conclusies zullen hier kort herhaald worden.

Het eerste hoofdstuk van deze studie is gewijd aan radars, daar de grootste storingen op de radiofrequente systemen zullen optreden met de hoogste frequentie (en dat zijn in dit geval de radars, met frequenties in de buurt van 9 GHz). Na de bespreking van de effecten op de werking van de vaste radars, volgt een bespreking van de radar toepassingen aan boord van de schepen (hoofdstuk 2). De volgende 2 hoofdstukken behandelen de marifonie kanalen (ca. 160 MHz): effecten op de werking van de VHF communicatie (marifonie – hoofdstuk 3) en de invloed op RDF (Radio Direction Finder - hoofdstuk 4). Tot slot worden ook nog de effecten op de referentie DGPS zender te Oostende (hoofdstuk 5) en het toekomstig te implementeren AIS (Automatic Identification System – hoofdstuk 6) besproken.

4.9.3.2 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling

Langsheen de Belgische en het zuidelijke deel van de Nederlandse kust is een keten van kustradars opgesteld, de zogenaamde Schelde Radar Keten (of SRK). Deze radars dienen de overheid te helpen bij het organiseren van het scheepvaartverkeer in het zuidelijke deel van het BCP, de Scheldemonding en de zuidelijke Nederlandse mariene kustwateren. Momenteel bestaat deze keten uit 5 walradars. In de loop van de volgende jaren zullen twee radartorens toegevoegd worden aan de SRK. Een op de zandbank Oostdyck in Belgische wateren en een op de Schouwenbank.

Figuur 4.9.3: Overzicht van de alternatieve inplanting en de radars van de Schelderadarketen

4.9.3.3 Effecten

Het farshore windturbinepark op de Thorntonbank ligt buiten het werkingsgebied van de SRK. Desalniettemin "zien" de radars verder dan hun werkingsgebied, en komen ze tot voorbij het windturbinepark. Een eerste belangrijk effect van de windmolens is het veroorzaken van schaduwen op de radarbeelden waardoor objecten eventueel tijdelijk onzichtbaar worden.

Op Figuur 4.9.4 wordt de globale radardekking van de verschillende radars van de Schelderadarketen weergegeven voor de alternatieve inplanting. Voor de bekomen concessie komt men essentieel tot dezelfde conclusie. Hierbij werden een aantal worst-case veronderstellingen gemaakt zoals: de verschillende windturbineparken werden elk afzonderlijk benaderd als één ondoordringbaar blok (C-Power in magenta, Fina Eolia in zwart en Seanergy in wit). Voor deze constellatie zijn er slechts 4 zones die door minder dan 2 radars, wat mogelijk een verhoogd risico inhoudt, worden gedekt:

- Het meest westelijke gedeelte van het VTS werkingsgebied. De huidige situatie zal echter niet beter zijn, de radar van Oostdyckbank, die als enige dit gedeelte dekt, is immers nog niet actief. Bovendien zal deze zone vermoedelijk ook gedekt worden door een Franse radar in de buurt van de Frans-Belgische grens.
- Voor de tweede zone, een deel van het meest noordelijke gedeelte van het werkingsgebied, geldt dezelfde opmerking dat de enige radar die deze zone dekt nog niet actief is. Vermoedelijk is er hier nog dekking van een Nederlandse radar die de scheepvaart naar de haven van Rotterdam observeert, maar die buiten de verantwoordelijkheden van de Schelderadarketen valt.
- De derde zone is evenmin een reden tot zorgen. Tussen de (geplande) parken van Seanergy en Fina Eolia (aan de noordelijke zijde van het eerstgenoemde park dus) ontstaan zones die door slechts één radar of zelfs helemaal niet gedekt worden. Deze zone lijkt echter niet echt aan te raden om voor scheepvaart gebruikt te worden gezien de geringe diepgang (10 m). Let wel dat in werkelijkheid dit geen echt grote zones zullen zijn zoals in de figuur is aangeduid, maar dat er enkel veel kleinere zones ontstaan op de snijpunten van de schaduwzones van de verschillende objecten.
- De laatste zone die niet door het gewenste aantal radars wordt gedekt is een zone ten noorden van het (geplande) windturbinepark van Fina Eolia. Deze strekt zich uit tot maximaal 2 km ten

noorden van de meest noordelijke rij van dit windturbinepark. De meest nabije vaarroute bevindt zich echter op een 3-tal km ten noorden van dit park zodanig dat deze schepen nog steeds zichtbaar zijn voor 2 of meer radars. Hier geldt dezelfde opmerking als voor de vorige zone. Tevens is er mogelijk een Nederlandse radar, die de scheepvaart naar de haven van Rotterdam observeert, maar die niet tot de verantwoordelijkheden van de Schelderaderketen behoort, die deze zone ook dekt.

Figuur 4.9.4: Globale radardekking voor de alternatieve inplanting van het windturbinepark van C-Power (magenta) en de windturbineparken van Seanergy (wit) en Fina Eolia (zwart)

Opm: Ondertussen heeft Fina Eolia geen domeinconcessie bekomen waardoor de werkelijke toestand nog verbeterd tov. de hierboven besproken situatie.

Valse echo's, een ander mogelijke impact, treden maar op op het radarbeeld achter de turbines als een schip zich op een zeer kleine afstand van de windmolens bevindt. Deze valse echo's veranderen ook afhankelijk van de positie en koers van het schip. Voor een geoefende observator (de mensen van de SRK, of de officieren op de brug van een schip) zou dit een herkenbaar fenomeen moeten zijn. Aangezien de echo's echter voornamelijk optreden in de onmiddellijke nabijheid van de windturbines, kunnen andere signalisaties, zoals lichten, of visuele herkenning het risico bijkomend verminderen.

De effecten op het VHF communicatie systeem tonen een vergelijkbaar patroon als bij de radars maar zijn veel kleiner. In de deelstudie wordt hierom besloten dat: *"Het gebruik van FM, evenals de geringe invloed van de windturbineparken op marifoniesignalen, zullen voor geen noemenswaardige verstoringen zorgen in de communicatie met schepen. Voor de installaties aan boord van de schepen verwachten wij ook niet teveel nadelige effecten aangezien de zend- en ontvangstinstallaties zeer dicht bij mekaar zijn gelegen. Als de verbinding van de vaste installaties naar het schip kan worden aangegaan, is dit zeer waarschijnlijk ook het geval voor de omgekeerde verbinding. Het VHF-communicatiesysteem is inderdaad quasi volledig dual, daar de zendfrequentie weinig verschilt van de ontvangstfrequentie, en voor sommige kanalen zelfs identiek is."* De effecten worden daarom als niet significant geklasseerd.

Effecten op de RDF omvatten het veroorzaken van stoorsignalen en een verzwakking van het oorspronkelijke signaal. Anderzijds blijkt uit de berekeningen dat de invloed van de turbineparken verwaarloosbaar is, vermits de nauwkeurigheid van de RDF systemen rond de 0,5° schommelt en de totale systeemfout aldus kan oplopen tot 0,51°. Het bereik van het systeem wordt in dezelfde mate beïnvloed als de marifonie m.a.w. slechts in zeer geringe mate

Betreffende DGPS signalen wordt besloten dat: *"De DGPS signalen zullen, tenzij in de onmiddellijke omgeving van de turbines (ten hoogste 20 meter), slechts marginaal (enkele tienden dB) beïnvloed worden door de één van de twee opties voor het turbinepark (die op een afstand van meer dan 30 km van de zender gelegen is). Het wordt ten stelligste afgeraden enkel op (D)GPS te varen in de onmiddellijke omgeving van de turbines. Inderdaad, zelfs al zouden de laatste ontvangen differentiële correcties nog geldig blijven, kunnen in deze studie niet onderzochte reflecties van de satelliet signalen tegen de turbines de GPS satelliet signalen zelf en dus de daaruit berekende positie zeer ernstig beïnvloeden op korte afstand rond deze turbines. Enkel indien de GPS constellatie toevallig satellieten dicht bij de horizon (10° elevatie) bevat, zou deze zone in het slechtste geval zich kunnen uitstrekken tot 737 m. Ontvangst op zeer grote afstanden (>150 km) zal eerder afhangen van de toestand van de ionosfeer dan van de aanwezigheid van de turbineparken."*

Op basis van het rapport over de effecten op de radar komt men tot de conclusie dat het windturbinepark een zeer beperkte negatieve invloed heeft op de bewaking en communicatie van de scheepvaart op het BCP. De impact hiervan op de veiligheid van het scheepvaartverkeer is waarschijnlijk quasi verwaarloosbaar. De directe impact op het milieu is als dusdanig onbestaande. De indirecte impact zal enkel bestaan via een verhoogd risico op aanvaring. Gezien de beperkte negatieve invloed op de

radar, communicatie en plaatsbepalingssystemen vormt dit waarschijnlijk geen belangrijke verhoging van het risico.

4.9.3.4 Mitigerende maatregelen

In bijlage is ook een studie aanwezig waar ingegaan wordt op de mogelijk verhoogde veiligheid in het geval een bijkomende radarpost zou geïnstalleerd worden.

Een aantal locaties voor een extra radar, die aan de vereisten voor een Early Warning Systeem voldoen, zijn in detail voorgesteld en besproken in de studie in bijlage voor beide constellaties. Deze zijn ofwel ten noorden ofwel ten noordwesten van het windturbinepark gesitueerd. Door een versteviging van een windmeetmast is het mogelijk bovenop deze mast een radar te monteren, die, mits een kleine verplaatsing van deze masten naar aanbevolen posities, en in combinatie met de bestaande radars van de SRK de meeste aanvaringen kan voorzien. Enkel kleine schepen (<15 m) ten ZW van het park zouden in de onmiddellijke omgeving (< 5 km), en dan nog in een beperkt aantal zones op de Thorntonbank, aan het radarsysteem kunnen ontsnappen. Installatie van een radar ten ZW van het park is op dit ogenblik nog niet erg zinvol, zolang men de ligging van potentieel toekomstige windturbineparken niet kent.

Deze radar zou niet enkel de radardekking van de SRK voor bepaalde punten verbeteren, maar eveneens het dekkinggebied van de SRK aanzienlijk uitbreiden. Merk wel op dat deze extra zone maar door één radar, zijnde de nieuwe radar, wordt gedekt. Gezien de betrouwbaarheid van een dergelijk radarsysteem (1 panne om de 3 jaar) zou dit moeten volstaan om schepen reeds lang vóór hun aankomst in het VTS-werkingsgebied waar te nemen en eventueel bij te sturen.

De vereiste softwareaanpassingen voor de integratie van het Early Warning Systeem in het huidige IVS systeem zijn relatief beperkt, daar de meeste vereiste onderdelen aanwezig zijn, zodat de kosten daarvan in de hand kunnen gehouden worden. Enkel moeten voorzieningen getroffen worden om de nodige combinaties ervan te activeren.

Indien zou geopteerd worden voor een bijkomende radar, dan zou het globaal veiligheidsniveau wat betreft radarcontrole stijgen in plaats van dalen. Hierdoor zou het risico op accidenten met milieu-impact dalen door een betere radardekking.

4.9.4 Olieverontreiniging

4.9.4.1 Methodologie

Voor de bespreking van de olieverontreiniging zijn verschillende aspecten in ogenschouw genomen.

Voor de bespreking van de referentiesituatie wordt kort besproken wat gekend is van olievervuilingen op het BCP, voornamelijk op basis van gegevens van het toezichtprogramma op de Noordzee vanuit de lucht. Daarnaast is ook gebruikt gemaakt van beschikbare literatuur.

Daarnaast zal in het onderdeel effecten de resultaten van de consequentieanalyse uit de risicoanalyse van GL besproken worden.

Voor de bespreking van de effecten van een olieverontreiniging is een deelstudie uitgevoerd door WL Delft Hydraulics. Zij hebben op basis van modellen van de hydrodynamica van de Noordzee en modellen van olieverspreiding (Part 3D Delft) de verspreiding van een olielozing gesimuleerd. Het volledige rapport (2 delen) is in bijlage gegeven. De belangrijkste conclusies die getrokken kunnen worden op basis van deze studie zullen hieronder ook besproken worden. De analyse van WL Delft Hydraulics vormt ook de basis voor een ecotoxicologische analyse van de effecten van de aanwezigheid van de olie op fauna.

Het is in het kader van dit onderzoek belangrijk aan te geven dat de simulaties zijn gebaseerd op een worst-case scenario. Worst-case scenario dient hier gezien te worden in de optiek van de bestrijding en interventietijd en de mogelijke vervuiling van de drijvende olie op de kust. Daarom is er voor de deelstudie gekozen voor een situatie van hoge windsnelheid (17 m/s); een windrichting die zo recht mogelijk naar de dichtstbijzijnde Belgische of Nederlandse kust blaast, en een volume dat nog net binnen de capaciteit van de bestrijdingsmogelijkheden ligt. Daarnaast is ook aandacht besteed aan de mogelijke invloed van het lozingsmoment en aan de modelparameter windfrictiecoëfficiënt. Het is duidelijk dat deze scenario's dus niet uitgekozen zijn omwille van een ecologische worst-case.

Tenslotte wordt ook kort aangehaald wat de kansen zijn dat bepaalde aspecten van de scenario's zich voordoen. Dit laatste is van belang om de resultaten in een juiste context te kunnen situeren.

Op vraag van BMM heeft TW Delft twee bijkomende scenario's gemodelleerd; één bij gemiddelde weersomstandigheden en één bij (bijna) windstil omstandigheden.

4.9.4.2 Referentiesituatie

Aangezien het concessiegebied in de Noordzee ligt, valt dit onder de regelingen die van toepassing zijn op de MARPOL "speciale zones", Bijlage I. Het lozen van oliehoudende vloeistoffen is daarbij verboden. Voor het doel van dit MER wordt aangenomen dat er geen lozing zal plaatsvinden. De interne regelingen en controle worden verondersteld afdoende te zijn.

Aan de andere kant moeten we tot de conclusie komen dat illegale olieverontreinigers een groot aandeel blijven houden in de olievervuiling in de Noordzee (zie bijvoorbeeld Ospar Commissie 2000).

Olievervuiling als gevolg van dit project kan op twee manieren optreden. De eerste mogelijke oorzaak is een incident met een windturbine of een incident op het transformatorplatform, met als resultaat het lekken van olie of olieachtige smeermiddelen.

De tweede mogelijk oorzaak van olievervuiling is een onvoorzien verlies van olieachtige substanties van een schip. Dit kan gebeuren met schepen die betrokken zijn bij de werkzaamheden rond het project in de bouwfase, de bekabeling of tijdens het onderhoud of de ontmanteling. Een onvoorzien verlies van olieachtige substanties kan ook het gevolg zijn van een incident of ongeval met schepen die geen verband houden met het project.

Een onvoorzien verlies van olie uit schepen kan verscheidene oorzaken hebben:

- een aanvaring tussen twee schepen;
- schepen die botsen (door een navigatiefout, onachtzaamheid of een technische storing) met een stilstaand obstakel (een turbine of een transformatorplatform) of een drijvend obstakel;
- aan de grond lopen;
- scheuren in de romp;
- zinken;
- brand aan boord;
- onvoorziene lozing of verlies;
- ernstige nalatigheid en/of opzettelijke (criminele) lozingsactiviteiten.

De kaart hieronder geeft de olievlekvervuiling weer in het zuidelijk deel van de Noordzee. Zoals blijkt, werden er betrekkelijk weinig olievlekken opgetekend in de nabijheid van het projectgebied tussen 1991 en 2001. In een zone van 10 zeemijlen rond het projectgebied bedroeg het aantal aangetroffen (olie)vervuilingen 51 in de afgelopen 10 jaar. Hiervan werden er 10 op meer dan 1 m³ geschat (waaronder 1 van 15 m³ en 1 van 225 m³), en 3 hadden een onbekend volume.

In hoeverre dit voortkomt uit onvoorzien verlies of illegale lozing kon niet met zekerheid worden vastgesteld, maar het merendeel staat geclassificeerd als operationeel verlies. Op basis van deze gegevens is het momenteel niet mogelijk om een betrouwbare kwantitatieve risicobepaling uit te voeren voor de kans dat een olievlek zou doordringen in het gebied, maar men mag aannemen dat deze mogelijkheid reëel en significant is.

Figuur 4.9.5: Olievervuiling door schepen in het zuidelijk deel van de Noordzee in de periode 1991-2001.

Er werden geen algemene gegevens gevonden over de correlatie tussen het optreden van olievervuiling (hoeveelheid; soort) en het soort ongeval. De volgende illustratieve gegevens werden gevonden: analyse van ongevallen in Britse wateren; zes ongevallen met olievervuiling (stookolie in alle gevallen) in het Nauw van Calais in de laatste tien jaar - gerapporteerd door het British Maritime and Coastguard Agency – waarbij de helft veroorzaakt werd door aanvaring en de helft door zinken. Bij deze zes ongevallen werd de olievervuiling slechts in één geval opgeruimd. De gelekte volumes verschillen aanzienlijk: tien liter, twee en vijf ton. In drie gevallen werd het volume van de gelekte olie niet vermeld. In alle gevallen ging het om stookolie (Department for Transport, Local Government and the Regions, 2000).

Behalve deze gegevens rapporteerde de Counter Pollution Branch van het Britse Maritime and Coastguard Agency in the Essex and Kent Region voor 2000 14 incidenten van olievervuiling op zee, vier in estuaria en zeven in havens (Maritime and Coastguard Agency, 2000). Deze omvatten echter niet alleen ongelukken maar ook illegale lozingen. Vijf hiervan hadden een volume van minder dan 455 liter en een ervan had een volume tussen 456 en 999 liter. In 19 gevallen van olievervuiling was het volume onbekend. De helft van de vervuiling werd veroorzaakt door bunker-, diesel-, stook- en gasolie, terwijl een derde niet geïdentificeerd werd.

Met het oog op de gerapporteerde olievervuiling door tankers (ITOPF, 2001), zoals weergegeven in Tabel 4.9.3, resulteerden aanvaringen meestal in vervuiling op grote schaal (>7 ton). Scheuren in de romp leiden grotendeels tot vervuiling op kleine schaal.

Tabel 4.9.3: Accidentele olievervuiling (- en aandeel in %) veroorzaakt door tankers tussen 1974 en 2000, verdeeld in vervuiling van minder dan en meer dan zeven ton en in het soort activiteit (ITOPF, 2001).

	<7 ton		> 7 ton	
	Hoeveelheid	%	Hoeveelheid	%
Ongevallen (totaal)	3307	100%	987	100%
Aanvaring	159	5%	332	34%
Aan de grond lopen	221	7%	302	31%
Scheuren in de romp	561	17%	120	12%
Brand, explosie	149	5%	35	4%
Diverse oorzaken	2217	67%	198	20%

Door de recente verplichting, waarin vereist wordt dat tankers dubbelwandig zijn, maakt het waarschijnlijk dat gelekte olie als gevolg van scheepsongelukken in de toekomst vooral zal bestaan uit bunkerolie.

Met het oog op de impact van olievervuiling moet men rekening houden met de weersomstandigheden tijdens de vervuiling, de soort olie, de gelekte hoeveelheid en de plaats waar het lek plaatsvond. De correlatie van deze kenmerken zal bepalend zijn voor de omvang van de olievlek, de stroombaan en hoe snel deze uiteen zal vallen, emulgeren, verdampen, verspreiden en zinken. Simulaties kunnen aangeven welke omstandigheden - in termen van waar de olie gelekt is, de meteorologie, het vervuilingniveau en

indammingacties - een risico inhouden bij het bestrijden van vervuiling en deze geven ook de mogelijkheid om risicoprofielen op te stellen.

Om een correcte inschatting te kunnen maken van de bespreking van de effecten van een gesimuleerde olieverontreiniging, wordt kort het voorkomen van bepaalde windrichtingen en windsnelheden besproken. De basis voor deze bespreking is een rapport opgesteld door 3E (3E, 2001).

In Tabel 4.9.4 wordt een overzicht gegeven van het voorkomen van windsnelheden van meer dan 16,5 m/s ten opzichte van bepaalde windrichtingen (opgegeven als de hoek) of ten opzichte van het totaal aantal observaties.

De kans voor de specifieke simulatieomstandigheden uitgevoerd door WL Delft Hydraulics op basis van de beschikbare data (abstractie makend van de locatie) bedraagt tussen 0,06 % en 0,11 % (0,1 – 0,4 dagen per jaar) voor het scenario met wind uit het noorden en tussen 0,1 % en 0,2 % (0,4-0,7 dagen per jaar) voor het scenario met wind uit het westen

Uit de laatste kolom van deze tabel kan afgeleid worden dat ongeveer 1,2 tot 2,6 % van alle observaties; of 2 tot 4 % van de observaties per windrichting; in een windrichting die waarschijnlijk zal resulteren in stranding van de olieverontreiniging aan de Belgische of Nederlandse kust (m.a.w. tussen NNO en WZW) een windsterkte hebben van meer dan 16,5 m/s.

Anderzijds (zie Tabel 4.9.5) werd gevonden dat in ongeveer 50-55 % van de observaties de windrichting zodanig is dat deze naar de Belgische of Nederlandse kust waait. Aangezien wind de belangrijkste factor is voor het traject dat een olieverontreiniging aflegt, kan hieruit besloten worden dat een olieverontreiniging in 40 % van de gevallen waarschijnlijk nooit de Belgische of Nederlandse kust zal aandoen.

Tabel 4.9.4: Overzicht van het percentage observaties van windsnelheden groter dan 16,5 m/s op verschillende meetposten op het BCP voor specifieke windrichtingen.

	Windrichting	315-345° (NNW)	255° - 285° (W)	225° - 45° (NNO-WZW)
		16,5 – 17,5 m/s	16,5 – 17,5 m/s	>16,5 m/s
MOW0 Wandelaar H19,2 m. juni 86 - sept 01 Beschikbaarheid 73% Tot. # observaties = 588 360	% van tot. # obs.	0,06%	0,13%	1,82%
	% van observaties per windrichting	1,23%	1,61%	3,07%
MOW7 Westhinder H25,25 m maart 94 - sept 01 Beschikbaarheid 93% Tot. # observaties = 365 278	% van tot. # obs.	0,11%	0,15%	2,56%
	% van observaties per windrichting	1,86%	2,06%	4,19%
MOW5 Droogte van 't Schooneveld H19,1 m. 1986 - 1991 Beschikbaarheid 63% Tot. # observaties = 131 542	% van tot. # obs.	0,03%	0,20%	2,25%
	% van observaties per windrichting	0,54%	1,86%	3,65%
VR Vlake vd Raan H416,5 m, nov 88-mei 98 Beschikbaarheid 92% Tot. # observaties = 98 032	% van tot. # obs.	0,05%	0,10%	1,18%
	% van observaties per windrichting	0,80%	1,06%	1,95%

Tabel 4.9.5: Overzicht van het % observaties met een specifieke windrichting

	MOW0	MOW7	MOW5	VR
315 - 345 (NNW)	5,27%	5,51%	6,04%	5,97%
255 - 285 (W)	8,36%	7,80%	10,69%	9,36%
225-45 (NNO-WZW)	51,02%	52,06%	54,27%	53,45%

Op vraag van BMM heeft TW Delft twee bijkomende scenario's gemodelleerd; één bij gemiddelde weersomstandigheden en één bij (bijna) windstil omstandigheden. Deze worden besproken in het tweede rapport van TW Delft.

4.9.4.3 Effecten van een olieverontreiniging

Een olielozing (accidenteel, operationeel of illegaal) houdt potentiële effecten in op de organismen in de waterkolom en op de avifauna. Om de impact van de gemodelleerde olieverontreiniging op beide diergroepen te evalueren worden de blootstelling aan en het effect van zware stookolie onderzocht. Dit wordt hierna verder toegelicht.

Naast een bespreking van de effecten van een lozing van 1000 ton HFO die gesimuleerd werd (zie verder) dient ook aandacht geschonken te worden aan de effecten van een ongeval waarbij olie/ vet of brandstof vanuit de installaties in het milieu zou komen ten gevolge van een accident. Voor een individuele windturbine is een totaal volume van een kleine 1000 liter oliën en vetten (of ongeveer 1 ton of 1 m³) aanwezig.

Aangezien dit volume beduidend kleiner is dan wat gesimuleerd is kan verondersteld worden dat de effecten ook beduidend kleiner zullen zijn. Anderzijds zijn de ecotoxicologische gegevens van deze oliën en vetten niet gekend.

Tenslotte dient ook rekening gehouden te worden met de berekende volumes volgens de studie van Germanischer Lloyd. Het gemiddelde volume dat bij een ongeval zou vrijkomen wordt geschat in de grootte orde van 50 tot 75 ton voor respectievelijk de bekomen concessie en de alternatieve inplanting. Deze cijfers dienen in verhouding gezien te worden met de duizend ton HFO uit de studie van Delft Hydraulics. De studie van Germanischer Lloyd geeft echter geen indicatie van de spreiding die kan verwacht worden rond dit gemiddelde. Wel wordt er voor verschillende routesegmenten in de zuidelijke Noordzee en voor de verschillende scheepstypes volumes berekend. Te vermelden valt nog dat ingeval van een aanvaring van een tanker de geschatte volumes van vrijgekomen olie tussen 494 en 1068 m³ bedroegen (afhankelijk van type opstelling en of het gaat over schepen op drift of varende schepen). De geïnteresseerde kan de studie in bijlage vinden voor meer details.

BESTRIJDING VAN OLIEVLEKKEN

Voor de inschatting van de tijd die beschikbaar is voor de oliebestrijding wordt hierna de samenvatting van de modelleringresultaten van WL Delft Hydraulics geciteerd. Nogmaals herhalen we hierbij dat deze omstandigheden zich maximaal 1 à 2 dagen per jaar voordoen. Verder werden tal van "worst-case" veronderstellingen vanuit het standpunt van de interventie ingebouwd als wintertoestand, hoeveelheid olie, geen bestrijding op zee,...

Bij de simulatiecondities van wind uit het NNW of 340° de olievlek zich verplaatst onder de gegeven invloed van de wind richting de Belgische kust. Na ongeveer 14 uur spoelen de eerste oliedeeltjes aan op de kust hetgeen een gemiddelde snelheid betekent van ongeveer 0,5 m/s. Dit tijdstip van aanspoelen

wordt niet significant beïnvloed door het tijdstip van lozing, maar is dus voornamelijk windgedreven. Wanneer een dergelijke lozing plaatsvindt gedurende een springtij in plaats van een doottij, dan zal echter wel de lengte van strand waar de olie aanspoelt groter zijn. Bij een hogere windfrictie van 5 % in plaats van 3 % spoelen de eerste oliedeeltjes al na ongeveer 9 uur aan (gemiddelde snelheid van ongeveer 0,8 m/s). Dit geeft aan dat de gemiddelde snelheid is toegenomen met hetzelfde percentage als de toename van de frictiefactor, nl. ongeveer 65 %.

In de simulatiescenario's met wind uit het westen (270°) verplaatst de olievlek zich onder de invloed van de wind richting de Nederlandse kust. De eerste oliedeeltjes spoelen aan na ongeveer 21 à 22 uur, ongeacht of het een dood- of springtij is. De gemiddelde snelheid van de olievlek is hier dus ongeveer 0,5 m/s. Ook hier is het gebied waar de oliedeeltjes op de kust komen groter voor een springtij, vergeleken met een dood tij. Een verhoging van de frictiefactor van 3 % naar 5 % veroorzaakt een verlaging van de tijd, die nodig is om de eerste deeltjes op de kust te doen belanden, van 21 naar ongeveer 10 à 11 uur (gemiddelde snelheid van bijna 1 m/s). De verhoging van die gemiddelde snelheid is meer dan verwacht op basis van de verhoging van de windfrictiefactor. Dit wordt veroorzaakt door de hogere gemiddelde stroming over de 10-11 uur ten opzichte van de 21 uur durende periode. Hierbij kan worden opgemerkt dat de tijd van hoog water naar hoog water ongeveer 12 uur bedraagt. Gedurende eb is de stromingsrichting naar het zuid-westen, waarbij de oppervlakte olie door de combinatie van westen wind (3 % frictie) en stroming zich over het algemeen naar het zuiden beweegt en op ongeveer de zelfde afstand van de Nederlandse kust blijft. Voor de hogere frictie (5 %) beweegt de olie zich wel dichter naar de Nederlandse kust. Dit verschil is ongeveer 2 km. Gedurende de volgende vloed gaat de oppervlakte olie direct richting Nederlandse kust. Voor de hogere frictie bereiken de eerste oliedeeltjes de kust voordat het weer eb wordt, terwijl dit voor de simulatie met de lagere frictie niet het geval is, zodat de deeltjes de kust pas bereiken bij de volgende vloed. Hierdoor duurt het bereiken van de eerste olie op de kust langer dan verwacht op basis van de verandering van de verhoging van de frictie alleen. Een frictiecoëfficiënt van 5 % is echter hoog en doet zich weinig voor.

In de situatie van een sterke westelijke wind, wordt de olie richting de Nederlandse kust gedreven. Hier dient te worden opgemerkt dat het mogelijk is dat olie bij de monding van de Oosterschelde terecht komt. Het sluiten van de stormvloedkering kan dit voorkomen en gezien de tijd die nodig is om de kering te sluiten is er voldoende tijd voorhanden om waarschuwingen te doen uitgaan en de benodigde maatregelen te nemen.

In beide scenario's is er dus een relatief korte tijd om tussenbeiden te komen in het geval van een olielozing. Hierbij dient wel opnieuw de nadruk erop gevestigd te worden dat het hier gaat om scenario's met een windsnelheid van 17 m/s of 7 Beaufort. Bij deze weersomstandigheden is interventie sowieso een hachelijke en moeilijke zaak en de efficiëntie van de bestrijding laag (te hoge golven zullen bijvoorbeeld het gebruik van booms sterk bemoeilijken en is het uitvaren van bepaalde schepen problematisch). Anderzijds geeft dit de minimale tijd weer. In geval van lagere windsnelheden zal er dus meer tijd zijn om interventies op touw te zetten en zal bestrijding op zee eenvoudiger zijn.

Naast het feit van de interventietijd kunnen er zich verder ook problemen voordoen door het feit dat de windturbines een obstakel kunnen vormen voor het bestrijden van de olievlek. Dit zal vooral het geval zijn als de gelekte volumes groter zijn: 20 m³ is voldoende om een cirkelvormig oppervlak met een straal van 500 m te bedekken met een uniforme dikte van 0,1 mm, meer dan de afstand tussen twee windturbines langs de overheersende windrichting. Men mag niet vergeten dat de olie zich zelden in een cirkelvorm verspreidt (zoals ook blijkt uit de figuren van de gemodelleerde olieverontreiniging). Het verspreiden van de olie hangt ook af van het soort en de viscositeit: dieselolie verspreidt zich verder en sneller dan zware stookolie of ruwe olie.

Zelfs een olievlek van meer dan enkele tientallen ton, die van buiten het park afkomstig is, kan dus een probleem vormen. Wanneer de olievlek te dicht bij de windturbines komt, maakt dit het indammen moeilijker omdat de bestrijdingsschepen hier veel omzichtiger moeten manoeuvreren. In verband met het bestrijden van olievlekken moet ook in aanmerking worden genomen dat de windturbines van het

voorgestelde park een obstakel kunnen vormen, afhankelijk van de locatie van de olievlek en de weersomstandigheden.

Een mogelijk voordeel van de windturbines is dat ze gebruikt kunnen worden als ankerpunten voor het vastmaken van olieschermen om olievlekken in te dammen, indien ze bij incidenten snel genoeg bereikt kunnen worden. Hierbij dient de relatieve omvang van het park versus de afstand tot de kust niet vergeten te worden.

Uit de resultaten van de modellering blijkt dat er ook verschillen kunnen gevonden worden tussen de oppervlakte die verontreinigd wordt. In beide scenario's blijkt een lozing bij springtij te resulteren in een grotere verspreiding van de olie, wat de bestrijding zou bemoeilijken ten opzichte van een lozing bij doodtij.

In het geval van een scenario bij springtij en 5 % frictiecoëfficiënt blijkt dat na 6 à 8 uur de olievlek een lengte heeft bereikt van meer dan 20 km. De olievlek is korter bij 3% frictiecoëfficiënt en nog kleiner bij doodtij.

EFFECTEN OP ORGANISMEN IN DE WATERKOLOM

Blootstelling

Om de impact van zware stookolie te bepalen dienen de omgevingsconcentraties gekend te zijn. Het studie bureau WL Delft Hydraulics heeft de concentraties in de waterkolom na een olielozing ingeschat aan de hand van een verspreidingsmodel. De bekomen concentraties in de waterkolom hebben betrekking op de gedispergeerde fractie van de olie. Op basis van verschillende windrichtingen werden simulaties uitgevoerd voor de Belgische en voor de Nederlandse kust.

Om de impact te evalueren wordt uitgegaan van een *worst-case* scenario. Dit is het scenario waarbij de concentratie in de waterkolom het hoogst is. Ter bepaling van dit scenario werden de hoogste concentraties in de verschillende fracties van de waterkolom tussen de simulaties onderling vergeleken. Bij elke simulatie werd een windsnelheid van 17 m/s ingesteld en een lozing van 1000 ton zware stookolie (HFO), vrijgekomen in 6 uur. De simulatietijd bedroeg 5 dagen en er werd uitgegaan van een wintersituatie. De simulatiespecifieke parameters zijn weergegeven in Tabel 4.9.6. De frictiecoëfficiënt is een schatting en slaat op de sterkte van de invloed van de wind op de verspreiding van de olie.

Tabel 4.9.6: Simulatieparameters

<i>Simulatie</i>	<i>Windrichting</i>	<i>Wind-snelheid</i>	<i>Getijde</i>	<i>Frictie-coëfficiënt</i>
Hyd17_w	340° (Belgische kust)	17 m/s	Doodtij	3 %
Hyd17_w2	340° (Belgische kust)	17 m/s	Springtij	3 %
Hyd17_w3	340° (Belgische kust)	17 m/s	Springtij	5 %
Hyd17_s02w	270° (Nederlandse kust)	17 m/s	Doodtij	3 %
Hyd17_s02w2	270° (Nederlandse kust)	17 m/s	Springtij	3 %
Hyd17_s02w3	270° (Nederlandse kust)	17 m/s	Springtij	5 %
SW7_spring_5d	225° (Nederlandse kust)	7 m/s	Springtij	3 %
SW1_neap_5d	225° (Nederlandse kust)	1 m/s	Doodtij	3 %

De overige parameters (lozing, duur lozing, simulatietijd, seizoen) zijn dezelfde als hoger vermeld.

De hoogste concentraties in de verschillende fracties van de waterkolom bij de opgegeven randvoorwaarden zijn weergegeven in Tabel 4.9.7.

Tabel 4.9.7: Hoogste concentraties in de onderscheiden fracties van de waterkolom

<i>Simulatie</i>	<i>Waterfractie 0-10% (µg/l)</i>	<i>Waterfractie 10-50% (µg/l)</i>	<i>Waterfractie 50-90% (µg/l)</i>	<i>Waterfractie 90-100% (µg/l)</i>
Hyd17_w	99,9	9,9	9,9	99,8
Hyd17_w2	99,9	9,9	9,9	99,1
Hyd17_w3	99,4	9,9	9,9	99,1
Hyd17_s02w	99,9	9,9	9,9	99,6
Hyd17_s02w2	99,7	9,9	9,9	97,1
Hyd17_s02w3	99,8	9,9	9,9	93,4
SW1_neap_5d	0	0	0	0
SW7_spring_5d	0	0	0	0

Uit Tabel 4.9.7 blijkt dat voor beide simulaties bij lagere windsnelheden (SW1_neap_5d en SW7_spring_5d) de afwezigheid van olie in de waterkolom voorspeld wordt. Bij de overige simulaties blijken de hoogste olieconcentraties in de verschillende waterfracties weinig te variëren. Niettemin kan scenario "Hyd17_w" als *worst-case* scenario weerhouden worden voor de Belgische kust omdat in deze simulatie dezelfde of hogere olieconcentraties voorspeld worden t.o.v de andere simulaties bij deze windrichting. Een analoge redenering identificeert "Hys_s02w" als *worst-case* scenario voor de Nederlandse kust.

Effecten

Literatuurgegevens inzake de effecten van zware stookolie op mariene organismen zijn eerder schaars. Op basis van een literatuurstudie werden enkel acute testresultaten gevonden. Uit het artikel van Anderson *et al.* (1974) werden gegevens geselecteerd, volgens een aantal criteria. Deze criteria hadden enerzijds betrekking op de testduur, vastgelegd in gestandaardiseerde testen van de EG:

- invertebraten: 48 uur;
- algen: 72 uur;
- vissen: 96 uur.

Anderzijds werden enkel die gegevens geselecteerd met vergelijkbare testomstandigheden (eindpunt, voorbereiding blootstellingsmedium). Dit resulteerde in een set van ecotoxicologische data, die in bijlage 9 gevoegd is.

Op basis van de geselecteerde gegevens werd per biotagroep de laagste LC₅₀ bepaald. Dit is de concentratie waarbij 50 % van de blootgestelde organismen het vooropgestelde effect – hier mortaliteit – vertoont. Dit leidde tot het volgende resultaat:

- invertebraten: 0,9 mg/l;
- vissen: 1,7 mg/l.

Impact evaluatie

De impact wordt uitgedrukt als het percentage directe verliezen per biotagroep. Dit kan als volgt berekend worden:

$$Y_0 = \frac{X_0 - \mu}{\sigma}$$

met

Y_0 = het direct verlies voor een bepaalde biotagroep;

X_0 = $\log_{10}$ (omgevingsconcentratie);

μ = $\log_{10}$ (LC₅₀ voor die biotagroep);

σ = 0,83.

De impact kan bepaald worden voor de organismegroepen "invertebraten" en "vissen", omdat voor deze groepen effectgegevens beschikbaar zijn. Er dient opgemerkt te worden dat de effectconcentraties voor invertebraten en vissen bepaald werden bij een blootstellingsduur van resp. 48 uur en 96 uur. De omgevingsconcentraties werden in de simulaties echter bepaald met een tijdsstap van 1 uur. Bijgevolg wordt de impact meer accuraat bepaald indien de effectconcentraties voor de tijd gecorrigeerd worden. Hiertoe kan volgende formule gehanteerd worden (Vandenbroele et al., 1997):

$$\log_{10}(\text{LC}_{50t}) = -\beta(\log_{10}t - \log_{10}t_0) + \log_{10}(\text{LC}_{50t_0})$$

Dit leidt tot volgende resultaten

- invertebraten: $\log_{10}(\text{LC}_{50t}) = -0,8175(\log_{10}1/24 - \log_{10}2) + \log_{10}(0,9) = 1,328$;
- vissen: $\log_{10}(\text{LC}_{50t}) = -0,8175(\log_{10}1/24 - \log_{10}4) + \log_{10}(1,7) = 1,851$.

Het percentage directe verliezen wordt bepaald aan de hand van de tabel welke in bijlage 10 is gevoegd. De berekening van de directe verliezen ten gevolge van een lozing van zware stookolie is weergegeven in Tabel 4.9.8. Deze verliezen werden niet berekend voor de scenario's met lage windsnelheden omdat de omgevingsconcentraties (en dus ook de effecten) voor deze scenario's nul zijn.

De omgevingsconcentratie is de gemodelleerde concentratie op het moment van de lozing (t_0). Bijgevolg is deze onafhankelijk van de windrichting, zodat de directe verliezen dezelfde zijn voor de Belgische en de Nederlandse kust.

Tabel 4.9.8: Berekening van de directe verliezen in het "worst-case" scenario

Parameter	Invertebraten	Vissen
X_0	$99,9 \cdot 10^{-3}$ mg/l	$99,9 \cdot 10^{-3}$ mg/l
μ	1,328	1,851
Y_0	-2,805 of 0,2%	-3,434 of 0,14%

Uit Tabel 4.9.8 blijkt dat de directe verliezen van invertebraten en vissen, bij blootstelling aan de hoogste potentiële concentratie van zware stookolie uit de simulaties, zeer gering zijn.

EFFECTEN OP DE AVIFAUNA

Hierna worden de effecten op de avifauna onderzocht. Zowel de effecten op het vogelbestand in open zee als de effecten op het vogelbestand op het land worden bekeken. Ook hier worden simulaties voor de Belgische en voor de Nederlandse kust uitgevoerd.

Vogelverliezen open zee lozing

Hierna worden de verliezen aan vogels berekend ten gevolge van een incident met olieverlies in open zee. In eerste instantie dient te worden nagegaan welke oppervlakte met olie verontreinigd is, op basis van de modellering, voor de verschillende scenario's die hoger beschreven werden. Om de impact te bepalen wordt voor de simulaties bij een windsnelheid van 17 m/s uitgegaan van het *worst-case* scenario. Dit is het scenario waarbij het grootste oppervlak gedurende de langste tijd met olie bedekt is. Na vergelijking van de verschillende scenario's kon het volgende geconcludeerd worden:

- *worst-case* Belgische kust: scenario hyd17_w2: 47 km² verontreinigd;
- *worst-case* Nederlandse kust: scenario hyd17_s02w3: 58,25 km² verontreinigd.

Ook voor de simulaties bij lagere windsnelheden werd het grootste oppervlak bepaald dat gedurende de langste tijd met olie bedekt is. Het resultaat voor beide simulaties is hierna weergegeven:

- SW1_neap_5d: 94,25 km²;
- SW7_spring_5d: 157,75 km².

De analyse van de oppervlakte ingenomen door olie tijdens de simulatie is weergegeven in

Figuur 4.9.6: Oppervlakte van de olievlek in functie van de tijd voor de simulatie hyd17_w2 (wind aan 17 m/s vanuit NNO bij springtij met 3% frictie-coëfficiënt).

Figuur 4.9.7: Oppervlakte van de olievlek in functie van de tijd voor de simulatie hyd17_s02w3 (wind aan 17 m/s vanuit W bij springtij met 5% frictie-coëfficiënt).

Figuur 4.9.8: Oppervlakte van de olievlek in functie van de tijd voor de simulatie SW7_spring_5d (wind aan 7 m/s vanuit ZW bij springtij met 3% frictie-coëfficiënt).

Figuur 4.9.9: Oppervlakte van de olievlek in functie van de tijd voor de simulatie SW1_neap_5d (wind aan 1 m/s vanuit ZW bij doortij met 3% frictie-coëfficiënt).

De grafieken voor alle simulaties zijn in de deelstudie van WL Delft Hydraulics toegevoegd.

De impact op het vogelbestand is een functie van de dichtheid en de kwetsbaarheid van de vogelsoorten. De gegevens inzake vogeldichtheid zijn gemiddelden voor de Belgische kustwateren in de periode 1992-1998 (Seys, 2001). De gehanteerde kwetsbaarheidindex (Tabel 4.9.9) werd opgesteld door het Instituut van Natuurbehoud (Vandenbroele et al., 1997). Gezien de ligging van het lozingspunt werd verondersteld dat zowel voor de Belgische als voor de Nederlandse kust kan uitgegaan worden van dezelfde vogeldichtheiden. De impactberekening voor zware stookolie voor de Belgische en Nederlandse kust bij een windsnelheid van 17 m/s is weergegeven in Tabel 4.9.9. In Tabel 4.9.11 is de impactberekening weergegeven bij lagere windsnelheden. Gezien telkens ook uitgegaan werd van de grootst mogelijke aangetaste oppervlakte is het ingeschatte aantal dode vogels een benaderende weergave.

Tabel 4.9.9: Kwetsbaarheidsindex van vogelsoorten in het BCP (Vandenbroele et al., 1997)

<i>Vogelsoort</i>	<i>Kwetsbaarheidindex</i>	<i>% mortaliteit</i>
Duiker	29	89,9
Fuut	23	71,3
Noordse Stormvogel	18	55,8
Jan van Gent	22	68,2
Zwarte Zee-eend	19	58,9
Grote Jager	25	77,5
Dwergmeeuw	24	74,4
Kokmeeuw	11	34,1
Stormmeeuw	13	40,3
Kleine Mantelmeeuw	19	58,9
Zilvermeeuw	15	46,5
Grote Mantelmeeuw	21	65,1
Drieteenmeeuw	17	52,7
Grote Stern	20	62
Visdief/Noordse Stern	20	62
Zeekoet	25	77,5
Alk	25	77,5

Tabel 4.9.10: Impact van zware stookolie op het vogelbestand in open zee bij worst-case scenario (windsnelheid 17 m/s)

<i>Vogelsoort</i>	<i>Densiteit (aantal/km²)</i>	<i>Aantal op 47 km² (Belgische kust)</i>	<i>Aantal op 58,25 km² (Nederlandse kust)</i>	<i>% mortaliteit</i>	<i>Aantal dode vogels (Belgische kust)</i>	<i>Aantal dode vogels (Nederlandse kust)</i>
<i>Duiker</i>	0,25	11,75	14,56	89,9	11	14
<i>Noordse stormvogel</i>	0,14	6,58	8,16	55,8	4	5
<i>Jager</i>	0,01	0,47	0,58	77,5	1	1
<i>Alk/Zeekoet</i>	4,04	189,88	235,33	77,5	148	183
<i>Zwarte/Grote Zee-eend</i>	0,95	44,65	55,34	58,9	27	33
<i>Fuut</i>	0,44	20,68	25,63	71,3	15	19
<i>Stormmeeuw</i>	1,67	78,49	97,28	40,3	32	40
<i>Dwergmeeuw</i>	0,18	8,46	10,49	74,4	7	8
<i>Jan van Gent</i>	0,19	8,93	11,07	68,2	7	8
<i>Kokmeeuw</i>	0,18	8,46	10,49	34,1	3	4
<i>Kleine Mantelmeeuw</i>	0,21	9,87	12,23	58,9	6	8
<i>Grote Mantelmeeuw</i>	0,55	25,85	32,04	65,1	17	21
<i>Zilvermeeuw</i>	1,43	67,21	83,29	46,5	32	39
<i>Drieteenmeeuw</i>	1,19	55,93	69,32	52,7	30	37
TOTAAL					340	420

Uit Tabel 5 blijkt dat het aantal verwachte dode vogels voor de Belgische kust en voor de Nederlandse kust vergelijkbaar is. Voor de Belgische kust zouden ruim 300 vogels getroffen worden bij een olielozing van 1 000 ton. Voor de Nederlandse kust bedraagt dit aantal ruim 400. Het absolute aantal ligt hoger voor de Nederlandse kust omdat de gesimuleerde verontreinigde oppervlakte groter is, zodat meer vogels kunnen aangetast worden.

Tabel 4.9.11: Impact van zware stookolie op het vogelbestand in open zee bij gemiddelde en lage windsnelheid (7m/s en 1m/s)

<i>Vogelsoort</i>	<i>Densiteit (aantal/km²)</i>	<i>Aantal op 94,25 km² (wind 1 m/s)</i>	<i>Aantal op 157,75 km² (wind 7 m/s)</i>	<i>% mortaliteit</i>	<i>Aantal dode vogels (wind 1 m/s)</i>	<i>Aantal dode vogels (wind 7 m/s)</i>
<i>Duiker</i>	0,25	24	39	89,9	22	35
<i>Noordse stormvogel</i>	0,14	13	22	55,8	7	12
<i>Jager</i>	0,01	1	2	77,5	1	2
<i>Alk/Zeekoet</i>	4,04	381	637	77,5	295	494
<i>Zwarte/Grote Zee-eend</i>	0,95	90	150	58,9	53	88
<i>Fuut</i>	0,44	41	69	71,3	29	49
<i>Stormmeeuw</i>	1,67	157	263	40,3	63	106
<i>Dwergmeeuw</i>	0,18	17	28	74,4	13	21
<i>Jan van Gent</i>	0,19	18	30	68,2	12	20
<i>Kokmeeuw</i>	0,18	17	28	34,1	6	10
<i>Kleine Mantelmeeuw</i>	0,21	20	33	58,9	12	19
<i>Grote Mantelmeeuw</i>	0,55	52	87	65,1	34	57
<i>Zilvermeeuw</i>	1,43	135	226	46,5	63	105
<i>Drieteenmeeuw</i>	1,19	112	188	52,7	59	99
<i>TOTAAL</i>					669	1117

Uit Tabel 4.9.11 blijkt dat het ingeschatte aantal dode vogels tgv een lozing bij een windsnelheid van 7 m/s bijna het dubbele bedraagt van het aantal bij een lozing bij een windsnelheid van 1 m/s. Een vergelijking van Tabel 4.9.11 met Tabel 4.9.10 toont aan dat meer vogels kunnen getroffen worden bij de gemiddelde windsnelheid.

Om de impact van de gemodelleerde olielozing te kunnen interpreteren werden de aantallen effectief getelde stookolieslachtoffers uit vroegere incidenten omgerekend naar de gemodelleerde lozingen. In Tabel 4.9.12 werden de aantallen dode vogels omgerekend naar een lozing van 1 000 ton zware stookolie. Het incident met de Sea Empress en met de Braer betroffen verliezen van ruwe olie.

Tabel 4.9.12: Vergelijking van de impact op de avifauna met incidenten uit het verleden

Incident	Lozing (ton)	Aantal dode vogels	Overeenkomstig aantal dode vogels bij lozing van 1 000 ton olie
Braer (1993) www.wildlife.shetland.co.uk/braer	84 700	1 542	18
Sea Empress (1996) www.swan.ac.uk/empress	72 000	6 900	95
Erika (1999) www.france-ouest.com/naufage-erika	10 000	150 000 – 300 000	15 000 – 30 000

Uit Tabel 4.9.12 blijkt dat de omgerekende aantallen stookolieslachtoffers resp. 18, 95 en 15.000 à 30.000 bedragen. In november 2002 zonk de tanker "Prestige" voor de kust van Gallicië (Spanje), waarbij ongeveer 20 000 ton olie in zee zou gestroomd zijn (<http://www.portada.terra.ar/canales/internacionales/58/58315.html>). De telling van stookolieslachtoffers is nog volop aan de gang. Bird Life International schat het aantal dode vogels, in de periode 16/11/2002-16/12/2002) op 20 000 tot 40 000 (<http://www.birdlife.net/oilspill/index.cfm>), of een voorlopig gemiddelde van 1 500 vogels per 1 000 ton olie. Uit deze omrekeningen blijkt dat de aantallen aangetaste vogels sterk kunnen variëren. Dit is in eerste instantie een gevolg van de lokale vogeldensiteit. Het betreft het incidenten voor de kusten van resp. Wales, Schotland, Bretagne en Gallicië, waar de vogeldensiteiten kunnen verschillen t.o.v. deze in de Belgische kustwateren. Ook de heersende weersomstandigheden en het tijdstip van het incident hebben een invloed op de impact. Tenslotte kan de vraag gesteld worden of alle slachtoffers bij de historische incidenten geteld werden. Dit wordt gesuggereerd door de grote verschillen in opgegeven aantal slachtoffers (er worden voor de Erika zelfs cijfers genoemd van 150 000 tot 300 000 slachtoffers). Het is immers mogelijk dat een onbekend aandeel van de dode vogels niet aanspoelden maar in open zee gezonken zijn.

In december 2002 kapseisde de autocarrier Tricolor op zo'n 20 kilometer van de Belgische kust, na een aanvaring met het containerschip Kariba. Meer dan een maand later voer een sleepboot van URS (Unie der Reddings- en Sleepdienst) de Tricolor aan, waarbij een hoeveelheid olie in zee terecht kwam. De totale hoeveelheid ligt in de grootte-orde van 210 ton. Volgens het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ) spoelden tussen 24 januari en 4 februari naar schatting 10 000 vogels aan waarvan ca. 5800 in België (3277 levend, waarvan reeds 715 gestorven; 2547 dood: <http://www.vliz.be/olieslachtoffers>), en minimaal 2500 in Nederland (<http://home.planet.nl/~camphuys/TriColore.html>) en meer dan 2000 in Noord-Frankrijk (mondelinge mededeling van Pascal Raevel). In het geval van de Tricolor zijn de omstandigheden vergelijkbaar met de gemodelleerde toestand. Het betreft immers een incident voor de Belgische kust, in de winter, bij hoge windsnelheden. Nochtans liggen de gemodelleerde vogelverliezen bij deze randvoorwaarden (ruim 700) veel lager dan de tot op heden getelde aantallen. Ook de gemodelleerde verliezen bij lagere windsnelheden liggen lager (700-1000 vogels). De gemodelleerde

verliezen dienen evenwel enigszins genuanceerd te worden. De gehanteerde vogeldensiteiten zijn immers gebaseerd op gemiddelde dichtheden in de winter over een periode van 10 jaar. De invloed van de conditie van de vogels en de milieucondities (seizoen, voedselbeschikbaarheid, meteorologische omstandigheden, ...) van de simulaties op deze densiteit werd niet in rekening gebracht. De densiteit van de vogels op zee bij een windkracht van 17 m/s zal hoogstwaarschijnlijk afwijken van de gemiddelde winterdensiteit (vermoedelijk lager liggen). Evenmin werd rekening gehouden met het feit dat de vogels bij stormweer rustig water opzoeken. Gezien olie op het water de golfslag verminderd zien de vogels dit als "rustig" water, wat leidt tot een grotere impact. Het gehanteerde model kan bijgevolg nog verfijnd worden door meer invloedsparameters in rekening te brengen.

Vogelverliezen strandlozing

Uit de simulaties bij een windsnelheid van 17 m/s blijkt dat een hoeveelheid van de geloosde olie de kustlijn zal bereiken. Bijgevolg kunnen ook op het land effecten op de avifauna optreden. Dit wordt hierna onderzocht.

De impact op de avifauna ter hoogte van de kustlijn is enerzijds functie van de oppervlakte die met olie bedekt wordt. Deze oppervlakte kan afgeleid worden uit de figuren, die resulteren uit de simulaties van de gestrande olie (uit de oppervlaktelaag) na 5 dagen.

Bij lage en gemiddelde windsnelheden (SW1_neap_5d en SW7_spring_5d) blijkt dat de olievlek de Belgische kust niet bereikt, doch zich uitspreidt in noordoostelijke richting. Mogelijks zal de olievlek op een later tijdstip de Nederlandse kust bereiken. Dit kan echter niet geverifieerd worden met de huidige simulatietijd.

In de scenario's met een windsnelheid van 17 m/s blijkt dat de olie de kust wel bereikt na 5 dagen. Opnieuw wordt uitgegaan van het *worst-case* scenario voor zware stookolie. Er wordt uitgegaan van een gemiddelde strandbreedte van 75 m. Uit de modellering blijkt dat de grootste verontreinigde oppervlakte van de Belgische kust 0,95 km² (of 12,7 km * 75 m) bedraagt (hyd17_w2). De grootste verontreinigde oppervlakte van de Nederlandse kust bedraagt 0,93 km² (of 12,4 km * 75 m) (hyd17_s02_w2).

Anderzijds hangt de impact af van het vogelbestand ter hoogte van het beschouwde gebied. De gehanteerde vogeldensiteiten werden vastgesteld in een gebied tot 5 km buiten de kust, in de periode 1992-1998. Om de coherentie met de modelleringen te behouden werd voor zware stookolie rekening gehouden met de densiteiten, gemeten in de winter (Seys, 2001). De kwetsbaarheidsindex, opgesteld door het Instituut voor Natuurbehoud, is weergegeven in Tabel 4.9.9. De impactberekening voor zware stookolie is weergegeven in Tabel 4.9.13.

Tabel 4.9.13: Berekening van de impact van zware stookolie op de avifauna t.h.v. de Belgische en Nederlandse kust (17 m/s)

Vogelsoort	Densiteit (aantal/km ²)	Aantal op 0,95 km ² (Belgische kust)	Aantal op 0,93 km ² (Nederlandse kust)	% mortaliteit	Aantal mortaliteit (Belgische kust)	Aantal mortaliteit (Nederlandse kust)
Roodkeelduiker	0,22	0,21	0,20	89,9	0	0
Fuut	1,18	1,12	1,1	71,3	1	1
Jan van Gent	0,01	0,009	0,009	68,2	0	0
Zwarte Zee-eend	2,72	2,58	2,4	58,9	1	1
Dwergmeeuw	0,14	0,13	0,13	74,4	0	0
Kokmeeuw	1,81	1,72	1,68	34,1	1	1
Stormmeeuw	1,51	1,43	1,4	40,3	1	1
Kleine Mantelmeeuw	0,08	0,07	0,07	58,9	0	0
Zilvermeeuw	0,80	0,76	0,74	46,5	0	0
Grote Mantelmeeuw	0,21	0,19	0,19	65,1	0	0
Drieteenmeeuw	0,12	0,11	0,11	52,7	0	0
Alk	0,03	0,03	0,03	77,5	0	0
Zeekoet	0,27	0,26	0,25	77,5	0	0
TOTAAL					4	4

Uit Tabel 4.9.13 blijkt dat zowel voor de Belgische kust als voor de Nederlandse kust slechts een verwaarloosbaar aantal vogels (vier) zouden aangetast worden door de aangespoelde zware stookolie op de kust. Wel dient hierbij opgemerkt te worden dat deze schatting enkel opgaat voor de soorten die vermeld staan in de kwetsbaarheidsindex, mortaliteit onder andere mogelijk voorkomende soorten is dus niet in overweging genomen wegens een gebrek aan gegevens.

Op basis van (de ontbrekende) beschikbare literatuurgegevens was het niet mogelijk om een wetenschappelijk gefundeerde uitspraak te doen over effecten op het bodemleven of op zeezoogdieren.

4.9.4.4 Leemten in de kennis

Er is een gebrek aan goede ecotoxicologische referentiegegevens. Er bestaat onvoldoende wetenschappelijk literatuur die de relatie tussen olievervuiling (kwantiteit, omstandigheden, ...) en vogelslachtoffers verklaart. Gegevens over relaties met schade aan benthos en zeezoogdieren, toepasbaar in de Noordzee zijn ook schaars.

4.9.4.5 Mitigerende maatregelen

C-Power heeft de intentie om een eigen onderhoudsschip te laten bouwen om aldus tijdens de exploitatie een maximale beschikbaarheid te kunnen garanderen. Naar aanleiding van de resultaten van de verschillende deelstudies in verband met veiligheid (Technical risk analysis, olie verspreidingsstudie, radarstudie,...) heeft C-Power het concept van een "multi purpose maintenance vessel" uitgewerkt in samenwerking met een gespecialiseerde scheepsbouwer. Het is technisch mogelijk om dit onderhoudsschip uit te breiden en te voorzien van bijkomende infrastructuur dewelke toelaat om op volle zee olie te ruimen, takelopdrachten uit te voeren of ingeschakeld te worden voor brandbestrijding op zee. Door dit te kaderen in een publiek private samenwerking zouden aldus enerzijds de projectgebonden risico's sterk gelimiteerd kunnen worden maar anderzijds ook de globale mariene veiligheid verhoogd kunnen worden. Dit concept werd op 24 januari reeds toegelicht tijdens een "marine safety meeting" met de bevoegde autoriteiten. In bijlage 5 wordt een principe tekening en een aantal technische kenmerken van dit ontwerp weergegeven.

5 ANALYSE VAN DE EFFECTEN VAN EEN VERMOGENSVERHOGING TOT 5 MW TURBINES

Zoals in de projectbeschrijving vermeld houdt C-Power de optie open om te opteren voor een individueel geïnstalleerd vermogen tot 5 MW op voorwaarde dat deze turbines commercieel beschikbaar zijn op dat moment en mits het akkoord van de bevoegde Minister.

Op basis van de recente evoluties in de windenergiesector kan verwacht worden dat de verdere ontwikkeling van de offshore windturbines ertoe leidt dat op korte termijn vermogens zoals 5 MW commercieel beschikbaar zullen zijn. Deze windturbines kunnen momenteel beperkt gekarakteriseerd worden als volgt: Vermogen: 5 MW; rotordiameter: 125 meter; naafhoogte: 90 à 100 meter; hoeveelheid oliën en vetten: ongeveer 1100 liter. Ondanks het ontbreken van verdere detailgegevens zal toch getracht worden om een eerste inschatting te maken van de mogelijke effecten in vergelijking met de besproken effecten voor een 3,6 MW turbine van GE. Meer gedetailleerde info over een 5 MW turbine is bijgevoegd in bijlage 2.

5.1 KLIMAAT

De verhoging van het vermogen van de windturbines tot 5 MW resulteert in een lineaire verhoging van het aandeel van de reductie van uitstoot van broeikasgassen (zie ook lucht). Hierdoor stijgt het aandeel van 2,4 % tot 3,2 %.

De invloed op het lokale windklimaat zal niet essentieel verschillen tussen een 3,6 MW en een 5 MW turbine. De vermindering van de windsnelheid, en de verhoogde turbulentie zal maximaal enkele meter verder reiken.

5.2 BODEM

Uitgaande van het gegeven dat er ook voor de 5 MW turbine erosiebescherming zal aangebracht worden kan het verschil in impact tussen een 3,6 MW turbine en een 5 MW turbine er enkel uit bestaan dat de erosiebescherming over een grotere oppervlakte dient aangebracht te worden. Dit zal waarschijnlijk tot een beperkte toename leiden van de totale bestorte oppervlakte. Gezien het ontbreken van gegevens over de dimensies is dit momenteel echter niet in te schatten. Anderzijds kan verwacht worden dat de veranderingen niet van zulke aard zullen zijn dat ze de conclusies betreffende de bodem (en de erosiebescherming) essentieel zullen wijzigen indien dezelfde funderingen gebruikt worden. Indien echter de overstap zou gemaakt naar een groter aantal driepootfunderingen, zal de impact op de bodem van de 5 MW turbine kleiner zijn dan ingeval van een situatie van 3,6 MW turbines met monopaalfunderingen. Dit is het resultaat van het gegeven dat de erosiebescherming ingeval een driepootfundering beperkter kan gehouden worden.

5.3 WATER

Voor de milieu-impact op het water wordt er geen verschil verwacht tussen de inplanting van een 3,6 MW turbine en een 5 MW turbine.

5.4 LUCHT

5.4.1 Constructiefase

Tijdens de constructiefase dient rekening gehouden te worden met de emissies van vaartuigen nodig voor de installatie van de windturbines en met de emissies gelinkt met het materiaalverbruik voor de windturbines.

Gezien het aantal windturbines niet verandert, kan gesteld worden dat de emissies van de vaartuigen nodig voor de installatie van de windturbines gelijk zullen zijn aan deze bij het 3,6 MW alternatief. De totale emissies afkomstig van vaartuigen werden ingeschat op 5 800 ton CO₂, 105 ton NO_x, 95 ton SO₂, 10 ton stof en 7,5 ton VOS.

Het materiaalverbruik voor de 5 MW windturbines wordt ongeveer 5 % hoger geschat dan voor het 3,6 MW alternatief. Dit betekent dat ook de emissies gelinkt aan het materiaalverbruik zo'n 5 % hoger zullen zijn en zullen oplopen tot 97 000 ton CO₂, 770 ton SO₂ en 360 ton NO_x. Gezien echter ook de vermeden emissies op jaarbasis hoger zijn belopen de emissies als gevolg van het materiaalverbruik in het windturbinepark 14 % van de jaarlijks vermeden CO₂ emissies, 70 % van de jaarlijks vermeden SO₂ emissies en 29 % van de jaarlijks vermeden NO_x emissie, wanneer de jaarlijks vermeden emissie wordt berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke elektriciteitsproductie. Dit betekent dat de emissies als gevolg van het materiaalverbruik na minder dan 1 jaar werking van het windturbinepark zijn terugverdiend.

5.4.2 Exploitatiefase

Wanneer wordt uitgegaan van eenzelfde aantal werkingsuren en dezelfde procentuele verliezen bij het 5 MW alternatief dan bij het 3,6 MW alternatief, belooft de netto elektriciteitsproductie voor het 5 MW alternatief 986 GWh. Deze netto elektriciteitsproductie van het windturbinepark dient echter niet door middel van klassieke of nucleaire productie te worden opgewekt, wat aanleiding geeft tot vermeden emissies op het land. De omvang van deze vermeden emissies op het land is afhankelijk van het feit of enkel klassieke of de combinatie van klassieke en nucleaire productie wordt beschouwd voor het opwekken van de netto elektriciteitsproductie van het windturbinepark (Tabel 5.4.1).

Tabel 5.4.1: Vermeden emissies (ton/jaar) als gevolg van de werking van het windturbinepark – 5 MW alternatief

		<i>Klassieke productie</i>	<i>Klassieke & Nucleaire productie</i>
CO ₂	ton/jaar	677 380	284 500
SO ₂	ton/jaar	1 104,3	463,8
NO _x	ton/jaar	1 252,2	525,9
Stof	ton/jaar	124,3	52,2

De jaarlijks vermeden emissies, berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke productie, bedragen 3,20 % van de emissies door klassieke productie in België voor alle pollutanten. De jaarlijks vermeden emissies, berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke en nucleaire productie, bedragen 1,30 % van de emissies door klassieke productie in België voor alle pollutanten.

Tegen 2010 worden aan België emissieplafonds voor SO₂ en NO_x opgelegd van respectievelijk 99 000 en 176 000 ton/jaar (2001/81/EG). De vermeden emissies, berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke productie, bedragen respectievelijk 1,1 % van het emissieplafond voor SO₂ en 0,7 % van het emissieplafond voor NO_x, wat significant is. De Kyoto doelstelling voor België is een reductie van de

uitstoot van broeikasgassen tot 126,6 miljoen ton CO₂ equivalent tegen 2010. De vermeden emissies, berekend op basis van de emissiefactoren voor klassieke productie, bedragen 0,54 % van dit plafond, wat significant is.

Indien de elektriciteitsproductie door dit windturbinepark effectief aanleiding zou geven tot een equivalente vermindering van de elektriciteitsproductie op land door middel van klassieke thermische productie, zal dit leiden tot een significant positief effect met betrekking tot de invloed op de luchtkwaliteit op het land in het algemeen en het broeikaseffect en de zure depositie in het bijzonder.

5.4.3 Ontmantelingfase

De emissies van vaartuigen ingezet bij de ontmanteling van het windturbinepark kunnen grosso modo gelijk gesteld worden aan de emissies van de vaartuigen ingezet voor het transport en de constructie van het windturbinepark.

5.4.4 Besluit

Het 5 MW alternatief is gunstiger dan het 3,6 MW alternatief gezien:

- De emissies van vaartuigen bij constructie en ontmanteling niet zullen wijzigen, waardoor ook de zeer beperkte impact op de lokale luchtkwaliteit boven zee ter hoogte van de inplantingsplaats niet zal wijzigen.
- De iets hogere emissies gelinkt met het materiaalverbruik in het 5 MW alternatief worden meer dan gecompenseerd door de veel hogere vermeden emissies als gevolg van de elektriciteitsproductie tijdens de exploitatiefase.

5.5 GELUID

Voor het specifieke geluid van een windturbinepark met 5 MW windturbines in de bouwfase en in de afbraakfase worden geen verschillen verwacht met een windturbinepark met 3,6 MW windturbines. Bijgevolg wordt er verwezen naar het hoofdstuk geluid en wordt enkel het specifieke geluid van de 5 MW windturbines tijdens de exploitatiefase bepaald boven water, aan de kustlijn en ter hoogte van de dichtst bijzijnde woningen beoordeeld. Doordat het geluid onderwater een leemte in de kennis is, wordt dit onderdeel in dit hoofdstuk niet afzonderlijk besproken maar wordt er verwezen naar het hoofdstuk geluid.

Het geluidsvermogeniveau en het geluidsspectrum is nog niet gekend voor de 5 MW windturbine van het type M5 Repower. Volgens recente gegevens van windturbinefabrikanten, bedraagt het bronvermogeniveau van een moderne windturbine afhankelijk van het type, gemiddeld voor een windturbine van 1,5 MW 101 dB(A), voor een 2 MW 104 dB(A), voor een 3 MW 107,3 dB(A) en voor een 3,6 MW 109 dB(A). Wanneer er, zoals in de projectbeschrijving, gebruik gemaakt zal worden van windturbines met een nominaal vermogen van 5 MW, zal het geluidsvermogeniveau LW van de windturbine vermoedelijk iets hoger liggen. Uit een lineaire interpolatie van de geluidsvermogeniveaus van deze bestaande windturbines kan het geluidsvermogen van een 5 MW windturbine geschat worden op 112 dB(A).

In het hoofdstuk geluid (4.5) wordt het te verwachten effect van een 5 MW turbine uitgebreid besproken. Voor de resultaten hiervan verwijzen we dan ook naar dit hoofdstuk.

Er wordt voor het geluidsklimaat geen significant verschil verwacht tussen de inplanting van een 3,6 MW turbine en een 5 MW turbine gezien:

- het specifieke geluid tijdens de constructiefase en ontmantelingfase niet zal wijzigen, waardoor ook de impact door de tijdelijke geluidsverhoging boven en onder water ter hoogte van de inplantingsplaats niet zal wijzigen.
- in beide bestudeerde inplantingen wordt er geen belangrijke impact op het geluidsklimaat verwacht tijdens de exploitatiefase.

5.6 FAUNA

Aangezien de juiste dimensies niet gekend zijn voor een 5 MW turbine, kan ook voor deze discipline de verandering in impact niet correct ingeschat worden. Anderzijds wordt verwacht dat, gezien de te verwachten toename in dimensies (een 5 MW is waarschijnlijk groter dan een 3,6 MW), er een quasi evenredige toename zal zijn van de impact op vissen en invertebraten wat betreft habitat en biotoopverlies, verlies aan (voornamelijk benthische) organismen, verstoring door de bouw en geluidseffecten.

Wat betreft de vogels kan waarschijnlijk uitgegaan worden van een lineaire toename van de effecten met de dimensies. Het aantal aanvaringsslachtoffers zal toenemen omdat de rotoroppervlakte toeneemt (van 7 854 m² naar ongeveer 12 300 m²). In hoeverre deze toename lineair is valt momenteel niet uit te maken. Anderzijds speelt ook de omwentelingssnelheid en de tipsnelheid een belangrijke rol in de inschatting van het aantal aanvaringsslachtoffers. Er zijn echter geen gegevens voorhanden om, zelfs preliminaire inschattingen, te maken.

Wat betreft de impact van elektromagnetische velden en opwarming van de bodem wordt geen significant verschil verwacht.

Op basis van de verwachting dat de toename in dimensies waarschijnlijk beperkt zal blijven tot maximaal 10 % kunnen we stellen dat de conclusies betreffende de impact op fauna waarschijnlijk niet fundamenteel verschillen van deze van een 3,6 MW.

5.7 MONUMENTEN EN LANDSCHAPPEN

De inplanting van 5 MW turbines i.p.v. 3,6 MW turbines op de Thorntonbank zal slechts een zeer klein effect hebben op het zeegezicht van het windturbinepark vanaf de kust. Als gevolg van de grotere afmetingen van de 5 MW turbines kunnen de windturbines theoretisch iets meer te zien zijn. Op een afstand van 27 km zal de mast voor 57 m zichtbaar zijn in plaats van voor 37 m, en de wieken zijn 25 % langer. Dit wil zeggen dat het totale beeld ongeveer 23 % groter zal zijn. Desalniettemin bevinden de molens 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 wijziging op het zeelandschap teweeg brengen t.o.v. de 3,6 MW turbines.

5.8 MENS EN MENSELIJKE ACTIVITEITEN

Voor de mens en de menselijke activiteiten wordt geen verschil verwacht tussen de inplanting van een 3,6 MW turbine of een 5 MW turbine. Aangezien er geen wezenlijk verschil zal zijn in de ingenomen ruimte en de locatie van de turbines, zal het effect verwaarloosbaar zijn.

5.9 VEILIGHEID

Een mogelijk verschil tussen de 3,6 MW turbine en de 5 MW turbine ligt in de hoeveelheid gebruikte oliën. Een grotere turbine bevat eventueel een grotere hoeveelheid oliën en vetten. Gezien de besproken

effecten van deze in de turbine aanwezige vloeistoffen voor een 3,6 MW turbine kan redelijkerwijze verwacht worden dat er geen beduidend verschil zal optreden bij een 5 MW turbine ten opzichte van een 3,6 MW turbine.

Een tweede aspect dat een rol kan spelen is het verschil in fundering, door een groter gewicht, die noodzakelijk zal zijn en de daaraan gekoppelde berekening van scheepvaartrisico's. Indien er een groter aantal driepootfunderingen nodig zal zijn, zal dit leiden tot zwaardere beschadiging van de schepen bij een ongeval. Het verschil tussen de funderingen van een 3,6 MW en een 5 MW zal echter waarschijnlijk niet voldoende groot zijn om dit verschil te kunnen kwantificeren. Daarnaast moeten we ook melden dat bij de risicoanalyse van de effecten van een aanvaring uitgegaan is van een driepootfundering, welke steeds zal leiden tot een zwaarder incident ingeval van een aanvaring dan bij een monopaal. Het risico op een accident zelf zal hoogstwaarschijnlijk niet beïnvloed worden.

Een derde aspect dat in overweging dient genomen te worden is of de effecten op de radar en communicatiesystemen groter zal zijn bij de 5 MW turbine dan bij de 3,6 MW turbine. Aangezien de mast de voornaamste verstorende factor is kan verwacht worden dat de invloed ook vergelijkbaar zal zijn met de beschreven impact van een 3,6 MW. De deelstudie geeft immers aan dat de reële effecten waarschijnlijk kleiner zullen zijn dan de beschreven effecten. Een relatief kleine aanpassing aan de dimensies van de molens /masten zal dus geen betekenisvolle verhoging van risico's inhouden.

6 SYNTHESE EN CONCLUSIES

6.1 INGREEP-EFFECTRELATIES

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de geïntegreerde evaluatie van de effecten per discipline. Verklaring van de gebruikte symbolen staat onderaan de tabel.

Tabel 6.1.1: Overzicht van de ingreep effect relaties voor de verschillende disciplines.

<i>Fase</i>	<i>Inrichting</i>		<i>Exploitatie</i>		<i>Ontmanteling</i>		<i>Bekabeling</i>	
<i>Vermogen</i>	<i>3,6</i>	<i>5</i>	<i>3,6</i>	<i>5</i>	<i>3,6</i>	<i>5</i>	<i>3,6</i>	<i>5</i>
Abiotische omgeving								
<i>Effecten op de bodem</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Effecten op het water</i>	-	-	0	0	-	-	0	0
<i>Effecten op de lucht</i>	-	-	++	++	-	-	-	-
<i>Effecten op geluid en trillingen</i>	-	-	-	-	-	-	0	0
<i>Effecten op klimaat</i>	0	0	+	+	0	0	0	0
<i>Effecten op het landschap</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
Biotische omgeving								
<i>Effecten op invertebraten en vissen</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Effecten op avifauna</i>	-	-	-	-	-	-	0	0
<i>Effecten op zeezoogdieren</i>	-	-	-	-	-	-	0	0
Menselijke activiteiten								
<i>Effecten op impact van visserij</i>	0	0	+	+	0	0	0	0
<i>Effecten op impact van zand en grindontginning</i>	0	0	+	+	0	0	0	0
<i>Effecten op de impact van het baggeren</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op de impact van kabels en pijpleidingen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op de impact van militaire activiteiten</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op de impact van scheepvaart</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Effecten op de impact van toerisme en recreatie</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
Veiligheid								
<i>Risico's op milieuschade door de installaties</i>	-	-	-	-	-	-	0	0
<i>Risico's op milieuschade door Scheepvaartaccidenten</i>	-	-	-	-	-	-	0	0

Legende van de tabel:

- : sterke negatieve invloed op het milieu
- : matige negatieve invloed op het milieu
- 0 : geen of verwaarloosbare invloed op het milieu
- + : matige positieve invloed op het milieu
- ++ : sterke positieve invloed op het milieu
- ?? : invloed kan onvoldoende zeker vastgesteld worden

6.2 CONCLUSIES

In de hiernavolgende onderdelen wordt per fase van het project een synthetisch overzicht gegeven van de belangrijkste conclusies. Enkel effecten die op basis van de uitgebreide analyse als betekenisvol werden geïdentificeerd worden hier herhaald. Voor leemten in de kennis, compensaties en voorgestelde monitoring maatregelen wordt verwezen naar de specifieke hoofdstukken.

<i>Discipline</i>	<i>Effect</i>
INRICHTINGSFASE	
Bodem	• een lokale verstoring van de geologische structuur langs de gehele sedimentlaag die door de paal doorboord wordt • een grotere compactie van het sediment rond elke paal
Water	• mogelijk een geringe en indirecte emissie van zware metalen door resuspensie uit de bodem • een zeer lokale en tijdelijke verhoging van de turbiditeit
Lucht	• luchtmissies tengevolge van vaartuigen ter waarde van 0,01 % van totale emissies van de Noordzee en Baltische zee • luchtmissies tengevolge van materieelverbruik zijn in minder dan 1 jaar terug verdiend
Geluid	• niet te verwaarlozen tijdelijke en lokale verhoging van de geluidsniveau's boven en onder water
Landschap	• er zal een tijdelijke kleine verstoring zijn van de beleving van het zeegezicht door het verhoogd scheepvaartverkeer
Fauna	• Een bentisch habitatverlies van 0,8 % van de concessie oppervlakte door steenbestorting en palen • een beperkte en tijdelijke verstoring van de bentische fauna en vissen tengevolge van verhoogde turbiditeit, sedimenttransport en geluid en trillingen • tijdelijke verstoring van verstoringgevoelige vogelsoorten en van zeezoogdieren door verhoogde lokale activiteit, eventueel een aantrekken van andere vogelsoorten.
Veiligheid	• een minimaal verhoogd risico op scheepvaartongelukken tengevolge van scheepvaartverkeer naar de projectsite

Discipline	Effect
Tijdens de inrichtingsfase zal er een tijdelijke verstoring plaatsvinden tengevolge van de werkzaamheden. Dit zal als gevolg hebben dat de bodem lokaal verstoord wordt op de plaats waar de funderingen aangebracht worden. Door het opgestoven bodemmateriaal zal er tijdelijk en lokaal een verminderde helderheid van het water optreden wat eventueel zou kunnen leiden tot het vrijkomen van historische vervuiling. Als gevolg van de activiteiten (varen, heien, gebruik van de kraan , ...) zal er een tijdelijk een verhoogd geluidsniveau aanwezig zijn. Als gevolg van deze verstoringen zullen organismen, en vooral die soorten die gevoelig zijn aan verstoring tijdelijk wegblijven. Anderzijds kunnen bepaalde soorten aangetrokken worden door de verstoring. Daarnaast zal er een beperkte tijdelijk vervuiling van de lucht optreden. Als gevolg van de erosiebescherming en de palen zal er beperkt verlies zijn aan zandbodem als leefomgeving.	
EXPLOITATIEFASE	
Bodem	lokale veranderingen in de zeebodemstructuren en sedimenttransport door de palen en erosiebescherming, waarvan de langdurige veranderingen op het globaal systeem niet ingeschat kunnen worden
Water	verandering in de hydrodynamica in de directe omgeving van de individuele palen
Klimaat	een afname in de windsnelheid en een verhoging van de turbulentie aan de lijzijde van de windmolens over een afstand van maximum 3 km. Dit effect is cumulatief voor windmolens die achter elkaar staan ten opzichte van de wind.
Lucht	2,3 % vermeden emissies van broeikasgassen in vergelijking met klassieke centrales; 0,8 % vermeden emissies van het emissieplafond voor SO₂ en 0,5 % van het emissieplafond voor NO_x
Geluid	- impact op onderwatergeluid en trillingen is waarschijnlijk beperkt tot lokale verstoring - Het bovenwatergeluid zal verhoogd zijn tot 40 dB(A), afhankelijk van de gebruikte turbine (3,6 of 5 MW), tot op een afstand van ongeveer 3 tot 6 km. Het geluid zou hoorbaar kunnen zijn tot op een afstand van maximaal 15 à 20 km.
Landschap	Op basis van tegenstrijdige gegevens wordt geraamd dat de zichtbaarheid van het windmolenpark zeer beperkt zal zijn, en op de rand van het waarnemingsvermogen. Er wordt geen significante negatieve invloed verwacht op de beleving van het zeegezicht, gezien de zichtbaarheid van de windturbines sterk bepaald wordt door de weersomstandigheden. Uit het belevingsonderzoek bleek dat het windturbinepark op 27 km van de kust aanvaard wordt door de bevolking.
Fauna	- creatie van harde substraten zal leiden tot een (niet natuurlijk) biotoop en verhoogde en veranderde biodiversiteit - voor 13 vogelsoorten is het effect matig negatief en voor 4 soorten verwaarloosbaar - Er wordt een licht positieve invloed verwacht op het visbestand en bentische leven tengevolge van het wegblijven van boomkorvisserij en zandextractie
Veiligheid	- Een zeer klein en aanvaardbaar risico van milieuvervuiling door de aanwezige oliën en vetten bij het omvallen van de turbine. - Een zeer klein en aanvaardbaar risico van milieuvervuiling door de aanwezige oliën en brandstof bij een complete structurele falen van het transformatorplatform - Een bijkomend statistisch geschat risico op een scheepvaartongeval van 1 incident per 201 jaar met vrijstelling van statistisch gemiddeld 48,2 ton olie/brandstof.

<i>Discipline</i>	<i>Effect</i>
Tijdens de exploitatie kunnen ook een aantal effecten verwacht worden. Tengevolge van de funderingen wordt er een lokale veranderingen van de water en sedimentstromen en mogelijks de zeebodemstructuur verwacht. Als gevolg van de erosiebescherming zullen er zich in het lokaal nieuwe milieu, namelijk steen en staal in plaats van zand, andere dieren en planten gaan ophouden. Als gevolg van het wegblijven van boomkorvisserij wordt verwacht dat het leven tussen de windturbines zal genieten van een bescherming. Door het functioneren van de turbines wordt er ook in de onmiddellijke omgeving van de turbines een verhoogd onderwatergeluid verwacht. Boven water zal er ook een verhoogd geluid zijn, wat maximaal hoorbaar kan zijn tot op 15 à 20 km. Het geluid en draaien van de wieken zal leiden tot een beperkt negatief effect (aanvaringen en verstoring) op 13 vogelsoorten. Als gevolg van de elektriciteitsproductie door de windturbines wordt 2,3 % uitstoot van broeikasgassen vermeden. Het windturbinepark zal waarschijnlijk niet of nauwelijks te zien zijn vanop de kust, Enerzijds omdat de windturbines zeer klein zullen zijn vanop het strand en anderzijds door de weersomstandigheden. De kans op een scheepsongeval door het windturbinepark wordt ingeschat op ongeveer 1 ongeval per 200 jaar waarbij gemiddeld 50 ton olie zou vrijkomen.	
ONTMANTELINGFASE	
De effecten zijn fundamenteel gelijkaardig als tijdens de inrichtingsfase.	
KABELS	
Bodem	• een tijdelijke verstoring van de bodemstructuur door het kabelleggen
Water	• een zeer lokale en tijdelijke verhoging van de turbiditeit
Klimaat	• optreden van een lokale temperatuursgradient in de bodem rondom de kabel
Fauna	• een lokale tijdelijke verstoring van het biotoop • een beperkt lokaal verlies aan habitat • een mogelijk gelokaliseerde verstoring van gedrag van kraakbeenvissen o.i.v. elektro magnetische velden • een mogelijke invloed op het bentisch leven o.i.v. lokale temperatuursgradient
De voornaamste invloed van het kabelleggen is het gevolg van de lokale verstoring van de bodem en de daarin levende dieren. Deze invloed zal beperkt zijn tot de onmiddellijke omgeving en na een tijd verdwenen zijn. De invloeden van de elektromagnetische straling en de lokale opwarming van de bodem zijn onzeker.	
VERGELIJKING BEKOMEN CONCESSIE VS ALTERNATIEVE INPLANTING	
<i>Discipline</i>	<i>Effect</i>
Klimaat	Identieke impact voor de effecten op het globale klimaat De alternatieve opstelling zal leiden tot kleine, waarschijnlijk verwaarloosbare verschillen, op het lokaal windklimaat
Bodem	Impact is afhankelijk van het funderingstype en niet van de inplanting op zich. Driepootfundering vereisen potentieel kleinere erosiebescherming.
Water	Geen significante verschillen in impact
Lucht	Geen significante verschillen in impact
Geluid	Geen significante verschillen in impact; de geluidscontouren hebben een

<i>Discipline</i>	<i>Effect</i>
	licht verschillende vorm
Fauna en flora	
Benthos en vissen	Geen significante verschillen in impact
Avifauna	De bekomen concessie is minder belastend op het aanvaringsrisico dan het bestudeerde alternatief
Zeezoogdieren	Geen significante verschillen in impact
Landschap	De op zich verwaarloosbare impact, zal in de alternatieve inplanting kleiner zijn dan in de bekomen concessie.
Menselijke activiteiten	In de bekomen concessie is er minder overlap met de zand en grint exploitatie en geen overlap met het militaire gebruik.
Veiligheid	Beide risico's worden identiek geklasseerd, hoewel de bekomen concessie een statistisch iets lagere kans heeft op een ongeval met een iets kleinere impact. Geen verschil in impact op de radar en telecommunicatie.
Buiten het effect op de vogels is er waarschijnlijk geen significant verschil in impact tussen beide opstellingen. De bekomen concessie is minder belastend voor de vogels dan de alternatieve inplanting doordat ze parallel aan de kust georiënteerd is. Vanuit een veiligheidsstandpunt heeft de bekomen concessie ook de voorkeur.	
VERMOGENSVERHOOGING TOT 5 MW	
Gezien de beperkte hoeveelheid beschikbare gegevens omtrent de specificaties van de 5 MW turbine zijn de conclusies over de verschillen in milieu-impact relatief beperkt. Voor de disciplines bodem, fauna, en landschap, wordt besloten dat, op basis van de verwachte grotere dimensies de effecten groter zullen zijn dan bij een 3,6 MW turbine. Anderzijds is het momenteel onvoldoende duidelijk in welke mate deze toename in effecten significant hoger zal zijn ten opzichte van de 3,6 MW. Het kan zijn dat het verschil tussen beide uiteindelijk verwaarloosbaar klein zal zijn. Momenteel is het echter onmogelijk om hierover een gefundeerde uitspraak te doen. Voor de disciplines water, veiligheid en menselijke activiteiten worden er geen significante verschillen verwacht. Voor de discipline geluid, is op basis van extrapolatie een inschatting gemaakt van de geluidsbelasting. De 5 MW turbine zal in een matig belastende situatie verder hoorbaar zijn, maar niet hoorbaar zijn aan de kustlijn. Voor de discipline lucht is aangetoond dat de vermeden emissie van de 5 MW turbine 1/3 hoger zal zijn.	
GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN	
<i>Discipline</i>	<i>Effect</i>
Geluid	Gezien de grotere afstand wordt er geen geluidseffect op het vaste land in Nederland verwacht. Doordat de grens van de Nederlandse wateren slechts 2 km van de bekomen concessie verwijderd is, zal er boven water aan de grens een specifieke geluid van ongeveer 45 dB(A) verwacht worden.
Landschap	Gezien het dichtste punt van het Nederlandse vasteland zich op ongeveer 30 km van het windturbinepark bevindt, zal het windturbinepark in zeer beperkte mate of zelfs helemaal niet zichtbaar zijn vanop de Nederlandse kust. De effecten op de beleving in België zullen in Nederland eveneens van toepassing zijn.

<i>Discipline</i>	<i>Effect</i>
Veiligheid	Aangezien het windturbinepark een zeer beperkt maar niet verwaarloosbaar bijkomend risico vormt voor scheepvaartincidenten kan in bepaalde omstandigheden dit resulteren in een vervuiling van de Nederlandse kusten en/of wateren. Aangezien het risico voor Belgische wateren als aanvaardbaar werd ingeschat kan een zelfde conclusie voor effecten in Nederland getrokken worden.
Gezien de positie en afstand van de inplanting ten opzichte van de buurlanden kunnen enkel beperkte effecten verwacht worden naar Nederland toe. Van al de beschouwde disciplines kan er enkel eventueel een beperkt effect verwacht worden voor de discipline geluid, landschap en veiligheid.	

7 REFERENTIES

- 3E. (2001). Offshore windpark op de Wenduinebank. Opbrengstberekening a.h.v. meteostations Westhinder, Wandelaar, Droogte van 't Schoonveld, Vlake van de Raan en Cadzand, Studiedeel 7. AWK-AWZ. Hydro-meteo-atlas Meetnet Vlaamse Banken.
- Bailey-Brock, J.H. (1989). Fouling community development on an artificial reef in Hawaiian waters. *Bull. Mar. Sci.*, 44(2): 580-591.
- Bjork, e.a., "Divergence of boat noise above water level in a downwind direction"
- Bloomer J., *Practical fluid mechanics for engineering applications*, 2000.
- BMM. (2002). Milieueffectbeoordeling van het project "Seanergy" ingediend door de tijdelijke vereniging Electrabel – Jan De Nul.
- Bohnsack, J.A., Johnson, D.L. & Ambrose, R.F. (1991). Ecology of artificial habitats and fishes. In Seaman, W. & L.M. Sprague (Eds.) *Artificial habitats for marine and freshwater fisheries*. Academic Press, San Diego, California: 61-107.
- BONUS Energy A/S Fabriksvej 4 7330 Brande Denmark, Offshore Wind Turbine-Underwater Noise of a Bones 2 MW Turbine at Middelgrunden, januari 2002
- Bremsers H., Raudkivi A., *Scouring*, 1991.
- Cameron 1992
- Chee R.K., Live-bed scour at bridge piers. Report Nr. 290 University of Auckland, School of Engineering, 1982.
- Chiew Y.M., Local scour at bridge piers. Report Nr. 355 University of Auckland, School of Engineering, 1984.
- C-Power – Haecon, Windenergiepark Belgische Kust. Milieueffectenrapport, 2001.
- Cripps, S.J., Aabel, J.P. 1995. DPI – Fish survey using R.O.V. data. RF-Rogaland Research Report No. RF-95/301. Stavanger, Norway. 12p.
- Danish Hydraulic Institute, Horns Rev Offshore Wind Power Plant: Landfall of Cable South of Oksby Note on Hydraulic aspects, 2000.
- Danish Hydraulic Institute, Horns Rev Wind Power Plant: environmental impact assessment of hydrography, 1999.
- Dayton P.K., S. Trush, F.C. Coleman (2002) Ecological effects of fishing in marine ecosystems of the United States Pew Oceans Commission, Arlington, Virginia
- De Putter B., De Wolf P., Yu C et al., Suspended sediment concentrations along the Belgian Coast – under storm conditions and over an M2 tidal cycle, International Harbour Congress, Antwerpen, 17-21 juni 1996.
- Deane, Grant, B., "A model for the horizontal directionality of breaking wave noise in the surf zone," *J. Acoust. Soc. Am.* 107 (1), jan 2000
- Decloedt, S., J. De Poorter, D. Botteldooren, Vakgroep Informatietechnologie, Groep Akoestiek, RUG, "Onderzoek naar het stiltekarakter van gebieden: Het Zwin", Gent, 1998, studie in opdracht van AMINAL
- Department for Transport, Local Government and the Regions (2000) MAIB Annual Report 2000
- DIN IEC 88/48/CDV (1996) Windenergieanlagen; Teil 10: Schallmessverfahren (IEC 88/48/CDV: 1995)
- Disney M. (1996) The dangerously low safety margins for large tankers coming into coastal waters such as Milford Haven. http://www.geog.ucl.ac.uk/~mdisney/sea_empress/empress.html
- E. Van Lil, D. Trappeniers (2003) Studie van de effecten van een windturbinepark op de Thorntonbank Ecolas, Uitvoering van sedimentkwaliteitscriteria voor het terugstorten van baggerspecie in de Noordzee, BMM, 1996.
- Emis (2003), *Emissies van klassieke elektriciteitscentrales in België 1990-2000*, www.emis.vito.be
- Entec (2002), *Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community*
- Environmental Impact Assessment Report of Horns Rev Offshore Wind Farm, Denmark may 2000.
- Ettema R., Scour at bridge piers. Report Nr. 216 University of Auckland, School of Engineering, 1980.

- Europese Commissie DGXII (1995), *Externalities of Fuel Cycles 'ExternE Project' - Report 6 – Wind and Hydro Fuel Cycles*
- EWEA (2001). Eindrapport offshore wind energy conferentie.
- F. Kleissen (2003) Olie modelleren voor de Belgische Kust WL Delft Hydraulics
- Fabi, G., Grati, F., Lucchetti & Trovarelli, L. (2002). Evolution of fish assemblage around a gas platform in the northern Adriatic Sea. ICES Journal of Marine Science, 59, Supp. 1, 309-315.
- Fidel et al (1979) Prediction annoyance from detectability of low-level sound. J. Acoustic Society of America, 66(5), November 1979 p 1427-1434
- Foster, K.L., Steimle, F.W., Muir, W.C., Krapp, R.K. and Conlin, B.E. (1994). Mitigation potential of habitat replacement: concrete artificial reef in Delaware Bay. Bull. Sci. 55(2-3): 783-795.
- Frid, C, Robinson, LA Bremner J (2002) Muddy Thinking: ecosystem based management of marine Benthos. Symposium on effects of fishing activities on Benthic habitats: Linking geology, biology, socioeconomics and management. November 2002 Tampa Florida USA
- Germanischer Lloyd (2003) Offshore Wind Energy Park Thorntonbank: Technical Risk analysis
- HAKAN WESTERBERG, Fiskeriundersökningar vid havsbaserat vindkraftverk, 1990-1993
- HASKONING Ingenieurs- en Architectenbureau, 1997, "Haalbaarheidsstudie Demonstratieproject Near Shore Windpark – Cluster I: Voorstudie Locatieselectie-Deelstudie Windaanbod.
- HASKONING Ingenieurs- en Architectenbureau, 1999, "Akoestisch onderzoek".
- Heidsman, T.E.R., Smith, R.H. Arneson, A.D., "Effect of Rain upon Underwater Noise Levels", Journal of Acoustic Society of America, 27: 378 (1955)
- Hoffmann, E., Astrup, J., Larsen, F. & Munch-Petersen, S. (2000) Effects of marine windfarms on the distribution of fish, shellfish and marine mammals in the Horns Rev area. Danish Institute for Fisheries Research.
- Houthuys, R.. Small-scale depositional structures of surface sediments of the Flemish Banks. Pp 165-178 in Pichot, G. (Ed.): Progress in Belgian Oceanographic Research 1989: Proceedings of the North Sea Symposium held in Ghent, 14 February 1989. Prime Minister's Services. Science Policy Office: Brussel, Belgium, 1989
- <http://www.kuleuven.ac.be/facdep/social/soc/Belgodata/klimaat.html>
- <http://www.landenweb.com>
- Http://www.waterland.net
- IPCC (2001) Third Assessment Report Climate Change 2001: Synthesis Report, A contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Watson, R.T. and the Core Writing Team (Eds.), Cambridge University Press, UK. 398 p.
- IPCC (2001). Technical summary. Climate Change 2001: Impacts, Adaption and Vulnerability.
- ITOPF (2001) Overzichtsstatistieken van oilspills; <http://www.itopf.com/stats.html>
- KAISER-WILHELM-KOOG-GMBH, (2000) Report WT 1326/00 of acoustical emissions of the wind turbine Generator TW 1.5 s at Fiefbergen/Germany, 30p
- Keenan, S., F. (2002). The importance of zooplankton in the diets of Blue runner (*Caranx crysos*) near offshore petroleum platforms in the Northern Gulf of Mexico. Thesis. Louisiana State University.
- Knudsen, V.O., Alford, R.S., Emling, J.W., "Underwater Ambient Noise", Journal Maritime Research 7: 410 (1948)
- Lanckneus J en De Moor, Present-day evolution of sandwaves on a sandy shelf bank in the Southern Bight. Oceanologica Acta, Vol. SP. 11, 123-127, 1991
- Lanckneus J., Van Lancker V., Moerkerke G., Van den Eynde D., Fettweis M., De Batist M., Jacobs P., Investigation of the natural sand transport on the Belgian continental shelf (BUDGET). Final Report, Federal Office for Scientific, Technical and Cultural affairs (OSTC), 2001.
- Legerton, M.L. (1996). Recommendations of the working group on wind turbine noise. Proceedings of Inter-noise 96. P 2547-2552.
- Lindeboom HJ (2002) Comparison of effects of fishing with effects of natural events and non fishing anthropogenic impacts on benthic habitats. Symposium on effects of fishing activities on Benthic habitats: Linking geology, biology, socioeconomics and management. November 2002 Tampa Florida USA

- Maes, F, Cliquet, A, Seys, J, Meire, P, Offringa, H, (2000) Limited atlas of the Belgian part of the North Sea, DWTC 31pp.
- Marechal, R. en Henriët, J.P., Seismisch onderzoek op het Belgisch continentaal plat. Eerste fase. Ontginningzone 2. Ministerie van Economische Zaken. Administratie van het Mijnwezen, Brussel, 32pp. 1983.
- Marechal, R. en Henriët, J.P., Studie oppervlaktelaag van het Belgische continentaal plat. Seismische prospectie. Eindverslag Sector B. Volume 1; Volume 2, Universiteit Gent. Laboratorium voor Aardkunde. Ministerie van Economische zaken. Administratie van het Mijnwezen. Belgische Geologische Dienst., Gent, 1986
- Maritime and Coastguard Agency (2000) ETV project Information relating to Pollution risks in the UK + Annexen <http://www.mcga.gov.uk/pollution/etv.htm>
- MER Locatiekeuze near shore windpark Nederland 25 maart 1999
- MER offshore windpark "Vlakte van de Raan", discipline geluid, juni 2001
- MER-windenergie deelaspect geluid Nederland (1998) Provincie Zeeland
- Min. VI. Gem. (2001). Afdeling Monumenten en Landschappen. Landschapsatlas.
- MIRA T (2001)
- Neill C.R., Guide to bridge hydraulics, University of Toronto, 1973.
- NIS (2000). Bevolkingsgegevens.
- NSTF (1993). North Sea Task Force. North Sea Quality Status Report 1993. Oslo and Paris Commissions, London, Olsen and Olsen, Fredensborg, Denmark, 132 pp.
- ODEGAARD & DANNESKIOLD-SAMSOE A/S, measurements of noise induced from offshore wind turbines and ambient noise in the sea water, september 2002;
- ORANJEWOUD B.V., 1998, MER: Proefboringen naar aardgas in de kustzone van de Concessie 'Middelie', Heerenveen
- OSPAR (1997). Background document concerning the identification of anthropogenic sources of PAK emissions as a basis for making decisions on measures. OSPAR Commission, meeting document No. DIFF 97/7/1.
- OSPAR (2000). Report of an assessment of trends in the concentration of certain metals, PAKs and other organic compounds in the tissues of various species and blue mussels. OSPAR Commission Ad Hoc working group on monitoring, 1998.
- OSPAR Commission (2000) Quality Status Report 2000 Region II Greater North Sea OSPAR Commission London 136+Xiii pp
- OSPAR Commission, Background document concerning the identification of anthropogenic sources of PAK emissions as a basis for making decisions on measures. OSPAR Commission, 1997k, meeting document No. DIFF 97/7/1.
- Pickering, H. & Whitmarsh, D. (1996). Artificial reefs and fisheries exploitation: a review of the 'Attraction versus production' debate, the influence of design and its significance for policy. Cemare Research Paper 107. University of Portsmouth, UK.
- Postma, H. De chemie van het water. In de Wolf (1990). De Noordzee.
- R.A. Bolt & G.P. van den Berg, Natural ambient background sound near the Waddensea, Proceedings of internoise 1997, Budapest.
- Radach, G. & Genkeler, J. 1997. Gridding of the NOWESP data sets, Nr. 27. Berichte aus dem Zentrum für Meeres- und Klimaforschung Reihe B: Ozeanographie. Institut für Meereskunde, Hamburg, 375 pp.
- Sampaolo, A. & Relini, G. (1994). Coals ash for artificial habitats in Italy. Bull. Mar. Sci., 55(2-3): 1277-1294.
- Sanderhoff P. (1993). PARK – User's Guide, RISO.
- Schallier R., Lahousse, L. & Jacques, T.G. 1996. Surveillance aérienne: pollutions marines causées par les navires dans la Zone d'Intérêt de la Belgique en Mer du Nord. Rapport d'activité 1991-1995. Unité de Gestion du Modèle Mathématique de la mer du Nord, Bruxelles, 51 pp.
- Schiereck G.J., Bed, bank and shore protection, 2001.
- Schleisner L. en Sieverts, P. (1997), *ExternE National Implementation Denmark*, Contract J053-CT95-0010

- Seenergy (2001) Milieueffectenrapport voor het bekomen van een machtiging en een vergunning voor de bouw en exploitatie van een windturbinepark. 341 pp
- SOAEFD, 1996. Environmental monitoring of the seas around Scotland 1970-1993. HMSO, Edinburgh.
- Söker H., Rehfeldt K., Santjer F., Strack M., Schreiber M. 2000. Offshore wind energy in the North Sea. Technical possibilities and ecological considerations – a study for Greenpeace. <http://archive.greenpeace.org/~climate/climatecountdown/dewifinal10.pdf>
- SÖKER, H. & SCHREIBER, M., "Offshore Wind Energy in the North Sea" Technical Possibilities and Ecological Considerations –A study for Greenpeace, october 2000
- Söker, Holger; Rehfeldt, Knud, Santjer Fritz, Stracker, Martin, Schreiber, Matthias, 2000. Offshore Wind Energy in the North Sea. Technical Possibilities and Ecological Considerations-A study for Greenpeace, 83pp
- Sørensen C.H., Hansen, L. H., Hammarlund, K. & Larsen, J. (2002). Experience with and strategies for public involvement in offshore wind projects.
- SSPA Marine consulting AB. (1996) Inventory on transportation patterns and risk estimation of oils carried in the Baltic Sea Area 32pp
- Sumer B.M. & Fredsoe J., Wave scour around a large vertical circular cilinder, Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, 127, 3, p. 125-134, 2001. Van Cauwenberghe C., Hydrografische analyse van de Scheldemonding ten oosten van de meridiaan 3°05' tot Vlissingen, Hydrografische Dienst der kust, 1966.
- Sumer B.M. & Fredsoe J., Wave scour around structures, Advances in Coastal and Ocean Engineering, § 4, p. 191-249, 1999.
- URICK, R.J., "Principles of Underwater Sound", Mc-Graw Hill Book Comp. (1983)
- Van Aken (1990). Natuurkunde. In de Wolf (1990). De Noordzee.
- Van Cauwenberghe C., Hydrografische analyse van de Vlaamse Banken langs de Belgische kust. Het Ingenieursbald, 40(19): 563-571, 1971
- Van den Eynde D., 2D sediment transport model (Total load), Mu-SEDIM, MUMM. 2001
- Van den Eynde D., Calibratie en validatie van de sedimenttransportmodellen mu-STM en mu-STM3. VESTRAM/1/199903/TR/1, MUMM, Brussel, 1999
- Van Lancker V. Honeybun, S.D. en Moerkereke, G., 2000. Sediment transport pathways in the Broers Bank- Westdiep coastal system. Preliminary results. In: A. Trentesaux and T. Garlan (Editors), Marine Sandwave Dynamics, International Workshop. University of Lille 1, France, Lille (Fr), pp. 205-212, 2000.
- Van Lancker V., Sediment and morphodynamics of a siliciclastic near coastal area, in relation to hydrodynamical and meteorological conditions: Belgin continetal shelf. Unpublished Ph.D. Thesis, Universiteit Gent, 194pp, 1999
- Van Lancker V., Studie van de morfologie en sedimentdynamiek op het centrale deel van de Gootebank, Zuidelijk Noordzee. Unpublished Msc thesis, Universiteit Gent, 101pp, 1993
- Van Rijn L.C., 1984. Sediment transport: suspended load transport. J. Hydr. Eng. ASCE Vol. 110 Nr. 11.
- Van Rijn L.C., 1989, Handbook of sediment transport by currents and waves.
- Van Rijn L.C., 1993, Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal seas.
- Vella, G., Rushforth, I., Mason, E., Hough, A., England, R., Styles, P., Holt, T. & Thorne, P. (2001). Assessement of the effects of noise and vibration from offshore wind farms on marine wildlife.
- VMM (2001), *Lozingen in de lucht 1980-2000*
- VMM (2001), *Luchtkwaliteit in het Vlaamse Gewest 2000*
- W.C. VERBOOM 1991, Possible disturbance of marine mamal hearing perception by human made noise-preparatory study, TPD-HAG-RPT-91-110, 22 july 1991
- Waterkader, Vierde nota Waterhuishouding, Ministerie van Verkeer en Rijkswaterstaat, Nederland, 1998.
- WES (2002). Verslag van de groepsdiscussies landschappelijke beleving van farshore windturbineparken.
- WES. (2002). Landschappelijke beleving van windturbineparken in zee.
- Westerberg, H. (1994). Fishery investigations at wind farm 'Svante 1' 1990-1993. Swedish National Board of Fisheries.
- WHO (1987), *Air quality guidelines for Europe (1st edition)*
- WHO (2000), *Air quality guidelines for Europe (2nd edition)*

www.waddenzee.nl

Zalmon, I.R., Novelli, R., Gomes, M., P. & Faria, V.V. (2002). Experimental results of an artificial reef programme on the Brazilian coast north of Rio de Janeiro. ICES Journal of Marine Science, 59, 83-87.