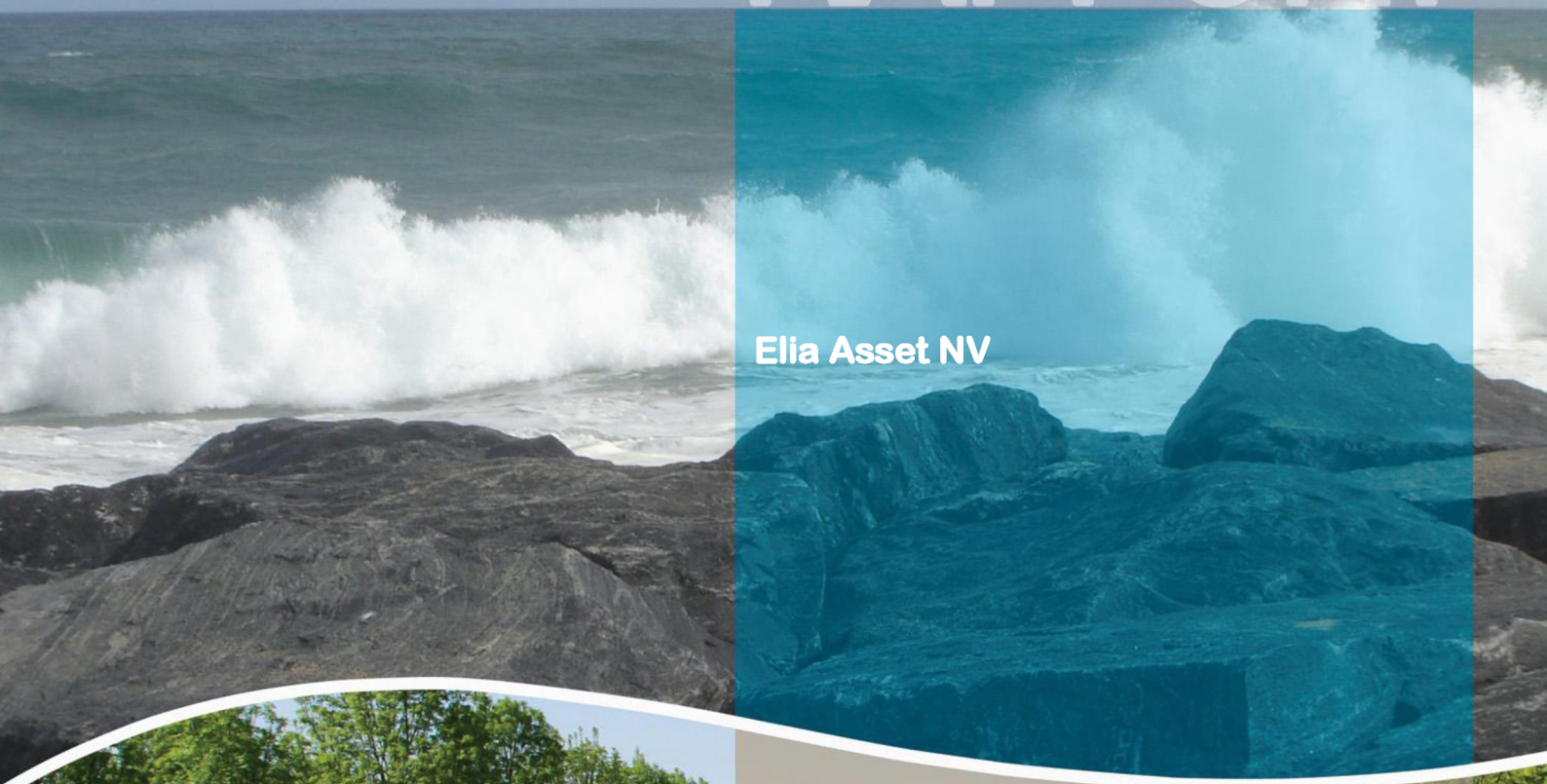
Powering a world in progress

RAPPORT



Elia Asset NV

Belgian Offshore Grid

Milieueffectenrapport

19 augustus 2013 - versie 1.0

IMDC

International Marine & Dredging Consultants

Colofon

International Marine & Dredging Consultants

Adres: Coveliersstraat 15, 2600 Antwerp, Belgium

☎: + 32 3 270 92 95

🗐: + 32 3 235 67 11

Email: info@imdc.be

Website: www.imdc.be

Document Identificatie

Titel	Milieueffectenrapport
Project	Belgian Offshore Grid
Opdrachtgever	Elia Asset N.V.
Besteknummer	4074323
Documentref	I/RA/11413/12.266/CPA
Documentnaam	K:\PROJECTS\11\11413 - Belgian Offshore Grid - Marine Consulting\10-Rap\DO-1 Marine Consulting\RA12266_MER BOG\RA12266_MER BOG_FINAAL_v1.0.docx

Revisies / Goedkeuring

Versie	Datum	Omschrijving	Auteur	Nazicht	Goedgekeurd
1.0	19/08/2013	Finaal document	CPA, MIM, MSM, PME, TDB	MSM, PIH	MSA

Verdeellijst

34	Analoog	Jeroen Mentens, ELIA
1	Digitaal	Jeroen Mentens, ELIA

Contactpersoon IMDC

Contactpersoon	Michiel Smits
Telefoonnummer	+32 3 287 25 16
E-mail	michiel.smits@imdc.be

Inhoudstafel

0. NIET-TECHNISCHE SAMENVATTING 3
0.1 DOEL EN MOTIVERING VAN HET PROJECT 3
0.2 PROJECTBESCHRIJVING 3
0.2.1 Ruimtelijke situering van het project 4
0.2.2 Beschrijving van de activiteiten en uitvoeringswijze 6
0.3 EFFECTENBEOORDELING 8
0.3.1 Bodem en water 9
0.3.2 Klimaat en Atmosfeer 23
0.3.3 Geluid en trillingen 24
0.3.4 Fauna, flora en biodiversiteit 27
0.3.5 Zeezicht en cultureel erfgoed 39
0.3.6 Interactie met andere menselijke activiteiten 41
0.3.7 Risico's en veiligheid 43
0.4 CUMULATIEVE EFFECTEN 43
0.4.1 Inleiding 43
0.4.2 Bodem 44
0.4.3 Water 45
0.4.4 Klimaat en atmosfeer 46
0.4.5 Geluid en trillingen 46
0.4.6 Fauna, flora en biodiversiteit 46
0.4.7 Zeezicht en cultureel erfgoed 47
0.4.8 Interactie met menselijke activiteiten 47
0.4.9 Risico's en veiligheid 48
0.5 GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN 51
0.5.1 Bodem en water 51
0.5.2 Klimaat 52
0.5.3 Geluid en zeezicht 52
0.5.4 Fauna en flora 52
0.5.5 Risico's en veiligheid 52
0.5.6 Conclusie 52
0.6 MONITORING 52
0.7 BESLUIT 53
1. INLEIDING 55
1.1 DOELSTELLING VAN DIT PROJECT 55
1.2 INITIATIEFNEMER 56

1.3 MER-DESKUNDIGEN 56
2. BESCHRIJVING VAN HET PROJECT 58
2.1 DE INITIATIEFNEMER 58
2.2 DOELSTELLING EN MOTIVERING VAN HET PROJECT 58
2.3 RUIMTELIJKE SITUERING VAN HET PROJECT 60
2.3.1 Algemene situering 60
2.3.2 Situering van het Alpha-eiland 60
2.3.3 Situering van het Beta-OHVS 69
2.3.4 Situering van de kabels 69
2.3.5 Ruimtelijke situering t.o.v. andere gebruikers 75
2.4 TERMIJN EN FASERING VAN HET PROJECT 84
2.5 BESCHRIJVING VAN DE ACTIVITEITEN EN UITVOERINGSWIJZEN 85
2.5.1 Artificieel eiland 85
2.5.2 OHVS 105
2.5.3 Bekabeling 108
2.5.4 Bebakening en verlichting 115
3. JURIDISCHE EN BELEIDSMATIGE RANDVOORWAARDEN 117
3.1 JURIDISCHE RANDVOORWAARDEN 117
3.1.1 Algemeen 117
3.1.2 Wetgeving in België 117
3.1.3 Internationale wetgeving 121
3.2 BELEIDSMATIGE RANDVOORWAARDEN 129
3.2.1 Doelstellingen voor Europa 129
3.2.2 Doelstellingen voor België 129
4. ALTERNATIEVEN 131
4.1 ALGEMEEN 131
4.2 ALTERNATIEVEN LOCATIES 131
4.3 ALTERNATIEVEN NAAR KABELTYPES- EN TRACÉ 133
4.4 ALTERNATIEVEN NAAR OPBOUW 133
5. BESCHRIJVING EN BEOORDELING VAN MILIEUEFFECTEN PER DISCIPLINE 135
5.1 BODEM EN WATER 136
5.1.1 Methodologie 136
5.1.2 Referentiesituatie 138
5.1.3 Autonome ontwikkeling 179
5.1.4 Effecten 181
5.1.5 Leemten in de kennis 202
5.1.6 Milderende maatregelen 202
5.1.7 Monitoring 203

5.2 KLIMAAT EN ATMOSFEER 204
5.2.1 Methodologie 204
5.2.2 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling 206
5.2.3 Effecten 213
5.2.4 Leemten in de kennis 227
5.2.5 Milderende maatregelen 227
5.2.6 Monitoring 227
5.3 GELUID EN TRILLINGEN 228
5.3.1 Methodologie 228
5.3.2 Referentiesituatie 228
5.3.3 Autonome ontwikkeling 232
5.3.4 Effecten 232
5.3.5 Leemten in kennis 239
5.3.6 Milderende maatregelen 240
5.3.7 Monitoring 242
5.4 FAUNA, FLORA EN BIODIVERSITEIT 243
5.4.1 Methodologie 243
5.4.2 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling 249
5.4.3 Effecten 289
5.4.4 Leemten in de kennis 313
5.4.5 Milderende maatregelen 315
5.4.6 Monitoring 317
5.4.7 Passende beoordeling 318
5.5 ZEEZICHT EN CULTUREEL ERFGOED 328
5.5.1 Methodologie 328
5.5.2 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling 328
5.5.3 Effecten 332
5.5.4 Leemten in de kennis 334
5.5.5 Milderende maatregelen 334
5.5.6 Monitoring 335
5.6 INTERACTIE MET ANDERE MENSELIJKE ACTIVITEITEN 336
5.6.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling 336
5.6.2 Effecten 346
5.6.3 Leemten in de kennis 349
5.6.4 Milderende maatregelen 349
5.6.5 Monitoring 350
5.7 RISICO'S EN VEILIGHEID 351
5.7.1 Risico's m.b.t. het eiland 351

5.7.2 Scheepvaart 351
5.7.3 Luchtvaartverkeer 352
5.7.4 Radar en scheepscommunicatie 354
6. CUMULATIEVE EFFECTEN 355
6.1 INLEIDING 355
6.2 CUMULATIEVE EFFECTEN 357
6.3 BESCHRIJVING EN BEOORDELING VAN DE CUMULATIEVE EFFECTEN PER DISCIPLINE 358
6.3.1 Bodem 358
6.3.2 Water 361
6.3.3 Klimaat en atmosfeer 363
6.3.4 Geluid en trillingen 363
6.3.5 Fauna, flora & biodiversiteit 364
6.3.6 Zeezicht & cultureel erfgoed 371
6.3.7 Interactie met andere menselijke activiteiten 372
6.3.8 Risico's en veiligheid 373
6.4 LEEMTEN IN DE KENNIS 397
6.5 MILDERENDE MAATREGELEN 397
6.6 MONITORING 397
7. GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN IN HET KADER VAN HET ESPOO-VERDRAG 398
7.1 INLEIDING 398
7.2 BODEM EN WATER 398
7.3 KLIMAAT 398
7.4 GELUID EN ZEEZICHT 398
7.5 FAUNA, FLORA EN BIODIVERSITEIT 398
7.5.1 Benthos en vissen 399
7.5.2 Vogels 400
7.5.3 Zeezoogdieren 401
7.5.4 Besluit grensoverschrijdende effecten op fauna en flora 401
7.6 RISICO'S EN VEILIGHEID 402
7.6.1 Scheepvaart 402
7.6.2 Radar en scheepscommunicatie 402
8. SYNTHESE EN CONCLUSIES 404
8.1 VERWACHTE EFFECTEN VAN HET BOG 405
8.2 CUMULATIEVE EFFECTEN 405
8.3 CONCLUSIES 406
8.3.1 Constructiefase 406
8.3.2 Operationele fase 408
8.3.3 Ontmantelingsfase 410

8.3.4 Bekabeling 410
8.3.5 Cumulatieve effecten 412
8.3.6 Grensoverschrijdende effecten 415
9. REFERENTIES 417

Lijst van tabellen

TABEL 0-1: BELANGRIJSTKE AFMETINGEN VAN HET MER-ONTWERP. 7
TABEL 0-2: VOLUMES VAN DE BELANGRIJKSTE CONSTRUCTIEMATERIALEN VOOR HET MER-ONTWERP. 7
TABEL 0-3: GEHANTEERDE DEFINITIES VOOR DE BESCHRIJVING EN BEOORDELING VAN DE MILIEUEFFECTEN. 9
TABEL 1-1: MER-DESKUNDIGEN. 56
TABEL 2-1: COÖRDINATEN VAN DE VIJF PUNTEN DIE SAMEN HET PROJECTGEBIED VOOR ALPHA AFBAKENEN. 61
TABEL 2-2: LOCATIE VAN HET MIDDELPUNT VAN HET BETA-OHVS. 69
TABEL 2-3: INDICATIEVE LENGTE VAN DE BOG KABELTRACÉS. 70
TABEL 2-4: INDICATIEVE TIJDSAANDUIDING VAN DE VOORNAAMSTE TERMIJNEN EN FASERINGEN. VANAF DE TWEEDE HELFT VAN 2017 ZOU HET BOG VOLLEDIG OPERATIONEEL ZIJN. 85
TABEL 2-5: BELANGRIJKSTE AFMETINGEN VAN HET MER-ONTWERP. 101
TABEL 2-6: VOLUMES VAN DE BELANGRIJKSTE CONSTRUCTIEMATERIALEN VOOR HET MER-ONTWERP. 101
TABEL 5-1: GEHANTEERDE DEFINITIES VOOR DE BESCHRIJVING EN BEOORDELING VAN DE MILIEUEFFECTEN. 135
TABEL 5-2: GEBAGGERD EN GESTOCKEERD VOLUME VOOR ALLE KABELS BINNEN ELKE KABELTRAJECTZONE TIJDENS DE CONSTRUCTIEFASE. 189
TABEL 5-3: VERSTOORDE OPPERVLAKTE PER KABELTRAJECTZONE. 189
TABEL 5-4: SAMENSTELLING VAN GEBAGGERD EN GESTOCKEERD MATERIAAL PER KABELTRAJECTZONE. 191
TABEL 5-5: OVERZICHT VAN DE EFFECTEN OP BODEM. 193
TABEL 5-6: OVERZICHT VAN DE EFFECTEN OP WATER. 201
TABEL 5-7: WINDSNELHEID OP OPEN ZEE (>10 KM VAN DE KUST) VOOR 5 STANDAARD HOOGTES (SÖKER ET AL., 2000). 208
TABEL 5-8: GEMIDDELDE, 50-PERCENTIEL EN 98-PERCENTIELWAARDE VOOR SO_2 IN DE NABIJHEID VAN DE KUST IN ZEEBRUGGE (2008) EN HOUTEM (2011) (UURWAARDEN IN µG/M³) (VMM, 2009, 2012). 209
TABEL 5-9: GEMIDDELDE, 50-PERCENTIEL EN 98- PERCENTIELWAARDE VOOR NO EN NO_2 IN DE NABIJHEID VAN DE KUST IN 2011 (UURWAARDEN IN µG/M³) (VMM, 2012). 209
TABEL 5-10: GEMIDDELDE, 50-PERCENTIEL EN 98-PERCENTIELWAARDE VOOR O_3 IN DE NABIJHEID VAN DE KUST IN 2011 (UURWAARDEN IN µG/M³) (VMM, 2012). 210
TABEL 5-11: GEMIDDELDE, 50-PERCENTIEL EN 98-PERCENTIELWAARDE VOOR STOF IN DE OMGEVING VAN DE KUST (DAGWAARDEN IN MG/M³) (VMM, 2012). 210
TABEL 5-12: ZANDVOLUMES VEREIST VOOR DE CONSTRUCTIE VAN HET EILAND ALPHA. 214
TABEL 5-13: GASUITSTOOT DOOR HET BAGGERTUIG TIJDENS HET BAGGEREN EN DE LANDWINNING VOOR HET ALPHA-EILAND. 215
TABEL 5-14: BEREKENDE EMISSIES TEN GEVOLGE VAN DE AANVOER VAN NATUURLIJKE BREUKSTEEN VANUIT DE STEENGROEVE TE HALSVIK (NORWEGEN) NAAR ZEEBRUGGE, INCLUSIEF OVERSLAG. 218

TABEL 5-15: BEREKENDE EMISSIES TIJDENS DE VERWERKING VAN BREUKSTEEN IN DE CONSTRUCTIE VAN ALPHA-EILAND (TRANSPORT VAN ZEEBRUGGE NAAR PROJECTGEBIED ALPHA EN INSTALLATIE)..... 218

TABEL 5-16: TOTALE UITSTOOT VAN GASSEN GERELATEERD AAN DE INSTALLATIE VAN HET GEDEELTE VAN DE ZEEWERING BESTAANDE UIT NATUURLIJKE BREUKSTEEN (INCL. ALLE TUSSENSTAPPEN). 218

TABEL 5-17: GAS EMISSIES TEN GEVOLGE VAN DE PRODUCTIE EN INSTALLATIE VAN ACROPODS VOOR DE BESCHERMLAAG IN DE ZEEWERING VAN ALPHA-EILAND. 219

TABEL 5-18: WEERGAVE VAN DE KABELLENGTE, HET BAGGERVOLUME EN HET VULVOLUME VAN ELKE SLEUF, OPGESPLITST VOLGENS ZONE EN KABEL. VOOR DE BENAMING VAN DE KABELS, ZIE FIGUUR 2-4. 221

TABEL 5-19: SAMENVATTING MET VOLUMES VOOR HET BAGGEREN EN VULLEN VAN DE KABELSLEUVEN, KABBELLENGTES EN VAARAFSTANDEN TO ZANDWINNINGSZONE SECTOR 3A VOOR ELKE ZONE LANGS HET KABELTRACÉ. 224

TABEL 5-20: BAGGERVOLUMES BIJ HET BAGGEREN EN OPVULLEN VAN DE KABELSLEUVEN. 225

TABEL 5-21: EMISSIES TIJDEN HET BAGGEREN EN OPVULLEN VAN DE KABELSLEUVEN. 225

TABEL 5-22: BEREKENDE EMISSIES VOOR HET KABELLEGGEN. 225

TABEL 5-23: OVERZICHT VAN ALLE CO_2-, SO_2-, NO_x-EMISSIES TIJDENS ELK VAN DE DEELACTIVITEITEN VAN EN OOK DE TOTALE CONSTRUCTIEFASE VAN BOG. 226

TABEL 5-24: OVERZICHT VAN DE EFFECTEN OP HARDE SUBSTRATEN. 227

TABEL 5-25: AFNAME GELUIDSNIVEAU OHVS ALPHA BIJ TOENEMENDE AFSTAND TOT DE BRON. 237

TABEL 5-26: OVERZICHT VAN DE EFFECTEN VAN GELUID PER CONSTRUCTIEFASE. 239

TABEL 5-27: OVERZICHT VAN DE GEMIDDELDE DENSITEIT VAN HET EPIBENTHOS PER TAXONOMISCHE GROEP OP DE THORNTONBANK (VANDENDRIESSCHE ET AL., 2009). 261

TABEL 5-28: OVERZICHT VAN DE GEMIDDELDE DENSITEIT VAN HET EPIBENTHOS PER TAXONOMISCHE GROEP OP DE BLIGHBANK (VANDENDRIESSCHE ET AL., 2009). 262

TABEL 5-29: VERGELIJKING VAN DE SEIZOENALE VERDELING (AANTAL VOGELS/KM²) VAN ZEEVOGELS IN DE IMPACTZONE VAN HET WINDMOLENPARK VAN C-POWER OP DE THORNTONBANK (TB) EN DE BLIGHBANK (BB) T.O.V. HET GANSE BELGISCHE DEEL VAN DE NOORDZEE (BDNZ) IN DE WINTER, LENTE, ZOMER EN HERFST. *: BIJLAGE I SOORTEN VAN DE VOGELRICHTLIJN (VANERMEN & STIENEN, 2009)..... 271

TABEL 5-30: DE KABELLENGTES EN HET TIJDELIJK OPPERVLAKTEVERLIES PER KABELZONE..... 293

TABEL 5-31: OVERZICHT VAN DE EFFECTEN OP BENTHOS. 295

TABEL 5-32: OVERZICHT VAN DE EFFECTEN OP VISSEN. 301

TABEL 5-33: OVERZICHT VAN DE EFFECTEN OP VOGELS. 304

TABEL 5-34: OVERZICHT VAN DE EFFECTEN OP ZEEZOOGDIEREN. 309

TABEL 5-35: OVERZICHT VAN DE BEMONSTERDE INTERTIDALE SOORTEN IN HET C-POWER EN BELWIND PROJECTGEBIED VOLGENS DE SACFOR SCHAAL. S: SUPERABUNDANT, A: ABUNDANT, C: ALGEMEEN, F: FREQUENT, O: OCCASIONEEL, R: ZELDZAAM. NIET-INHEEMSE SOORTEN ZIJN VET GEDRUKT (KERCKHOF ET AL., 2011)..... 312

TABEL 5-36: OVERZICHT VAN DE EFFECTEN OP FAUNA VAN HARDE SUBSTRATEN..... 313

TABEL 5-37: BELANG VAN DE DRIE BELGISCHE VOGELRICHTLIJNGEBIEDEN OP ZEE EN HET OVERIGE DEEL VAN HET BDNZ VOOR DE VOGELSOORTEN DIE IN AANMERKING KOMEN VOOR HET OPSTELLEN VAN INSTANDHOUDINGSDOELSTELLINGEN (DEGRAER ET AL., 2010B). 320

TABEL 5-38: OVERZICHT VAN DE EFFECTEN OP HET ZEEZICHT..... 333

TABEL 5-39: OVERZICHT VAN DE EFFECTEN OP HET CULTUREEL ERFGOED. 334
TABEL 5-40: OVERZICHT VAN DE EFFECTEN OP DE MENSELIJKE ACTIVITEIT. 348
TABEL 6-1: DE GEPLANDE CONSTRUCTIEFASES VAN DE 7 WINDMOLENPARKEN EN HET BOG. DE TIMING VAN DE 2E FASE VAN BELWIND EN DE TIMING VAN MERMAID ZIJN NOG NIET GEKEND. 356
TABEL 6-2: OVERZICHT VAN DE CUMULATIEVE EFFECTEN OP WATER..... 358
TABEL 6-3: OVERZICHT VAN DE CUMULATIEVE EFFECTEN OP WATER..... 361
TABEL 6-4: OVERZICHT VAN DE CUMULATIEVE EFFECTEN OP WATER..... 362
TABEL 6-5: OVERZICHT VAN DE CUMULATIEVE EFFECTEN OP KLIMAAT EN ATMOSFEER. 363
TABEL 6-6: OVERZICHT VAN DE CUMULATIEVE EFFECTEN VAN GELUID EN TRILLINGEN. 363
TABEL 6-7: OVERZICHT VAN DE CUMULATIEVE EFFECTEN OP BENTHOS. 364
TABEL 6-8: BIOTOOPVERSTORING WINDMOLENPARKEN + BOG. VOOR DE WINDMOLENPARKEN WORDT UITGEGAAN VAN EEN TIJDELIJKE STOCKAGE VAN 5 M VAN HET UITGEBAGGERD ZAND. ... 365
TABEL 6-9: OVERZICHT VAN DE CUMULATIEVE EFFECTEN OP DE VISSEN..... 366
TABEL 6-10: OVERZICHT VAN DE CUMULATIEVE EFFECTEN OP DE VOGELS. 367
TABEL 6-11: OVERZICHT VAN DE CUMULATIEVE EFFECTEN OP DE ZEEZOOGDIEREN. 368
TABEL 6-12: OVERZICHT VAN DE CUMULATIEVE EFFECTEN OP DE FAUNA VAN HARDE SUBSTRATEN. 369
TABEL 6-13: CUMULATIEVE BIJDRAGE INTRODUCTIE HARD SUBSTRAAT (HS)..... 370
TABEL 6-14: OVERZICHT VAN DE CUMULATIEVE EFFECTEN OP ZEEZICHT EN CULTUREEL ERFGOED. 371
TABEL 6-15: OVERZICHT VAN DE CUMULATIEVE EFFECTEN OP MENSELIJKE ACTIVITEITEN..... 372
TABEL 6-16: OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S..... 373
TABEL 6-17: AANTAL VERONTREINIGINGEN TIJDENS BEPAALDE OPERATIES EN MOGELIJKE OORZAKEN VAN VERONTREINIGING DOOR TANKERS (1974-2012) (ITOPF, 2013). 378
TABEL 6-18: AANVARINGSKANSEN PER LOCATIE EN SCENARIO. 385
TABEL 6-19: UITSTROOMKANS EN HOEVEELHEID VAN BUNKEROLIE EN LADINGOLIE. 385
TABEL 6-20: FREQUENTIE VAN UITSTROOM VAN CHEMICALIËN ALS GEVOLG VAN EEN AANDRIJVING VAN HET BOG-EILAND. 386
TABEL 6-21: OVERZICHT VAN DE CUMULATIEVE EFFECTEN OP SCHEEPVAART. 387
TABEL 8-1: GEHANTEERDE DEFINITIES VOOR DE BESCHRIJVING EN BEOORDELING VAN DE MILIEUEFFECTEN..... 404
TABEL 8-2: OVERZICHT VAN DE INGREEP-EFFECTEN. 405
TABEL 8-3: OVERZICHT VAN DE CUMULATIEVE INGREEP-EFFECTEN VOOR DE VERSCHILLENDE DISCIPLINES..... 406
TABEL 9-1: DE ROUTES VAN DE VERSCHILLENDE KABELTRACÉS. 448

Lijst van figuren

FIGUUR 0-1: SITUERING VAN HET BOG (ZIE BIJLAGE A VOOR A3-KAART). 4
FIGUUR 0-2: LOCATIE VAN HET MER-ONTWERP VAN HET ALPHA-EILAND BINNEN HET AFGEBAKENDE PROJECTGEBIED VOOR ALPHA (ZIE BIJLAGE C1 VOOR A3-KAART). 5
FIGUUR 2-1: SITUERING VAN HET BOG (ZIE BIJLAGE A VOOR A3-KAART). 62
FIGUUR 2-2: HET BOG GEPROJECTEERD OP DE HUIDIGE BATHYMETRIE (ZIE BIJLAGE B VOOR A-3 KAART). 63
FIGUUR 2-3: BATHYMETRIE TER HOOGTE VAN HET BOG-TRACÉ VANAF DE KUST TOT AAN DE SPLITSING VAN HET TRACÉ MET AANDUIDING VAN DE LOCATIE VAN DE VOORNAAMSTE ANDERE GEBRUIKSFUNCTIES OP HET BOG-TRACÉ. DE HORIZONTALE AS GEEFT DE AFSTAND VAN HET KABELTRACÉ VANAF DE KUST WEER IN METER. 64
FIGUUR 2-4: BATHYMETRIE TER HOOGTE VAN HET BOG-TRACÉ VANAF DE SPLITSING LANGSHEEN HET WESTEN VAN DE WINDMOLENPARKEN NAAR ALPHA MET AANDUIDING VAN DE LOCATIE VAN DE VOORNAAMSTE ANDERE GEBRUIKSFUNCTIES OP HET BOG-TRACÉ. DE HORIZONTALE AS GEEFT DE AFSTAND VAN HET KABELTRACÉ VANAF DE SPLITSING WEER IN METER. 65
FIGUUR 2-5: BATHYMETRIE TER HOOGTE VAN HET BOG-TRACÉ VANAF DE SPLITSING NAAR BETA MET AANDUIDING VAN DE LOCATIE VAN DE VOORNAAMSTE ANDERE GEBRUIKSFUNCTIES OP HET BOG-TRACÉ. DE HORIZONTALE AS GEEFT DE AFSTAND VAN HET KABELTRACÉ VANAF DE SPLITSING WEER IN METER. 66
FIGUUR 2-6: BATHYMETRIE TER HOOGTE VAN HET BOG-TRACÉ VANAF BETA NAAR ALPHA MET AANDUIDING VAN DE LOCATIE VAN DE VOORNAAMSTE ANDERE GEBRUIKSFUNCTIES OP HET BOG-TRACÉ. DE HORIZONTALE AS GEEFT DE AFSTAND VAN HET KABELTRACÉ VANAF BETA WEER IN METER. 67
FIGUUR 2-7: LOCATIE VAN HET MER-ONTWERP VAN HET ALPHA-EILAND BINNEN HET AFGEBAKENDE PROJECTGEBIED VOOR ALPHA (ZIE BIJLAGE C1 VOOR A3-KAART). 68
FIGUUR 2-8: SITUERING VAN DE BOG-KABELS. A1, A2 EN A3 LOPEN VAN ALPHA NAAR DE KUST. B1, B2 EN B3 LOPEN VAN BETA NAAR DE KUST EN AB1 EN AB2 LOPEN VAN ALPHA NAAR BETA. 70
FIGUUR 2-9: SITUERING VAN HET BOG KABELTRACÉ VAN B1 EN B2 T.O.V. DE VERGUNDE NORTHER EXPORTKABELS (ZIE BIJLAGE D3 VOOR A3-KAART). 73
FIGUUR 2-10: AANLANDING VAN DE KABELS EN SITUERING VAN HET ONDERSTATION STEVIN TE ZEEBRUGGE (ZIE BIJLAGE D7 VOOR A3-KAART). 74
FIGUUR 2-11: SITUERING VAN HET BOG T.O.V. ZANDWINNINGSACTIVITEITEN IN HET BDNZ (BRON: BMM, 2013). HET BOG EN TER REFERENTIE OOK DE CONCESSIEZONE BELGISCHE WINDPARKEN ZIJN MET ZWARTE CONTOURLIJNEN TOEGEVOEGD AAN DE KAART. 78
FIGUUR 2-12: SITUERING VAN HET BOG T.O.V. STORTACTIVITEITEN IN HET BDNZ (BRON: BMM, 2013). HET BOG EN TER REFERENTIE OOK DE CONCESSIEZONE BELGISCHE WINDPARKEN ZIJN MET ZWARTE CONTOURLIJNEN TOEGEVOEGD AAN DE KAART. 79
FIGUUR 2-13: SITUERING VAN HET BOG T.O.V. MILITAIRE ZONES IN HET BDNZ (BRON: BMM, 2013). HET BOG EN TER REFERENTIE OOK DE CONCESSIEZONE BELGISCHE WINDPARKEN ZIJN MET ZWARTE CONTOURLIJNEN TOEGEVOEGD AAN DE KAART. 80
FIGUUR 2-14: SITUERING VAN HET BOG T.O.V. SCHEEPVAARTROUTES EN VERKEERSSTROMEN (ZIE BIJLAGE E VOOR A3-KAART). 82
FIGUUR 2-15: SITUERING VAN HET BOG T.O.V. BESCHERMDE MARIENE GEBIEDEN (RAMSAR EN NATURA 2000) (ZIE BIJLAGE F VOOR A3-KAART). 83

FIGUUR 2-16: SITUERING VAN HET BOG T.O.V. ECOLOGISCH WAARDEVOLLE WRAKKEN IN HET BDNZ (WWW.MUMM.AC.BE). HET BOG EN TER REFERENTIE OOK DE CONCESSIEZONE BELGISCHE WINDPARKEN ZIJN MET ZWARTE CONTOURLIJNEN TOEGEVOEGD AAN DE KAART. 84

FIGUUR 2-17: TYPISCHE OPBOUW VAN EEN CAISSON (PAAPE, 1968). 86

FIGUUR 2-18: GESCHETSTE OPBOUW VAN DE HARDE ZEEWERING. 88

FIGUUR 2-19: EEN VOORBEELD VAN EEN ZEEWERING MET EEN TOPLAAG VAN ECOPODES. ECOPODES ZIJN EEN TYPE VAN ACROPODS MET EEN NATUURLIJK UITZICHT (BRON: WWW.CONCRETELAYER.COM). 88

FIGUUR 2-20: VERSLEPEN VAN EEN CAISSON, GANGJEONG SEA, SOUTH KOREA (BRON: CAFE.DAUM.NET). 90

FIGUUR 2-21: SPROEIPONTON BAYARD II (BRON: WWW.DEME.BE). 91

FIGUUR 2-22: "RAINBOWEN" MET DE SLEEPHOPPERZUIGER ORANJE VAN BOSKALIS (BRON: WWW.COLUMBUSMAGAZINE.NL). 91

FIGUUR 2-23: ZIJDELINGSE STEENSTORTER HAM602 (BRON: WWW.VANOORD.COM) 92

FIGUUR 2-24: "SPLIT BARGE" (BRON: WWW.SOUTHCHINASHIPYARD.COM). 92

FIGUUR 2-25: NIGEHÖRN, TOT DUSVER HET ENIGE ARTIFICIËLE EILAND IN DE NOORDZEE. HET IS IN 1989 AANGELEGD DOOR 1,2 MILJOEN M³ ZAND OP TE SPUITEN. HET LIGT IN HET DUITSE NATIONAAL PARK "SCHLESWIG-HOLSTEIN WADDENZEE" (BRON: WWW.PANORAMIO.COM). 94

FIGUUR 2-26: GEBRUIKTE MATERIALEN VOOR ZACHTE ZEEWERING. 95

FIGUUR 2-27: SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN HET INSPECTIE-ONDERHOUD PROCES VOOR OFFSHORE CONSTRUCTIES (NAAR PILARCZYK & ZEIDLER, 1996). 97

FIGUUR 2-28: BOVENAANZICHT EN DWARSDOORSNEDEN VAN HET MER-ONTWERP (ZIE BIJLAGE C2 VOOR A3-KAART). 102

FIGUUR 2-29: DIMENSIES VAN HET MER-ONTWERP VERGELIJKEN MET DE VOORBEELDONTWERPEN EN DE 2D MODELLEERSCENARIO'S (ZIE BIJLAGE C3 VOOR A3-KAART). 103

FIGUUR 2-30: EEN OHVS WORDT OP EEN PONTON GEPLAATST OM NAAR DE BESTEMMING (HET WINDMOLENPARK BELWIND) TE VAREN (BRON: WWW.COFELYFABRICOM-GDFSUEZ.COM). 107

FIGUUR 2-31: SCHEMATISCHE OPBOUW VAN DE KABEL (NAAR CABLEL HELLENIC CABLES, 2013). 109

FIGUUR 2-32: HET KABELLEGSCHIP WILLEM DE VLAMINGH (BRON: WWW.JANDENUL.COM). 111

FIGUUR 2-33: ILLUSTRATIE VAN DE KABELPLOEG SEA STALLION IV (VISSER & SMIT MARINE CONTRACTING) (BRON: WWW.QUORA.COM). 112

FIGUUR 2-34: ILLUSTRATIE VAN DE SLEEPHOPPERZUIGER NILE RIVER (BAGGERWERKEN DECLOEDT & ZN) (BRON: WWW.DEME.BE). 113

FIGUUR 4-1: SITUERINGSKAART BOG MET AANDUIDING VAN ALTERNATIEVE EILANDLOCATIE "ALPHA 2" OP DE BLIGHBANK. 132

FIGUUR 5-1: INDELING KABELTRAJECT IN ZONES (ZIE BIJLAGE D1 VOOR A3-KAART). 137

FIGUUR 5-2: DE BATHYMETRIE VAN HET BDNZ (IN METER ONDER GLLWS) (DATA VAN AWZ-WWK ZEEBRUGGE, AANGEVULD MET DATA VAN DE NEDERLANDSE EN ENGELSE HYDROGRAFISCHE DIENSTEN, COMPILATIE DOOR VAN LANCKER ET AL., 2007). HET BELGISCH DEEL VAN DE NOORDZEE IS RIJK AAN ZANDBANKEN. DEZE WORDEN INGEDEELD IN VIER GROEPEN: 1) DE KUSTBANKEN; 2) DE VLAAMSE BANKEN; 3) DE ZEELANDBANKEN; EN 4) DE HINDERBANKEN. 139

FIGUUR 5-3: KORRELGROOTTE OP HET BDNZ (NAAR VERFAILLIE ET AL., 2006). 140

FIGUUR 5-4: DIKTEKAART VAN DE QUARTAIRE AFZETTINGEN, MET DE AANDUIDING VAN DE MORFOLOGISCHE STRUCTUREN IN HET TOP-TERTIAIR (FIJNE ZWARTE LIJN) (NAAR MATHYS 2009). 141

FIGUUR 5-5: DE TERTIAIRE AFZETTINGEN DIE VOORKOMEN ONDER DE NIET-GECONSOLIDEERDE QUARTAIRE AFZETTINGEN (NAAR LE BOT ET AL., 2003). 143

FIGUUR 5-6: SITUERING VAN ENKELE SEISMISCHE PROFIELEN IN HET PROJECTGEBIED ALPHA (G-TEC, 2013). 144

FIGUUR 5-7: SEISMISCH PROFIEL L3 (BOVEN) EN ZOOM VAN GEDEELTE IN FRAME (ONDER), DIEPTE IN MS TWT, RODE LIJN = BASIS QUARTAIR (DATA G-TEC, 2013, INTERPRETATIE IMDC). 145

FIGUUR 5-8: SEISMISCH PROFIEL C40, DIEPTE IN M, RODE LIJN = BASIS QUARTAIR(DATA G-TEC, 2013, INTERPRETATIE IMDC). 146

FIGUUR 5-9: SEISMISCH PROFIEL IN KABELTRAJECTZONE SCHEUR-KUST (DIEPTE IN MS TWT, HORIZONTALE AFSTAND KM). ROOD: BASIS QUARTAIR, BLAUW: INTERNE QUARTAIRE REFLECTOREN, PAARS: GASHOUDENDE ZONE. 148

FIGUUR 5-10: SEISMISCH PROFIEL TER HOOGTE VAN HET SCHEUR (DIEPTE IN MS TWT, HORIZONTALE AFSTAND KM). ROOD: BASIS QUARTAIR, BLAUW: INTERNE QUARTAIRE REFLECTOREN, PAARS: GASHOUDENDE ZONE. 149

FIGUUR 5-11: SEISMISCH PROFIEL TER HOOGTE VAN BETA LOCATIE EN DE WESTPIT ROUTE (DIEPTE IN MS TWT, HORIZONTALE AFSTAND KM). ROOD: BASIS QUARTAIR. 150

FIGUUR 5-12: SEISMISCH PROFIEL TUSSEN ALPHA EN BETA LOCATIE (DIEPTE IN MS TWT, HORIZONTALE AFSTAND KM). ROOD: BASIS QUARTAIR, BLAUW: INTERNE QUARTAIRE REFLECTOREN. 150

FIGUUR 5-13: SCHEMATISCHE VISUALISATIE VAN DE RICHTINGEN VAN DE MAXIMALE GETIJSTROOMSNELHEID (ZWARTE PIJLEN) EN HET TOTALE SEDIMENTTRANSPORT (RODE PIJLEN) (UIT MATHYS 2009, DATA UIT LANCKNEUS ET AL. 2001). 152

FIGUUR 5-14: BATHYMETRISCHE KAART VAN DE RUIME REGIO ROND HET PROJECTGEBIED (ROOD) OP BASIS VAN MULTIBEAM DATA (DIEPTE IN M LAT), MET AANDUIDING VAN DRIE VERTICALE PROFIELEN. 154

FIGUUR 5-15: VERTICAAL PROFIEL A (ZW TOT NO). LOCATIE ZIE FIGUUR 5-14. 155

FIGUUR 5-16: VERTICAAL PROFIEL B (ZW TOT NO). LOCATIE ZIE FIGUUR 5-14. 155

FIGUUR 5-17: VERTICAAL PROFIEL C (ZW TOT NO). LOCATIE ZIE FIGUUR 5-14. 155

FIGUUR 5-18: BATHYMETRIE OP BASIS VAN MULTIBEAM DATA OPGENOMEN IN KADER VAN BOG IN DE EERSTE HELFT VAN 2013 (ZIE BIJLAGE B VOOR A3-KAART). 157

FIGUUR 5-19: BATHYMETRIE OP BASIS VAN MULTIBEAM DATA OPGENOMEN IN KADER VAN BOG VOORJAAR 2013, MET AANDUIDING VAN DE KABELTRAJECTZONES WAARVAN TELKENS EEN LANGSPROFIEL WORDT VOORGESTELD. 158

FIGUUR 5-20: VERTICALE PROFIELEN DOORHEEN KABELTRAJECTZONES KUST TOT SPLITSING (ORIËNTATIE KUST->OFFSHORE). 159

FIGUUR 5-21: VERTICALE PROFIELEN DOORHEEN KABELTRAJECTZONES SPLITSING TOT BETA EN BETA-ALPHA (ORIËNTATIE KUST->OFFSHORE). 160

FIGUUR 5-22: VERTICALE PROFIELEN DOORHEEN KABELTRAJECTZONES SPLITSING TOT ALPHA (ORIËNTATIE KUST > OFFSHORE) 161

FIGUUR 5-23: KORRELGROOTTEVERDELING EN VOORKOMEN VAN GRIND OP HET BDNZ IN HET PROJECTGEBIED EN LANGSHEEN HET KABELTRAJECT (NAAR VERFAILLIE ET AL., 2006 EN VAN LANCKER ET AL., 2007). 163

FIGUUR 5-24: GEMIDDELDE STROOMSNELHEDEN OVER EEN DOODTIJ-SPRINGTIJ CYCLUS TIJDENS ZOMERCONDITIES (LINKS) EN WINTERCONDITIES (RECHTS). 168

FIGUUR 5-25: MAXIMALE STROOMSNELHEDEN OVER EEN DOODTIJ-SPRINGTIJ CYCLUS TIJDENS ZOMERCONDITIES (LINKS) EN WINTERCONDITIES (RECHTS). 168

FIGUUR 5-26: GEMIDDELDE STROOMSNELHEIDSELLIPSEN TIJDENS ZOMERCONDITIES (LINKS) EN TIJDENS WINTERCONDITIES (RECHTS) (OVER DOODTIJ-SPRINGTIJCYCLUS), BATHYMETRIE ALS ACHTERGROND. 169

FIGUUR 5-27: RESIDUEEL WATERTRANSPORT TIJDENS ZOMERCONDITIES (LINKS) EN TIJDENS WINTERCONDITIES (RECHTS) (OVER DOODTIJ-SPRINGTIJCYCLUS). 169

FIGUUR 5-28: VERSCHILKAART RESIDUEEL WATERTRANSPORT TIJDENS ZOMERCONDITIES (PAARS) EN TIJDENS WINTERCONDITIES (ZWART) (OVER DOODTIJ-SPRINGTIJCYCLUS). 170

FIGUUR 5-29: MAXIMALE STROOMSNELHEDEN (M/S) OVER HET BDNZ. GEGEVENS UIT HET BMM MU-BCZ MODEL (UIT: LANCKNEUS ET AL., 2001). DE GEKLEURDE VECTOREN GROEPEREN DE STROOMRICHTINGEN PER KWADRANT. 171

FIGUUR 5-30: RESIDUEEL SEDIMENTTRANSPORT OVER EEN DOODTIJ-SPRINGTIJ CYCLUS VOOR ZOMERCONDITIES (BOVEN) EN WINTERCONDITIES (ONDER). 173

FIGUUR 5-31: EROSIE-SEDIMENTATIEPATRONEN OVER EEN DOODTIJ-SPRINGTIJ CYCLUS VOOR ZOMERCONDITIES (BOVEN) EN WINTERCONDITIES (ONDER). 174

FIGUUR 5-32: VERSCHILKAART RESIDUEEL SEDIMENTTRANSPORT IN NATUURLIJKE SITUATIE (WINTER: ZWARTE VECTOREN, ZOMER: PAARSE VECTOREN). VERSCHILKAART TUSSEN ZOMER EN WINTERSITUATIE SEDIMENTATIE/EROSIEPATRONEN ALS ACHTERGROND. ISOBATH CONTOUR VAN -25 M NAP. 175

FIGUUR 5-33: SEDIMENTTRANSPORT VECTOREN VERKREGEN UIT EEN 2D TRANSPORT MODEL (TOTALE BODEMTRANSPORT) (UIT LANCKNEUS ET AL., 2001). DE GEKLEURDE VECTOREN GROEPEREN DE TRANSPORTRICHTING PER KWADRANT). 176

FIGUUR 5-34: JAARLIJKSE EN DIEPTE-GEMIDDELDE SPM CONCENTRATIE (SUSPENDED PARTICULATE MATTER) (MG/L) (NAAR FETTWEIS ET AL., 2010). 179

FIGUUR 5-35: GEMODELLEERDE SEDIMENTATIE/EROSIE PATRONEN NA 25 JAAR GETIJDENEFFECT, MET AANDUIDING VAN DE WINDMOLEN CONCESSIEGEBIEDEN EN TWEE EILAND LOCATIES (BLIGHBANK EN LODEWIJKBANK). 180

FIGUUR 5-36: RESIDUEEL SEDIMENTTRANSPORT NA EILANDCONSTRUCTIE (ZWARTE VECTOREN) EN NATUURLIJKE SITUATIE (PAARSE VECTOREN) IN ZOMER CONDITIES. VERSCHILKAART MET SEDIMENTATIE/EROSIEPATRONEN ALS ACHTERGROND (ISOBATH CONTOUR VAN -25 M NAP). EILANDGROOTTE 1 CEL: 180X220 M. 184

FIGUUR 5-37: RESIDUEEL SEDIMENTTRANSPORT NA EILANDCONSTRUCTIE (ZWARTE VECTOREN) EN NATUURLIJKE SITUATIE (PAARSE VECTOREN) IN WINTER CONDITIES (1-JARIGE STORM). VERSCHILKAART MET SEDIMENTATIE/EROSIEPATRONEN ALS ACHTERGROND (ISOBATH CONTOUR VAN -25 M NAP). EILANDGROOTTE 1 CEL: 180X220 M. 184

FIGUUR 5-38: BATHYMETRISCHE VERANDERINGEN (EROSIE/SEDIMENTATIE) TEZAMEN MET DE NATUURLIJKE VERANDERINGEN ONDER INVLOED VAN HET EILAND NA 5 JAAR (VERSCHILKAART TUSSEN TIJDSTIP 0 EN 5 JAAR) EILANDGROOTTE 1 CEL: 180X220 M. 185

FIGUUR 5-39: BATHYMETRISCHE VERANDERINGEN (EROSIE/SEDIMENTATIE) TEZAMEN MET DE NATUURLIJKE VERANDERINGEN ONDER INVLOED VAN HET EILAND TUSSEN 20 EN 25 JAAR (VERSCHILKAART TUSSEN TIJDSTIP 20 EN 25 JAAR) EILANDGROOTTE 1 CEL: 180X220. 186

FIGUUR 5-40: BATHYMETRISCHE VERANDERINGEN (EROSIE/SEDIMENTATIE) ONDER INVLOED VAN HET EILAND NA 5 JAAR. EILANDGROOTTE 1 CEL: 180X220 M. 186

FIGUUR 5-41: BATHYMETRISCHE VERANDERINGEN (EROSIE/SEDIMENTATIE) TEN OPZICHTE VAN DE NATUURLIJKE VERANDERINGEN (VERSCHILKAART) ONDER INVLOED VAN HET EILAND NA 25 JAAR. EILANDGROOTTE 1 CEL: 180X220 M. 187

FIGUUR 5-42: OVERSCHRIJDING ACHTERGRONDWAARDE VAN 4 MG/L UITGEDRUKT ALS PERCENTAGE VAN TOTAAL GEMODELLEERDE TIJDSDUUR (42U) SCENARIO 1 (1 TSHD 10.000 M³). 195

FIGUUR 5-43: OVERSCHRIJDING ACHTERGRONDWAARDE VAN 4 MG/L UITGEDRUKT ALS PERCENTAGE VAN TOTAAL GEMODELLEERDE TIJDSDUUR (42U): SCENARIO 2 (2 TSHD 5.000 M³). 196

FIGUUR 5-44: STROOMSNELHEIDSELLIPSEN TIJDENS ZOMERCONDITIES (GEMIDDELD OVER DOODTIJ-SPRINGTIJCYCLUS, PAARS: NATUURLIJKE SITUATIE, ZWART: MET EILAND), BATHYMETRIE ALS ACHTERGROND. EILANDGROOTTE 1 CEL: 180X220 M. 197

FIGUUR 5-45: STROOMSNELHEIDSELLIPSEN TIJDENS WINTERCONDITIES (GEMIDDELDE OVER DOODTIJ-SPRINGTIJCYCLUS), BATHYMETRIE ALS ACHTERGROND. EILANDGROOTTE 1 CEL: 180X220 M. 198

FIGUUR 5-46: RESIDUEEL WATERTRANSPORT TIJDENS ZOMERCONDITIES T.O.V. DE NATUURLIJKE SITUATIE (OVER DOODTIJ-SPRINGTIJCYCLUS, PAARS: NATUURLIJKE SITUATIE, ZWART: MET EILAND). 198

FIGUUR 5-47: RESIDUEEL WATERTRANSPORT WINTERCONDITIES T.O.V. DE NATUURLIJKE SITUATIE (OVER DOODTIJ-SPRINGTIJCYCLUS, PAARS: NATUURLIJKE SITUATIE, ZWART: MET EILAND). 199

FIGUUR 5-48: VERSCHILKAART RESIDUEEL WATERTRANSPORT WINTERCONDITIES T.O.V. ZOMER CONDITIES (OVER DOODTIJ-SPRINGTIJCYCLUS, PAARS: ZOMER, ZWART: WINTER)..... 199

FIGUUR 5-49: LOCATIE VAN DE POTENTIËLE ZANDWINNINGSZONE (BLIGHBANK) VOOR HET ALPHA-EILAND EN DE STORT- EN WINZONE VOOR HET KABELLEGGEN (SECTOR 3A) (ZIE BIJLAGE H VOOR A3-KAART). 205

FIGUUR 5-50:GEMIDDELDE TEMPERATUUR IN UKKEL VOOR DE PERIODE 1981-2010 (WWW.METEO.BE). 206

FIGUUR 5-51: GEMIDDELDE NEERSLAG IN UKKEL VOOR DE PERIODE 1981-2010 (WWW.METEO.BE). 207

FIGUUR 5-52: WIND ENERGIE ROOS (COMBINATIE FREQUENTIE EN WINDSNELHEID) TER HOOGTE VAN DE WESTHINDER-MEETPAAL (BRON: 3E, 2011)..... 208

FIGUUR 5-53: TOTALE CO-, NO_X-, SO_2- EN TSP-EMISSIES (TOTAAL ZWEVEND STOF IN TON) PER SCHEEPSTYPE DOOR DE ZEESCHEEPVAART IN VLAANDEREN (2008) (VMM, 2010). 211

FIGUUR 5-54: NO_X UITSTOOT VAN INTERNATIONAAL SCHEEPVAARTVERKEER IN KT NO_X PER JAAR IN 1990-2007, GEBASEERD OP EMEP EMISSIE DATA (BRON: OSPAR, 2010)..... 212

FIGUUR 5-55: LOCATIE VAN DE POTENTIËLE ZANDWINNINGSZONE (BLIGHBANK) VOOR HET ALPHA-EILAND EN DE STORT- EN WINZONE VOOR HET KABELLEGGEN (SECTOR 3A) (ZIE BIJLAGE H VOOR A3-KAART). 215

FIGUUR 5-56: SITUERING VAN DE 3 GECONTACTEERDE STEENGROEVEN: 1-HALSVIK, 2-LARVIK EN 3-KRAGEROE. 216

FIGUUR 5-57: DE STEENGROEVE NABIJ HALSVIK (NOORWEGEN). 217

FIGUUR 5-58: DE VERSCHILLENDE KABELTRACÉS MET BIJHORENDE OPSPLITSING IN VERSCHILLENDE ZONES. 220

FIGUUR 5-59: LANGSPROFIEL VAN HET KABELTRACÉ TER HOOGTE VAN DE KRUISING MET DE VAARGEUL IN ZONE SCHEUR. 221

FIGUUR 5-60: GEMIDDELD GELUIDSSPECTRUM ONDER WATER T.H.V. DE THORNTONBANK (NAJAAR 2005). BLAUWE CURVE: HYDROFOON OP 2 M DIEPTE; GROENE CURVE: HYDROFOON OP 16,5 M DIEPTE (RCMG, 2006). 230

FIGUUR 5-61: VOORNAAMSTE GELUIDSBRONNEN VOOR EEN TRAILING SUCTION HOPPER DREDGER (TSHD) EN GRAB DREDGER (GD) (WODA, 2013). 234

FIGUUR 5-62: HET GELUIDSNIVEAU I.F.V. DE AFSTAND TOT EEN PUNTBRON. IN DIT VOORBEELD IS HET GELUIDSNIVEAU 90 DB OP ÉÉN METER AFSTAND VAN DE PUNTBRON. HET GELUIDSNIVEAU ZAL IN EEN VRIJE RUIMTE DALEN MET 6 DB TELKENS DE AFSTAND TOT DE GELUIDSBRON VERDUBBELT. (NAAR OSHA, 2013). 236

FIGUUR 5-63: GELUIDSCURVE I.F.V. DE AFSTAND TOT DE BRON (NAAR DANISH WIND INDUSTRY ASSOCIATION, 2013). 237

FIGUUR 5-64: AFNAME GELUIDSNIVEAU OHVS BIJ TOENEMENDE AFSTAND TOT DE GELUIDSBRON VAN 105 DB(A), GESITUEERD OP DE RAND VAN HET MER-ONTWERP (ZIE BIJLAGE J VOOR A3-KAART). 238

FIGUUR 5-65: BELLENGORDIJN MET MEERDERE INJECTIEDIEPTES - 'VERPLAATSING VAN HET BELLENGORDIJN IN EEN STROMING VAN 1 KNOOP' (CHRISTOPHERSON & WILSON, 2002). 241

FIGUUR 5-66: 'FOAM-COATED' PILE SLEEVE. 242

FIGUUR 5-67: LOCATIES VAN DE STAALNAMECAMPAGNE IN 2008 WANNEER DE BASELINE STUDIE OP DE BLIGHBANK IS UITGEVOERD (REUBENS ET AL., 2009A). 244

FIGUUR 5-68: POSITIE VAN DE VISSLEPEN OP DE THORNTONBANK, DE AANPALENDE GEULEN EN DE REFERENTIEGEBIEDEN (VANDENDRIESSCHE ET AL., 2009). 245

FIGUUR 5-69: POSITIE VAN DE VISSLEPEN OP DE BLIGHBANK, DE AANPALENDE GEULEN EN DE REFERENTIEGEBIEDEN (VANDENDRIESSCHE ET AL., 2009). 246

FIGUUR 5-70: MONITORINGSTRAJECTEN GEVOLGD IN DE PERIODE 2008-2010 (VANERMEN ET AL., 2010). 247

FIGUUR 5-71: GEOGRAFISCHE VERDELING VAN DE VERSCHILLENDE BIOTOPEN IN HET BELGISCHE DEEL VAN DE NOORDZEE (ROOD: MACOMA BALTHICA, BLAUW: ABRA ALBA, GROEN: NEPHTYS CIRROSA EN PAARS: OPHELIA LIMACINA BIOTOOP; WIT: ONVOORSPELD GEBIED, NIET GEANALYSEERD) (DEGRAER ET AL., 2009). 250

FIGUUR 5-72: HABITATGESCHIKTHEIDSKAARTEN VOOR DE VIER IN BELGISCHE WATEREN VOORKOMENDE MACROBENTHOS GEMEENSCHAPPEN, ZOALS VOORSPELD DOOR DEGRAER ET AL. (2008). A: MACOMA BALTHICA GEMEENSCHAP; B: ABRA ALBA GEMEENSCHAP; C: NEPHTYS CIRROSA GEMEENSCHAP; D: OPHELIA LIMACINA GEMEENSCHAP. LICHT GRIJS: 0% GESCHIKT → ZWART: MAXIMUM GESCHIKTHEID. 252

FIGUUR 5-73: KORRELGROOTTEVERDELING OP HET BDNZ (NAAR VERFAILLIE ET AL., 2006). 253

FIGUUR 5-74: RELATIEVE VERDELING VAN DE HABITATGESCHIKTHEID BINNEN DE ONDERZOCHTE ZANDBANKEN. Y-AS, OPPERVLAKTE BIOTOOPBESCHIKBAARHEID IN M² (SANDBANK N OF = LODEWIJKBANK)(DEGRAER ET AL., 2009). 254

FIGUUR 5-75: BIOLOGISCHE WAARDERINGSKAART VOOR HET MACROBENTHOS (DEROUS ET AL., 2007). 255

FIGUUR 5-76: HABITATGESCHIKTHEIDSKAART VOOR LANICE CONCHILEGA AGGREGATIES MET EEN DICHTHEID > 500 IND./M². HOOGSTWAARSCHIJNLIJK AFWEZIG: BLAUW (0); HOOGSTWAARSCHIJNLIJK AANWEZIG: ROOD (1) (DEGRAER ET AL., 2009). 256

FIGUUR 5-77: HABITATTYPE 1170 GRINDBEDDEN (DEGRAER ET AL., 2009). 257

FIGUUR 5-78: RUIMTELIJKE VERSPREIDING VAN DE GEMIDDELDE DENSITEIT (LINKS) EN SOORTENRIJKDOM (RECHTS) IN 2005 VOOR HET EPIBENTHOS (GROEN: METINGEN IN C-POWER WINDMOLENPARK, GEEL: REFERENTIEGEBIEDEN, ROOD: ANDERE GEBIEDEN). DE GROOTTE VAN DE BOLLEN VARIEERT TUSSEN 2 EN 1.600 IND/1.000M² VOOR DE DENSITEIT EN TUSSEN 8 EN 22 SOORTEN PER VISSLEEP VOOR DE SOORTENRIJKDOM (DE MAERSSCHALCK ET AL., 2006). 258

FIGUUR 5-79: BIOLOGISCHE WAARDERINGSKAART VOOR HET EPIBENTHOS (DEROUS ET AL., 2007). 259

FIGUUR 5-80: DENSITEITEN VAN HET EPIBENTHOS PER TAXONOMISCHE GROEP VOOR ALLE STAALNAMELOCATIES OP DE THORNTONBANK, LENTE (BOVEN) EN HERFST (ONDER) 2005 & 2008 (VANDENDRIESSCHE ET AL., 2009). 260

FIGUUR 5-81: DENSITEITEN VAN HET EPIBENTHOS PER TAXONOMISCHE GROEP VOOR DE BLIGHBANK EN ZIJN REFERENTIEGEBIEDEN, LENTE (BOVEN) EN HERFST (ONDER) IN 2008 (VANDENDRIESSCHE ET AL., 2009). 261

FIGUUR 5-82: RUIMTELIJKE VERSPREIDING VAN DE GEMIDDELDE DENSITEIT (LINKS) EN DE GEMIDDELDE SOORTENRIJKDOM (RECHTS) IN 2005 VOOR DE DEMERSALE VISFAUNA (GROEN: METINGEN ROND HET C-POWER WINDMOLENPARK, GEEL: REFERENTIEGEBIEDEN, ROOD: ANDERE GEBIEDEN). DE GROOTTE VAN DE BOLLEN VARIEERT TUSSEN 4 EN 184 IND/1.000M² VOOR DE DENSITEIT EN TUSSEN DE 9 EN 24 SOORTEN PER VISSLEEP VOOR DE SOORTENRIJKDOM. (DE MAERSSCHALCK ET AL., 2006). 263

FIGUUR 5-83: BIOLOGISCHE WAARDERINGSKAART VOOR DE DEMERSALE VISFAUNA (DEROUS ET AL., 2007). 265

FIGUUR 5-84: DENSITEITEN VAN DEMERSALE VISFAUNA PER TAXONOMISCHE GROEP VOOR ALLE STAALNAMELOCATIES OP DE THORNTONBANK IN DE LENTE (BOVEN) EN DE HERFST (ONDER) (VANDENDRIESSCHE ET AL., 2009). 267

FIGUUR 5-85: DENSITEITEN VAN DEMERSALE VISSEN PER TAXONOMISCHE GROEP OP DE BLIGHBANK EN ZIJN REFERENTIEZONES, TIJDENS DE LENTE (BOVEN) EN HERFST (ONDER) VAN 2008 (VANDENDRIESSCHE ET AL.,2009). 268

FIGUUR 5-86: BIOLOGISCHE WAARDERINGSKAART VOOR DE VOGELS (DEROUS ET AL., 2007)..... 270

FIGUUR 5-87: OVERZICHT VAN DE 3 SPECIALE BESCHERMINGSZONES VOOR VOGELS (SBZ-V) IN HET BELGISCHE DEEL VAN DE NOORDZEE (ZIE BIJLAGE F VOOR A3 KAART). 272

FIGUUR 5-88: WINTER DISTRIBUTIE VAN DE DWERGMEEUW OP HET BELGISCHE DEEL VAN DE NOORDZEE (AANTAL PER KM²) (VANERMEN & STIENEN, 2009). 273

FIGUUR 5-89: LENTE DISTRIBUTIE VAN DE DWERGMEEUW OP HET BELGISCHE DEEL VAN DE NOORDZEE (AANTAL PER KM²) (VANERMEN & STIENEN, 2009). 274

FIGUUR 5-90: HERFST DISTRIBUTIE VAN DE DWERGMEEUW OP HET BELGISCHE DEEL VAN DE NOORDZEE (AANTAL PER KM²) (VANERMEN & STIENEN, 2009). 275

FIGUUR 5-91: LENTE DISTRIBUTIE VAN DE GROTE STERN OP HET BELGISCHE DEEL VAN DE NOORDZEE (AANTAL PER KM²) (VANERMEN & STIENEN, 2009). 276

FIGUUR 5-92: DISTRIBUTIE VAN DE GROTE STERN OP HET BELGISCHE DEEL VAN DE NOORDZEE TIJDENS HET BROEDSEIZOEN (AANTAL PER KM²) (VANERMEN & STIENEN, 2009)..... 277

FIGUUR 5-93: ZOMER DISTRIBUTIE VAN DE GROTE STERN OP HET BELGISCHE DEEL VAN DE NOORDZEE (AANTAL PER KM²) (VANERMEN & STIENEN, 2009). 278

FIGUUR 5-94: LENTE DISTRIBUTIE VAN DE VISDIEF OP HET BELGISCHE DEEL VAN DE NOORDZEE (AANTAL PER KM²) (VANERMEN & STIENEN, 2009)..... 279

FIGUUR 5-95: DISTRIBUTIE VAN DE VISDIEF OP HET BELGISCHE DEEL VAN DE NOORDZEE TIJDENS HET BROEDSEIZOEN (AANTAL PER KM²) (VANERMEN & STIENEN, 2009)..... 280

FIGUUR 5-96: ZOMER DISTRIBUTIE VAN DE VISDIEF OP HET BELGISCHE DEEL VAN DE NOORDZEE (AANTAL PER KM²) (VANERMEN & STIENEN, 2009)..... 281

FIGUUR 5-97: EEN VERGELIJKING TUSSEN DE ZOMERVERSPREIDINGSGEBIEDEN VAN DE BRUINVIS ZOALS VASTGESTELD IN 1994 (BOVEN) EN 2005 (ONDER) TOONT DUIDELIJK AAN DAT ER EEN VERANDERING OPGETREDEN IS IN HET VERSPREIDINGSGEBIED. DE KLEURSCHAAL RECHTS VAN DE KAART GEEFT DE VASTGESTELDE DENSITEIT WEER IN AANTAL DIEREN/KM² (SCANS II, 2008). 283

FIGUUR 5-98: WAARNEMINGEN VAN BRUINVISSEN TIJDENS DE SURVEY VAN 29 MAART 2011. GRIJZE LIJN: SURVEY TRACK; RODE STIPPEN: GROEPEN BRUINVISSEN (1 TOT 4 DIEREN PER GROEP – DE GROOTTE VAN DE STIPPEN IS PROPORTIONEEL MET HET AANTAL DIEREN). DE

SCHEEPVAARTROUTE, HET ANKERGEBIED EN DE OFFSHORE WINDMOLENPARKEN (BELWIND EN C-POWER) WORDEN AANGEDUID (HAELTERS ET AL., 2012A)..... 284

FIGUUR 5-99: AANTAL GESTRANDE BRUINVISSEN IN BELGIË TUSSEN 1970 EN 2009 (HAELTERS ET AL., 2010)..... 285

FIGUUR 5-100: AANTAL AD HOC WAARNEMINGEN VAN BRUINVISSEN GERAPPORTEERD DOOR HET PUBLIEK EN DOOR DIENSTEN ACTIEF OP ZEE TUSSEN 1970 EN 2007 (HAELTERS & CAMPHUYSEN, 2009)..... 285

FIGUUR 5-101: AANTAL AD HOC WAARNEMINGEN VAN BRUINVISSEN IN BELGISCHE WATEREN GERAPPORTEERD DOOR HET PUBLIEK EN DOOR DIENSTEN ACTIEF OP ZEE PER MAAND TUSSEN 1970 EN 1999, EN TUSSEN 2000 EN 2007 (HAELTERS & CAMPHUYSEN, 2009)..... 286

FIGUUR 5-102: DE EVOLUTIE VAN HET MAGNETISCH VELD TEN OPZICHTE VAN DE HOOGTE BOVEN DE ZEEBODEM BIJ VERSCHILLENDE KABELDIEPTES (Y) BIJ EEN STROOMSTERKTE VAN 712 A (LOPEZ ET AL., 2011)..... 299

FIGUUR 5-103: GEMIDDELDE VELD OP BODEMNIVEAU VOOR EEN KABELLIGGING OP 1 M ONDER DE ZEEBODEM (ELIA, 2013)..... 300

FIGUUR 5-104: INVLOEDSZONES ROND EEN GELUIDSBRON VOOR ZEEZOOGDIEREN (VERBOOM & KASTELEIN, 2005). ZONE OF AUDIBILITY: ZONE WAARBINNEN HET GELUID HOORBAAR IS VOOR ZEEZOOGDIEREN; ZONE OF RESPONSIVENESS: ZONE WAARBINNEN ZEEZOOGDIEREN GEDRAGSVERANDERINGEN VERTONEN; DISCOMFORT THRESHOLD: OVERSCHRIJDING VAN DEZE GELUIDSDREMPEL VEROORZAAKT VERMIJDINGS- EN AFSCHRIKREACTIES; ZONE OF SEVERE DISTURBANCE: ZONE WAARBINNEN ERNSTIGE VERSTORING (STERKE VERMIJDINGSREACTIES) VAN ZEEZOOGDIEREN OPTREEDT; ZONE OF HEARING INJURY: ZONE WAARBINNEN GEHOORSCHADE OPTREEDT..... 306

FIGUUR 5-105: VOORBEELDEN VAN DE ECOPODE™ (BRON: WWW.CONCRETELAYER.COM)..... 317

FIGUUR 5-106: SITUERING VAN MIDDELEEUWSE EILANDEN WULPEN, KOEZAND EN WATERDUNEN (NAAR MATHYS, 2010)..... 331

FIGUUR 5-107: TOP 10 VAN AANGELANDE SOORTEN DOOR DE BELGISCHE VLOOT IN 2010 EN 2011 (TESSENS & VELGHE, 2012)..... 338

FIGUUR 5-108: EVOLUTIE JAARLIJKSE OMZET IN DE BELGISCHE VISSERIJ (TESSENS & VELGHE, 2012)..... 338

FIGUUR 5-109: INTENSITEIT VAN GEBRUIK VAN HET BELGISCHE DEEL VAN DE NOORDZEE DOOR DE COMMERCIËLE VISSERIJ TUSSEN 1992 EN 2003. HET RELATIEVE AANTAL GEOBSERVEERDE ACTIEVE VISSERSSCHEPEN IS WEERGEGEVEN PER JAAR PER KM² (NAAR MAES ET AL., 2005)..... 340

FIGUUR 5-110: TOEGEKENDE ZONE VOOR MOSSELCULTUUR IN HET BELGISCH DEEL VAN DE NOORDZEE (WWW.MUMM.BE)..... 342

FIGUUR 5-111: MILITAIRE ACTIVITEITEN OP HET BELGISCH DEEL VAN DE NOORDZEE (WWW.MUMM.AC.BEHTTP://WWW.MUMM.BE/)..... 343

FIGUUR 5-112: NAVIGATIEKAART MET SCHEIDINGSLIJNEN VAN HET BEHEER VOOR DE LUCHTVAART (VERTREK)..... 353

FIGUUR 5-113: NAVIGATIEKAART MET SCHEIDINGSLIJNEN VAN HET BEHEER VOOR DE LUCHTVAART (AANKOMST)..... 353

FIGUUR 6-1: OVERZICHT VAN DE DOMEINCONCESSIES VOOR OFFSHORE WINDMOLENPARKEN IN HET BELGISCH DEEL VAN DE NOORDZEE (BMM, 2012)..... 356

FIGUUR 6-2: SCHEEPVAARTVERKEER IN 2012 (BRON AIS-DATA: BEHEER- EN EXPLOITATIE TEAM SCHELDERADARKETEN, J. RAES, HOOFDBEHEERDER BET-SRK (VL), A. DESCAMPS, AFDELINGSHOOFD SCHEEPVAARTBEGELEIDING) (ZIE BIJLAGE E VOOR A3 KAART)..... 375

FIGUUR 6-3: EVOLUTIE VAN HET SCHEEPVAARTVERKEER RONDOM EN TUSSEN DE WINDMOLENPARKEN TUSSEN 2008 EN 2011 (BRON AIS-DATA: BEHEER- EN EXPLOITATIE

TEAM SCHELDERADARKETEN, J. RAES, HOOFDBEHEERDER BET-SRK (VL), A. DESCAMPS, AFDELINGSHOOFD SCHEEPVAARTBEGELEIDING). 376

FIGUUR 6-4: AANTAL OLIEVERONTREINIGINGEN TUSSEN 7-700 TON EN GROTER DAN 700 TON (ITOPF, 2013). 378

FIGUUR 6-5: VERKEERSBEELD IN DE HUIDIGE SITUATIE, BIJ AANWEZIGHEID VAN WINDMOLENPARKEN BELWIND EN C-POWER. 380

FIGUUR 6-6: VERKEERSSITUATIE IN HET BASISSCENARIO WAARIN ALLE WINDMOLENPARKEN GEREALISEERD ZIJN, MAAR HET VERKEER GEEN REKENING HOEFT TE HOUDEN MET EEN BOG EILAND. 381

FIGUUR 6-7: VERKEERSSITUATIE IN SCENARIO 1 MET BOG EILAND OP LOCATIE ALPHA 2 EN ALLE WINDMOLENPARKEN GEREALISEERD. DE VERKEERSLINK IS VERSCHOVEN TO OP 1 MIJL VAN HET EILAND. 382

FIGUUR 6-8: VERKEERSSITUATIE IN SCENARIO 2 MET BOG EILAND OP LOCATIE ALPHA 2 EN WINDMOLENPARKEN MERMAID EN SEASTAR (NOG) NIET GEREALISEERD. 383

FIGUUR 6-9: VERKEERSSITUATIE IN SCENARIO 2 MET BOG EILAND OP LOCATIE ALPHA 1 EN WINDMOLENPARKEN MERMAID EN SEASTAR (NOG) NIET GEREALISEERD. 384

FIGUUR 6-10: SRK WERKINGSGEBIED, HETBELGISCHE CONCESSIEGEBIED VOOR OFFSHORE WINDPARKEN EN HET PROJECTGEBIED BOG ALFA. 388

FIGUUR 6-11: VOORBEELD VOOR DE SRK RADAR VAN ZEEBRUGGE OMTRENT BEPERKING VAN DE REIKWIJDTE IN FUNCTIE LOS EN RCS 389

FIGUUR 6-12: TYPISCH RADAR-SCREENSHOT VAN HET SCHEEPVAARTVERKEER (MOMENTOPNAME). 390

FIGUUR 6-13: SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN DE RICHTINGEN WAARIN SCHADUWZONES OPTREDEN VOOR DE VERSCHILLENDE SRK RADARSTATIONS, EN WAARDOOR HET PROJECTGEBIED BOG ALPHA VOLLEDIG VERDOKEN LIGT ACHTER DE OFFSHORE WINDPARKEN VAN NORTHER EN C-POWER (ORANJE EN GELE PIJLEN) OF TOCH NOG ZICHTBAAR BLIJFT (RODEL PIJL), OF BIJ NIET-INVULLING VAN HET CONCESSIEGEBIED BORSSELE (BLAUWE PIJL) 391

FIGUUR 6-14: LIGGING VAN DE HOOFDNAVIGATIEROUTES TEGENOVER DE CONCESSIEGEBIEDEN. 392

FIGUUR 6-15: HUIDIGE NAVIGATIEROUTES, EN LIGGING VAN HET CONCESSIEGEBIED VOOR WINDTURBINEPARKEN EN DE PROJECTGEBIEDEN VAN HET BELGIAN OFFSHORE GRID. 393

FIGUUR 7-1: OVERZICHT VAN DE BESCHERMDE NATUURGEBIEDEN IN BELGIË EN NEDERLAND (ZIE BIJLAGE F VOOR A3 KAART). 399

FIGUUR 7-2: LOS VAN DE NEDERLANDSE RADARINSTALLATIES VOOR EEN OBJECTHOOGTE VAN 10 M. 403

Interne bijlagen

BIJLAGE A SITUERING VAN HET BOG T.O.V. ANDERE ACTIVITEITEN OP HET BDNZ 436

BIJLAGE B DE BATHYMETRIE TER HOOGTE VAN ALPHA EN LANGSHEEN HET KABELTRACÉ 437

BIJLAGE C LOCATIE EN SCHETSEN VAN HET MER-ONTWERP 438

C.1 MER-ONTWERP IN PROJECTGEBIED ALPHA 439

C.2 MER-ONTWERP BOVENAANZICHT EN DWARSDOORSNEDES 440

C.3 MER-ONTWERP VOORBEELDONTWERPEN 441

BIJLAGE D COÖRDINATEN VAN HET KABELTRACÉ 442

D.1 INDELING KABELTRAJECT 443

D.2 KABELPUNTEN A1-A2-A3 444

D.3 KABELPUNTEN AB1-AB2 445

D.4 KABELPUNTEN B1-B2 446

D.5 KABELPUNTEN B3 447

D.6 COÖRDINATEN KABELPUNTEN 448

D.7 AANLANDING KABELS 451

BIJLAGE E SITUERING T.O.V. SCHEEPVAARTROUTES EN VERKEERSSTROMEN 452

BIJLAGE F SITUERING VAN DE BESCHERMDE MARIENE GEBIEDEN 453

BIJLAGE G VOORBEELDONTWERPEN VOOR HET ALPHA-EILAND 454

G.1 VOORBEELDONTWERP 1 455

G.2 VOORBEELDONTWERP 2 456

G.3 VOORBEELDONTWERP 3 457

G.4 VOORBEELDONTWERP 4 458

BIJLAGE H SITUERING VAN DE ZANDWINNINGS- EN STORTZONES 459

BIJLAGE I TECHNISCHE FICHES SCHEPEN 460

I.1 NILE RIVER 461

I.2 POMPEI 462

I.3 ELIZABETH 463

I.4 WILLEM DE VLAMINGH 464

BIJLAGE J GELUIDSNIVEAU ALPHA-OHVS 465

Externe bijlagen

- Flemtek-IMDC (2013). Studie omtrent de mogelijke invloed van een transformatorstation 'Belgian Offshore Grid'. In opdracht van ELIA, in samenwerking met IMDC. I/RA/11413/13.172/JSN.
- IMDC (2013a). Environmental Impact Report windmill farm Belgian Offshore Grid. Numeric modelling of sediment transport. I/RA/11413/13.006/LWA.
- IMDC (2013b). Environmental Impact Report Belgian Offshore Grid. Numeric modelling of dredging plume dispersion. I/RA/11413/13.167/LWA.
- MARIN-IMDC (2013). Veiligheidsstudie BOG. In opdracht van ELIA, in samenwerking met IMDC. I/RA/11413/13.189/MSM.

Lijst met afkortingen en definities

AFDW	Ash Free Dry Weight, NL: asvrij drooggewicht
AIS	Automatic identification system
Alpha	Net als Beta, offshore connectiepunt van Elia dat met het onshore connectiepunt “Stevin” van Elia te Zeebrugge is verbonden. Op Alpha en Beta kunnen windmolenparken aansluiten. Beta zal worden uitgevoerd als stalen platform, Alpha als kunstmatig eiland op de Lodewijkbank.
ATF	Atmosferische transmissie factor
BBT	Best Beschikbare Technieken
BDNZ	Belgisch Deel van de Noordzee
Beta	Net als Alpha, offshore connectiepunt van Elia dat met het onshore connectiepunt “Stevin” van Elia te Zeebrugge is verbonden. Op Alpha en Beta kunnen windmolenparken aansluiten. Beta zal worden uitgevoerd als stalen platform, Alpha als kunstmatig eiland op de Lodewijkbank.
BMDC	Belgian Marine Data Centre
BMM	Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee en het Schelde-estuarium
BOG	Belgian Offshore Grid
B.S.	Belgisch Staatsblad
B-veld	Magnetisch veld
ca.	Circa
CBD	Convention on Biological Diversity
CLI	Concrete Layer Innovations
dB	Decibel
dB(A)	De A-gewogen decibelwaarde dB(A) is de meest gangbare eenheid voor geluidbelasting. De A-weging houdt rekening met de gevoeligheid van het menselijk oor voor de toonhoogte van het geluid.
DGPS	Systeem van positiebepaling met behulp van lage frequenties
EEZ	Exclusieve economische zone
EG	Europese Gemeenschap
E_i	Geïnduceerd elektrisch veld
EM	Elektromagnetisch
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
EU	Europese Unie
E-veld	Elektrisch veld
FOD	Federale Overheid Dienst
GBF	Gravity Based Foundation, NL: gravitaire fundering
GD	Grab dredger
GIS	Gas-Insulated Switchgear
GKVP	Geïntegreerd Kust Veiligheids Plan
GLLWS	Gemiddeld laag-laagwaterspring
GMT	Goede Milieutoestand
GPS	Global Positioning System

GNA	Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit
GNB	Gemeenschappelijk Nautisch Beheer
GtC	Gigaton koolstof
GVB	Gemeenschappelijk Visserij Beleid
GVS	Groot Vlootsegment
ha	hectare
HAT	Highest Astronomical Tide
HVAC	High Voltage Alternating Current
HVDC	High Voltage Direct Current
Hz	Hertz
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
ICES	International Council for the Exploration of the Sea
ICPC	International Cable Protection Committee
ILVO	Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek
IMO	International Maritime Organisation
INBO	Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek
ind.	Individuen
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JF	Jacket fundering
KB	Koninklijk Besluit
KMI	Koninklijk Meteorologisch Instituut van België
KRMS	Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie
kHz	Kilohertz
kJ	Kilojoule
kV	Kilovolt
KVS	Klein Vlootsegment
LAT	Lowest Astronomical Tide
LCA	Levenscyclusanalyse
LNG	Liquified Natural Gas
LoS	Line of Sight
L_{wa}	Geluidsvermogenniveau van de bron
MB	Ministerieel Besluit
MEB	Milieueffectenbeoordeling
MER	Milieueffectenrapport
m.e.r.	milieueffectenrapportage
MP	Monopile
MRP	Marien Ruimtelijk Plan
MSL	Mean Sea Level, NL: gemiddeld zeeniveau
ms TWT	Milliseconde Two-Way Time
MVA	Megavolt ampère
MW	Megawatt
NAP	Normaal Amsterdams Peil

NAVO	Noord-Atlantische Verdragsorganisatie
NCP	Nederlands Continentaal Plat
NM	Nautical miles, NL: zeemijl
ng	nanogram
NSCOGI	North Sea Countries' Offshore Grid Initiative
NV	Naamloze Vennootschap
nvt	Niet van toepassing
OHVS	Offshore high voltage station(s), NL: het (de) hoogspanningsstation(s) in zee
OWEZ	Offshore Windpark Egmond aan Zee
Pa	Pascal
PAK	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen
PC	Permanente Commisie
PCB	Polychloorbifenyl
POD	Porpoise Detectors
ppm	Parts per million
ppt	Parts per trillion
re 1 µPa	Referentie voor geluidsdruk onder water
re 1 µPa²s	Eenheid voor SEL (sound exposure level)
RCS	Radar Cross Section
RDF	Radio Direction Finder
ROV	Remote Operated Vehicle, NL: op afstand bediend vaartuig met camera
SAMSON	Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea
SBZ	Speciale Beschermingszone
SBZ-H	Speciale Beschermingszone (Habitatrichtlijn)
SBZ-V	Speciale Beschermingszone (Vogelrichtlijn)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SEA	Strategic Environmental Assessment
SECA	SO_2 Emission Control Areas
SEL	Sound Exposure Level
spp.	Soorten
SPL	Sound Pressure Level
SPM	Suspended Particulate Matter
SPS	Significant Peripherical Structure
SRK	Schelde Radar Keten
TAC	Total Allowable Catch
TAW	Tweede Algemene Waterpassing
TBT	Tributyltin
THV	Tijdelijke handelsvereniging
TSHD	Trailing Suction Hopper Dredger, NL: sleephopperzuiger
UNFCCC	The United Nations Framework Convention on Climate Change
VHF	Very High Frequency
VIOE	Vlaams Instituut voor Onroerend Erfgoed

VLIZ	Vlaams Instituut voor de Zee
VMM	Vlaamse Milieu Maatschappij
WTG	Wind turbine generator, NL: windturbine
WW	Wet Weight
XLPE	Cross-linked polyethyleen kabel
µg	Microgram
µm	Micrometer
µPa	Micropascal
µT	Microtesla
µV	Microvolt

Voorwoord

ELIA heeft van de federale overheid de opdracht gekregen om een elektriciteitsnetwerk – Belgian Offshore Grid (BOG) op zee uit te bouwen, met als doel de elektriciteit opgewekt op zee, op een efficiënte manier aan land te brengen.

De bouw en exploitatie van dit Belgian Offshore Grid (BOG) is vergunningsplichtig.

De voornaamste vergunningen, met indicatieve datum van aanvraag, worden hieronder opgelijst:

- Offshore:
  - Kabellegvergunning (17/9/2013);
  - Milieuvergunning (17/9/2013);
  - Concessie exploratie en exploitatie (16/4/2014).
- Onshore:
  - Verklaring van Openbaar Nut (17/09/2013);
  - Wegvergunning (8/07/2013);
  - Domeinvergunningen overheden (juli en augustus 2013);
  - Stedenbouwkundige vergunning incl. milieutoets / passende beoordeling / VEN-toets / Natuurtoets (17/9/2013).

Het voorliggend document is het milieueffectenrapport (MER) van het offshore deel van het BOG, dat zowel aan de milieu- als aan de kabelvergunningsaanvraag toegevoegd zal worden.

Dit MER bestaat uit twee delen: een niet-technische samenvatting en een uitvoerige beschrijving van het voorgestelde project en de mogelijke effecten. De bijlagen zijn achteraan het rapport terug te vinden.

De niet-technische samenvatting (Hoofdstuk 0) kan als alleenstaand onderdeel gelezen worden door de geïnteresseerde lezer die minder boodschap heeft aan alle technische gegevens en beschrijvingen zoals deze uitgebreid in de volgende hoofdstukken en bijlagen van het MER beschreven staan.

In de uitgebreide beschrijving worden volgende aspecten behandeld:

- Hoofdstuk 1 geeft de toetsing aan de m.e.r-plicht, de initiatiefnemer van het project, de coördinator van het MER en de samenstelling van het team van deskundigen.
- Hoofdstuk 2 geeft een technische beschrijving van de technologie. De verschillende projectingrepen worden per fase van het project (constructie, exploitatie, ontmanteling) beschreven.
- Hoofdstuk 3 geeft de juridische en beleidsmatige randvoorwaarden.
- Hoofdstuk 4 geeft een bespreking van de alternatieven.
- Hoofdstuk 5 geeft per discipline een beschrijving van de gehanteerde methodiek, de beschrijving van de referentiesituatie en autonome ontwikkeling, de beschrijving en beoordeling van de milieueffecten tijdens elke fase, de leemten in de kennis, een beschrijving van de milderende maatregelen en welke monitoring van het effecten er wordt voorzien. Binnen de discipline ‘Fauna, flora en biodiversiteit’ wordt ook een passende beoordeling uitgevoerd voor de aanleg van de kabels daar zij gevolgen kunnen hebben voor de aangeduide Speciale Beschermingszone SBZ-V-3 te Zeebrugge.

- Hoofdstuk 6 geeft de mogelijke cumulatieve effecten weer van het BOG-project met andere activiteiten op zee.
- Hoofdstuk 7 geeft een beschrijving van de te verwachten grensoverschrijdende effecten in het kader van het Espoo-verdrag.
- Hoofdstuk 8 geeft een eindsynthese van de milieueffecten en voorgestelde milderende maatregelen per discipline en per fase.
- Hoofdstuk 9 geeft de lijst van geraadpleegde literatuur.

Bijlagen achteraan dit rapport:

- Bijlage A: Situering van het BOG t.o.v. andere activiteiten op het BDNZ
- Bijlage B: De bathymetrie ter hoogte van Alpha en langsheen het kabeltracé
- Bijlage C: Locatie en schetsen van het MER-ontwerp
- Bijlage D: Coördinaten van het kabeltracé
- Bijlage E: Situering t.o.v. scheepvaartroutes en verkeersstromen
- Bijlage F: Situering van de beschermde mariene gebieden
- Bijlage G: Voorbeeldontwerpen voor het Alpha-eiland
- Bijlage H: Situering van de zandwinnings- en stortzones
- Bijlage I: Technische fiches schepen
- Bijlage J: Geluidsniveau Alpha-OHVS

Een groot aantal kaarten en figuren zijn opgemaakt op A3-formaat. Ten behoeve van de leesbaarheid van de tekst zijn deze op een liggende A4-pagina ingevoegd in de respectievelijke hoofdstukken, maar daarnaast zijn al deze kaarten en figuren ook in A3 formaat toegevoegd aan het MER.

Tenslotte zijn er een aantal ondersteunende studies uitgevoerd in het kader van dit MER die als afzonderlijke bijlagen toegevoegd zijn (externe bijlagen). In deze studies wordt dieper ingegaan op bepaalde deelaspecten van het MER, de belangrijkste besluiten ervan zijn steeds verwerkt in voorliggend MER.

Externe bijlagen:

- Flemtek-IMDC (2013). Studie omtrent de mogelijke invloed van een transformatorstation 'Belgian Offshore Grid'. In opdracht van ELIA, in samenwerking met IMDC. I/RA/11413/13.172/JSN.
- IMDC (2013a). Environmental Impact Report windmill farm Belgian Offshore Grid. Numeric modelling of sediment transport. I/RA/11413/13.006/LWA.
- IMDC (2013b). Environmental Impact Report Belgian Offshore Grid. Numeric modelling of dredging plume dispersion. I/RA/11413/13.167/LWA.
- MARIN-IMDC (2013). Veiligheidsstudie BOG. In opdracht van ELIA, in samenwerking met IMDC. I/RA/11413/13.189/MSM.

0. NIET-TECHNISCHE SAMENVATTING

0.1 DOEL EN MOTIVERING VAN HET PROJECT

De realisatie van het Belgian Offshore Grid (BOG) heeft als doel het transport van de op zee opgewekte energie door middel van een redundant systeem naar land te transporteren. Het BOG zal bestaan uit een offshore gedeelte, dat de energie van op zee naar het strand in Zeebrugge brengt en een onshore gedeelte dat de verbinding maakt tussen de offshore kabels en het onderstation op land, i.e. het Stevin station.

Dit MER gaat over het federaal territorium, de zee tot aan de 0 m LAT hoogtelijn (de basislijn). Het onshore gedeelte, vanaf de basislijn landinwaarts, maakt in principe geen onderdeel uit van onderhavig MER, hoewel er op bepaalde plaatsen ook aandacht naartoe gaat. Het offshore en het onshore deel van het project zijn immers onlosmakelijk met elkaar verbonden.

Het offshore deel van het BOG zal bestaan uit:

- Twee onderstations (Offshore High Voltage Stations) in zee:
  - Alpha, te installeren op een klein artificieel eiland gelegen op de Lodewijkbank.
  - Beta, te installeren op een jacket-structuur gelegen in het Norther windmolenpark.
- Zes kabels met connectie naar land:
  - Verbinding Alpha met de kust: A1, A2 en A3 tussen Alpha en de kust met aanlanding op het strand ten westen van de haven van Zeebrugge.
  - Verbinding Beta met de kust: B1, B2 en B3 tussen Beta en de kust met dezelfde aanlandingszone als A1-A3.
- Twee kabels die de verbinding maken tussen Alpha en Beta, i.e. AB1 en AB2.

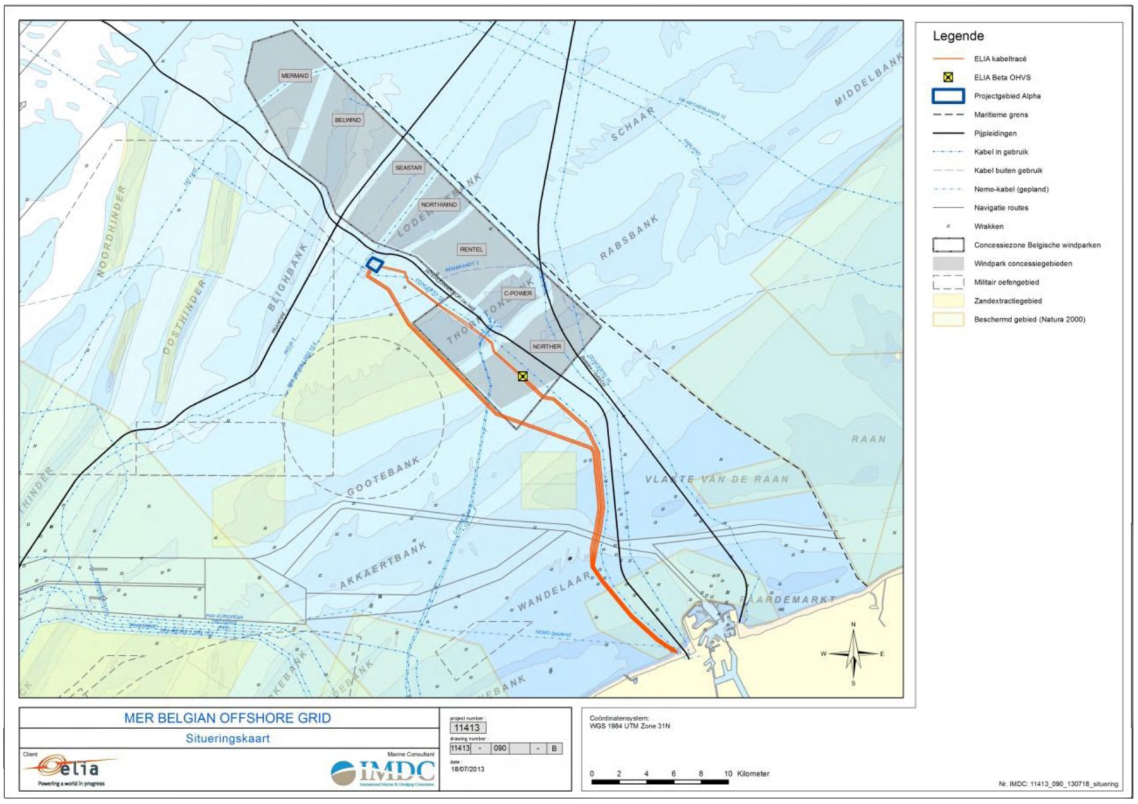
Beta maakt deel uit van het BOG, maar niet van de voorliggende vergunningsaanvragen (kabel- en milieuvergunning). Enerzijds zal Beta gelegen zijn in het vergunde concessiegebied van Norther. Anderzijds betreft het een platform dat reeds vergund is aan Norther NV. Elia werkt momenteel een procedure uit zodat de vergunning voor het OHVS kan overgedragen worden van Norther NV aan Elia.

Een milieueffectenrapport (MER) dient te worden opgesteld om de milieubelangen een volwaardige plaats te geven bij de vergunningsverlening. Dit MER dient ter onderbouwing van de vergunningsaanvraag en behandelt zowel de bouw, de exploitatie en de ontmanteling van het BOG.

0.2 PROJECTBESCHRIJVING

Het BOG zou eind 2017 operationeel moeten zijn. Er wordt gestreefd naar een volwaardig operationeel BOG in de loop van het tweede of derde kwartaal van 2017.

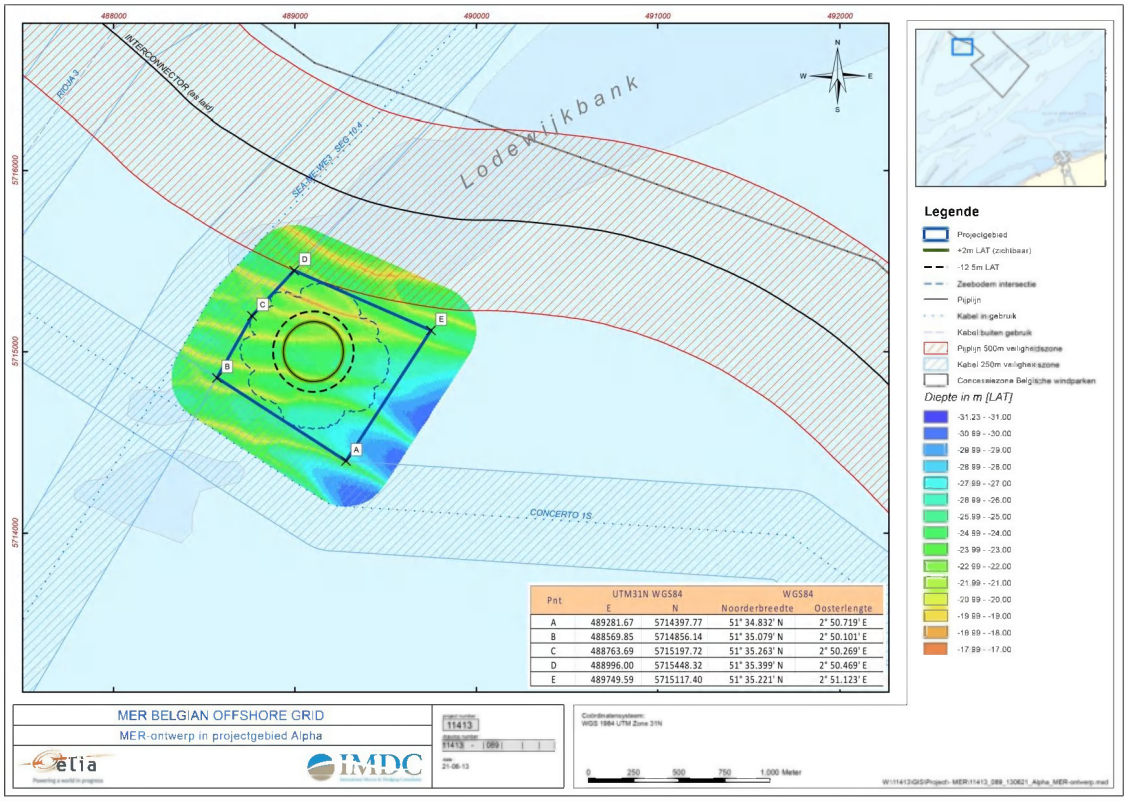
0.2.1 Ruimtelijke situering van het project



Figuur 0-1: Situering van het BOG (zie Bijlage A voor A3-kaart).

0.2.1.1 Het Alpha-eiland

Het Alpha-eiland zal gelegen zijn op het zuidelijk eind van de Lodewijkbank. De diepte ter hoogte van Alpha varieert tussen de ca. -17 en -28 m LAT en is gemiddeld ca. -25 m LAT diep. Het ontwerp van het eiland zal de verantwoordelijkheid van de aannemer zijn, waarbij moet aangetoond worden dat het eiland voldoet aan de opgelegde functionele eisen, waaronder de eisen voortvloeiende uit de milieuvergunning. Hierdoor kan het finaal ontwerp nog niet bepaald worden en is het momenteel onmogelijk de exacte ligging van het eiland vast te leggen, doch zijn er in het kader van het MER richtinggevende waarden voor positie en oppervlakte inname vastgelegd. Vertrekkende van de op heden gekende functionaliteiten waaraan het eiland moet voldoen is een inschatting gegeven van de benodigde ruimte zowel boven als onder water. Op basis hiervan is een projectgebied afgebakend waarbinnen het eiland zal moeten gebouwd worden. Dit projectgebied is afgebakend rekening houdend met de op heden gekende technieken en mogelijke constructiewijzes op basis van een zogenaamd MER-ontwerp en een realistische marge.



Figuur 0-2: Locatie van het MER-ontwerp van het Alpha-eiland binnen het afgebakende projectgebied voor Alpha (zie Bijlage C1 voor A3-kaart).

Uit bovenstaande figuur blijkt duidelijk dat er bij de afbakening van het projectgebied rekening gehouden is met de vereiste veiligheidszones rond onderzeese kabels en pijpleidingen. De bloemvormige oppervlakte-inname van de onderbouw van het MER-ontwerp eiland vloeit voort uit de bathymetrische gegevens en is te wijten aan de parallel georiënteerde duinen die er op de zeebodem voorkomen.

Om te vermijden dat de finale locatie van het eiland teveel afwijkt van de locatie die is aangenomen voor het MER-ontwerp en er daardoor een onverwachte milieu-impact zou kunnen voorkomen, is het projectgebied slechts 30% ruimer dan de oppervlakte-inname van het MER-ontwerp.

Het projectgebied is zodanig gekozen dat het gelegen is binnen de zone “Stopcontact op Zee” zoals aangeduid op ontwerp van het Marien Ruimtelijk Plan (principieel goedgekeurd door de ministerraad op 24 mei 2013). De totale oppervlakte van het projectgebied bedraagt ca. 672.500 m².

0.2.1.2 Bekabeling

Het BOG zal bestaan uit maximaal 8 verschillende kabels die de twee offshore transformator stations redundant verbinden met het transformator station op land. Er worden enerzijds 2 kabels tussen Alpha en Beta voorzien (verbindingskabels) en anderzijds 3 kabels naar de kust die vertrekken uit elke van de twee offshore transformator stations. De kabels A1, A2 en A3 verbinden het Alpha station met de kust. De kabels B1, B2 en B3 verbinden het Beta station met de kust. De kabels AB1 en AB2 verbinden Alpha met Beta.

Het kabeltracé is zo gekozen dat zo veel mogelijk bestaande infrastructuur op zee gevolgd wordt, i.e. BOG export kabels worden voorzien parallel aan leidingen, kabels en concessiezones. Langsheen het kabeltracé zal de onderlinge afstanden tussen de BOG export kabels 100 m bedragen, om de eventuele onderhouds- en herstellingswerken vlot te laten verlopen. Dit met uitzondering van de kustnabije zone en de aanlandingszone. Vanaf een bodempeil van om en bij de -9 m LAT liggen de kabels 50 m uiteen. Nabij de basislijn (de grens tussen federaal en Vlaams grondgebied, bepaald door de 0 m LAT lijn), zijn de kabels geconvergeerd tot 40 m om vervolgens nog verder naar elkaar toe te komen tot ca. 20 m ter hoogte van het intertidaal strand.

De kabels die de windmolenparken met het BOG verbinden, maken geen deel uit van het BOG. Ook de kabels B1 en B2 maken geen deel uit van de vergunningsaanvraag voor de kabelvergunning van het BOG, aangezien deze momenteel een andere vergunningsprocedure volgen.

0.2.2 Beschrijving van de activiteiten en uitvoeringswijze

0.2.2.1 Het Alpha-eiland

0.2.2.1.1 Structuur

Het gedetailleerd design van het eiland is in deze fase van het project nog niet gekend. Er moet nog een aannemer geselecteerd worden. Deze zal wellicht een “design, build & maintain contract” krijgen en zodoende het ontwerp voor het eiland opmaken. Dit finale ontwerp zal moeten voldoen aan randvoorwaarden die door Elia opgelegd worden en de restricties die vanuit de vergunningen voortkomen. Het finaal ontwerp, de exacte locatie en de oriëntatie zal bovendien ook afhangen van fysische proeven en gedetailleerde modelstudies, maar ten alle tijden moeten voldoen aan de wettelijke bepalingen.

Een artificieel eiland is een eiland dat doorgaans opgebouwd is uit een bovenbouw en een onderbouw. De bovenbouw is meestal een beschermde kern bestaande uit opgespoten zand. De kern wordt afgeschermd door een harde zeewering (monoliete zeewering (caissons), stortstenen, betonnen deklaagelementen,…), een zachte zeewering (grind, zand,…) of een combinatie van verschillende types: de hybridevormen. Er kan daarbovenop nog een betonnen kruinelement voorzien worden met een extra overhoogte om golfoverslag tegen te gaan.

De onderbouw kan afhankelijk van de heersende hydrodynamische condities en de constructiemethode bestaan uit een zuiver zandlichaam (een zogenaamde zandpannenkoek) of deels afgedekt worden met grind of grover materiaal.

0.2.2.1.2 Het MER-ontwerp

Het MER-ontwerp vormt het uitgangspunt waarop de impactanalyse van het MER grotendeels gebaseerd wordt (voor wat betreft het Alpha-eiland). Op basis van het MER-ontwerp zullen designvoorwaarden opgesteld worden waaraan de aannemer zich dient te houden, zodat het finaal ontwerp de milieu-impacten van het MER-ontwerp niet in negatieve zin overstijgt, waardoor de milieuvergunning ongeldig zou kunnen worden.

Het MER-ontwerp betreft een cirkelvormig eiland, bestaande uit een basis van zand (een zandpannenkoek) met een oppervlakte van ca. 0,5 km². Daarboven komt een bovenbouw met

zeewering uit breuksteen en een kern uit fijner materiaal. Dit lichaam strekt zich uit van ca. -12,5 m LAT tot +12 m LAT. Op -12,5 m LAT kent het eiland een oppervlakte van ca. 0,15 km² en aan het wateroppervlak bedraagt de oppervlakte minder dan 0,1 km² (MSL, +2 m LAT).

Voor het MER-ontwerp is er gekozen voor breuksteen als hard substraat. Naar impact op het milieu verschilt dit niet veel met een betonnen caisson. Breuksteen en caissons zijn beide onnatuurlijke substraten ter hoogte van de Lodewijkbank. Door te kiezen voor een MER-ontwerp bestaande uit een lichaam met een zeewering uit breuksteen, zal een finaal ontwerp bestaande uit caissons ook zeker binnen de voorziene milieu-impacten vallen.

Het MER-ontwerp is net groot genoeg zodat elk van de voorbeeldontwerpen met inbegrip van de strekdam(men) nog in alle richtingen georiënteerd kunnen worden, zonder daarbij de maatgevende grenzen van het MER-ontwerp te overschrijden. Op deze manier komen we uit op een cirkelvormig eiland. In realiteit zal er geen cirkelvormig eiland gebouwd worden, omdat er onder meer voorzien moet worden in een soort van golfbreker en kaaimuur voor het aanmeren van een klein schip. De nuttige oppervlakte van het MER-ontwerp is daardoor veel groter dan in de praktijk het geval zal zijn.

Tabel 0-1: Belangrijstke afmetingen van het MER-ontwerp.

MER-ontwerp	Afmetingen	
	Oppervlakte (m²)	Diameter (m)
Oppervlakte-inname zeebodem	467.600	812
Oppervlakte-inname hard substraat	154.850	444
Eiland boven MSL	87.100	333

De volumes van de belangrijkste constructiematerialen, zoals ruim berekend op basis van het MER-ontwerp en om een worst-case benadering mogelijk te maken, zijn hieronder weergegeve. De volumes zijn dermate ruim genomen dat een eilandvorm met een groter oppervlak dan het MER-ontwerp ook binnen deze maten vallen.

Tabel 0-2: Volumes van de belangrijkste constructiematerialen voor het MER-ontwerp.

MER-ontwerp	Materiaal	Volume (m³)
Onderbouw (zandpannenkoek)	Zand	3.230.000
Bovenbouw	Kernmateriaal (zand/grind/…)	1.835.000
	Breuksteen	75.000
	Acropods (9 m³/stuk)	63.000

0.2.2.2 Bekabeling

In principe zijn alle kabels (Alpha-kust, Beta-kust, Alpha-Beta) identiek. De kabels zijn van het type 220kV 3-fase HVAC submarine kabelsysteem met geïntegreerde optische vezels van het type XLPE (cross-linked polyethylene). De buitenafmeting van de kabels bedraagt ca. 220 à 260 mm en de kabel weegt 100 à 130 kg/m (in lucht). De transportcapaciteit van een 220 kV kabel met drie geleiders van 1000 mm² bedraagt 350 MVA.

Alle kabels die aankomen op de offshore onderstations zijn beveiligd via vermogenschakelaars in de schakel- en verdeeltoestellen 33, 66 en 220kV. Alle beveiligingen zijn redundant uitgevoerd, dwz. dat elk netonderdeel (kabels, transformatoren, etc.) beveiligd is door twee beveiligingsapparaten.

0.2.2.2.1 Constructiefase

Er zijn verschillende technieken mogelijk om de kabel onder de zeebodem te leggen. Er wordt in het MER uitgegaan dat alle kabelsleuven getrencht worden, aangezien dit het worst case scenario is. Dit houdt in dat een sleephopperzuiger een grote geul maakt. Daarna wordt de kabel erin gelegd en vervolgens wordt de geul terug opgevuld. Indien er sedimentatie optreedt in de periode tussen het baggeren van de kabelgeul, kan de geul lokaal terug dieper gemaakt worden door de inzet van een ploeg of een jet.

0.2.2.2.2 Operationele fase

De kabels blijven onaangeroerd gedurende de volledige ontwerpduur. Regelmatig dient geïnspecteerd te worden of de kabels overal voldoende bedekt zijn. Indien nodig kan er ofwel plaatselijk een harde deklaag op de kabel geplaatst worden, bv. met breuksteen, ofwel kan er terug extra zand bovenop de kabel gestort worden.

Indien het nodig zou blijken om herstellingswerkzaamheden uit te voeren aan een kabel, wordt de beschadigde kabelsectie lokaal uitgesneden en vervangen.

0.2.2.2.3 Ontmantelingsfase

In het KB 12/03/2002 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°).

De keuze voor het al of niet verwijderen van de elektrische kabels en de uitvoeringswijze moet op het einde van de exploitatie bepaald worden in samenspraak met de vergunningverlener.

0.3 EFFECTENBEOORDELING

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste resultaten van de effectenbeoordeling samengevat per discipline, telkens voor de constructie-, operationele en ontmantelingsfase van het project (artificieel eiland en elektrische bekabeling). Tevens wordt aangegeven welke milderende maatregelen mogelijk zijn.

De geassocieerde milieueffecten werden geïdentificeerd en geëvalueerd op basis van de projectbeschrijving, de beschikbare literatuur en door overleg met de belanghebbende partijen. Om de significantie van een impact te bepalen, werd rekening gehouden met de de omvang of reikwijdte en de duur (tijdelijk of permanent karakter). De beschreven effecten worden in de vorm van een relatieve plusmin-beoordeling weergegeven. Positieve effecten duiden op een verhoging, ondersteuning of versterking van de betrokken (natuurlijke of gewenste) eigenschap van het milieu, een negatieve beoordeling wijst op het verdwijnen, een verlaging of een aantasting van een bepaalde (natuurlijke of gewenste) eigenschap.

Tabel 0-3: Gehanteerde definities voor de beschrijving en beoordeling van de milieueffecten.

Symbool	Effect niveau	Beschrijving	Beoordeling milieu/organismen
++	Significant positief	Meetbaar positieve verbetering in de kwaliteit van de milieuomstandigheden op grote schaal (BDNZ). Tijdelijk of permanent karakter.	Zeer positief
+	Matig positief	Meetbaar positieve verbetering in de kwaliteit van de milieuomstandigheden op beperkte schaal (projectgebied). Tijdelijk of permanent karakter.	Positief
0/+	Gering positief	Meetbaar kleine positieve verbetering in de kwaliteit van de milieuomstandigheden op beperkte schaal (projectgebied). Tijdelijk karakter.	Neutraal
0	Geen	Onmeetbaar effect of niet relevant.	Geen
0/-	Gering negatief	Meetbaar kleine negatieve modificatie op de kwaliteit van de milieuomstandigheden op beperkte schaal (projectgebied). Tijdelijk karakter.	Verwaarloosbaar
-	Matig negatief	Meetbaar negatieve modificatie op de kwaliteit van de milieuomstandigheden op beperkte schaal (projectgebied). Tijdelijk of permanent karakter.	Aanvaardbaar
--	Significant negatief	Meetbaar negatieve modificatie op de kwaliteit van de milieuomstandigheden op grote schaal (BDNZ). Tijdelijk of permanent karakter.	Onaanvaardbaar

0.3.1 Bodem en water

0.3.1.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling

0.3.1.1.1 Bodem

Het BDNZ strekt zich uit over een gebied van ongeveer 3.500 km². De bodemtopografie van het BDNZ bestaat uit een complex van zandbanken en geulen, waarbij de geulen een maximale diepte van 30 tot 40 m onder LAT bereiken.

Het projectgebied bevindt zich bovenop de Lodewijkbank (vroeger Bank zonder Naam), die deel uitmaakt van de Zeelandbanken. Waterdiepten variëren ter hoogte van de eilandlocatie tussen ongeveer -28 m en -17 m onder LAT. Het kabeltraject van Alpha naar de kust loopt over de Thorntonbank, de rand van de Gootebank, de Akkaertbank, de Vlakte van de Raan, de Wandelaar en de Wenduinebank. De waterdieptes langsheen dit kabeltraject variëren tussen -16,8 m LAT in Het Scheur en +0,67 m LAT aan de kust. Het kabeltraject van Beta naar de kust loopt over een uitloper van de Akkaertbank, waarna het tracé parallel loopt met het traject van Alpha naar de kust. De waterdieptes langsheen het kabeltraject tussen Beta en de splitsing variëren tussen -26 m en -10,2 m onder LAT. Het kabeltraject tussen Alpha en Beta loopt over de Thorntonbank. Waterdieptes variëren er tussen -36 m in de Zuidwest-Schaar en -12 m LAT op de Thorntonbank.

In het projectgebied Alpha

In het projectgebied en langsheen het kabeltraject werd reeds een verkennende seismische campagne uitgevoerd door G-tec (2013). Op de seismische profielen is te zien hoe de Tertiaire lagen hellen in NE richting. De top van het Tertiair is een erosief oppervlak dat de discordantie vormt tussen onderliggende Teriaire lagen en het Quartair dat het Tertiair bedekt. Het afgedekte Cenozoïsche pakket is voornamelijk opgebouwd uit een afwisseling van zandige en kleiige lagen.

Het projectgebied Alpha ligt op de grens waar de top van de Formatie van Aalter en de basis van de Formatie van Maldegem voorkomen in de ondergrond aan het oppervlak onder het Quartair dek.

Centraal in het projectgebied werd reeds een diepe boring tot 60 m onder de zeebodem uitgevoerd. Op basis van de preliminaire litholog (beschrijving van onderkant 1 m secties) en sonderingresultaten volgt onderstaande geologische interpretatie (van boven naar onder):

- 0-11 m: bruin-geel medium zand, schelphoudend en met organisch materiaal, vermoedelijk Quartair
- 11-24 m: donker groen-grijs zeer fijn siltig tot kleiig zand met occasionele kleilaag, vermoedelijk Lid van Wemmel
- 24-33 m: donker groen-grijze stijve klei, vermoedelijk Lid van Oedelem
- 33-43,5 m: donker groen-grijs kleiig zand, schelphoudend, vermoedelijk Lid van Beernem
- 43,5-55,5 m: donker groen-grijs kleiig silt tot siltige klei, vermoedelijk Formatie van Gentbrugge (mogelijk Lid van Vlierzele of Pittem)
- 55,5-60 m: donker grijs-groen kleiig fijn zand

De bovenste laag van de zeebodem met daarop de zandbanken, werd afgezet tijdens het Quartair. De Quartaire afzettingen op het BDNZ zijn zeer dun en gefragmenteerd, waardoor in de geulen tussen de zandbanken de onderliggende oudere lagen aan het zeebodemoppervlak kunnen liggen. Ter hoogte van de eilandlocatie (ca. 400 m rond de centrale boring) kan de dikte van het Quartair tot meer dan 15 m dik zijn, waar zandduinen voorkomen.

Lokaal komen insnijdingen in het Tertiair substraat voor. De insnijdingen komen waarschijnlijk overeen met estuariene getijdengeulen vermoedelijk van Eem (Pleistoceen) ouderdom.

Tijdens het Holoceen, rond 7.000 jaar geleden, begon de vorming van de getijdenbanken en de tussenliggende geulen. De Lodewijkbank en Thorntonbank werden vermoedelijk reeds eerder gevormd toen getijdenstromingen reeds sterk genoeg waren maar nog steeds loodrecht op de kust gericht (Mathys, 2009).

De zandbanken zijn getijdenbanken die voortvloeien uit de interactie van zand en ZW-NO georiënteerde getijdenstromingen. Een fundamenteel proces voor het bestaan van zandbanken is de aanwezigheid van aparte eb- en vloedgeulen aan weerzijden van de bank. Dit veroorzaakt een circulaire zandbeweging over en rond de bank die de stabiliteit van de bank in stand houdt. De Zeelandbanken en de Kustbanken hebben een steile oostelijke flank. De maximale stroomsnelheid langs deze banken is gericht in de vloedrichting (NO). Dit zou duiden op een circulaire zandbeweging rondom de Zeelandbanken in tegenwijzerszin, dit in tegenstelling tot de rest van het BDNZ. Dit zou duiden op een circulaire zandbeweging in tegenwijzerzin.

Een belangrijk fenomeen bovenop zandbanken en in de tussenliggende geulen zijn de zandduinen. Duinen zijn aanzienlijk kleiner dan zandbanken - enkele meters hoog - maar meer dynamisch en zeer prominent aanwezig in het BDNZ. In het projectgebied komen duinen voor met een hoogte van 5 to 7 m. Zowel vloedgedomineerde als ebgedomineerde, net zoals symmetrische duinen komen voor. De afstand tussen twee opeenvolgende kam lijnen varieert tussen 100 en 400 m.

Aan het zeebodemoppervlak komt vooral gemiddeld zand met mediane diameter 300-350 µm en 350-400 µm voor. In het projectgebied werd er geen grind waargenomen aan het zeebodemoppervlak (Van Lancker *et al.*, 2007).

Analyse van 18 jaar metingen op de Westhinder (1990-2008), toont een ZW en WZW dominante golfrichting. Significante golfhoogtes zijn kleiner dan 1,0 m voor meer dan 50% van de tijd en groter dan 2,0 m voor ongeveer 10% van de tijd, met een gemiddelde van ongeveer 90 cm. De piek golfperiodes liggen tussen 3 en 8 s voor 90% van de tijd, met een gemiddelde van 5,5 s. Over het algemeen liggen wind en golven in dezelfde lijn. Hetzelfde golfklimaat wordt in het projectgebied verwacht (IMDC, 2013a). Uit analyse van de golfdataset van de Westhinder (1990-2010) kon afgeleid worden dat een storm met retourperiode van 1 jaar een significante golfhoogte heeft van ongeveer 4,35 m (IMDC, 2013a). Een storm met retourperiode van 5 jaar heeft een significante golfhoogte van ongeveer 5,5 m ter hoogte van de Alpha-eiland locatie.

Om een idee te hebben van de natuurlijk locale stroomsnelheden en sedimenttransporten in het projectgebied werd een numerieke modellering uitgevoerd. Details over de opzet van het model worden gegeven in rapport IMDC (2013a), bijgevoegd als externe bijlage. Simulaties werden uitgevoerd voor twee situaties: een zomer situatie, waar enkel getijdenstroming een rol speelt zonder meteorologische invloeden, en een winter situatie waar ook wind en golven van belang zijn. zowel tijdens zomer- als wintercondities is de gemiddelde stroomsnelheid ca. 0,52 - 0,53 m/s over een springtij-doodtij cyclus ter hoogte van het Alpha-eiland op het zuidelijk deel van de Lodewijkbank. De grootste gemiddelde snelheden worden waargenomen op de kam van de Blighbank en ter hoogte van de zandduinenvelden ten NW en ZW van het SeaStar gebied (uitlopers van de Lodewijkbank). Tijdens zomercondities worden lokaal ter hoogte van het toekomstige eiland maximale stroomsnelheden waargenomen van 1,00 m/s binnen een springtij-doodtij cyclus, tijdens wintercondities is de maximaal waargenomen stroomsnelheid 1,01 m/s.

De oriëntatie van de waargenomen zandduinen in het projectgebied is in overeenstemming met de modelresultaten. Het gebied wordt gekenmerkt door een dominant vloedgerichte residueel sedimenttransport. Dit komt overeen met de waargenomen vloedsymmetrische duinen in dat deel van het gebied. De duinen langsheen de noordelijke rand van de multibeamzone vertonen echter een duidelijke ebasymmetrie die niet direct naar voor komt in de gemodelleerde residuele sedimenttransporten. De richting in het overeenkomstige gebied is niet ebgericht, maar de waardes zijn wel kleiner ter hoogte van het grensgebied tussen SeaStar en Northwind en niet dominant vloedgericht.

Langsheen het kabeltraject

Het kabeltraject van Alpha naar de kust doorkruist het gebied waar in de ondergrond volgende Tertiaire lagen voorkomen aan het oppervlak onder het Quartair dek:

- Formatie van Aalter, Lid van Oedelem (L1.b)
- Formatie van Maldegem, Lid van Wemmel (B1.a)
- Formatie van Maldegem, Lid van Asse, Ursel, Onderdale, Zomergem (B1.b)
- En opnieuw Formatie van Maldegem, Lid van Wemmel (B1.a)
- En opnieuw Formatie van Aalter, Lid van Oedelem (L1.b) tot aan de kust

Het kabeltraject van Beta naar de splitsing met Alpha doorkruist het gebied waar in de ondergrond volgende Tertiaire lagen voorkomen aan het oppervlak onder het Quartair dek:

- Formatie van Maldegem, Lid van Asse, Ursel, Onderdale, Zomergem (B1.b)

Het kabeltraject van Alpha naar Beta doorkruist het gebied waar in de ondergrond volgende Tertiaire lagen voorkomen aan het oppervlak onder het Quartair dek:

- Formatie van Maldegem, Lid van Wemmel (B1.a)
- Formatie van Maldegem, Lid van Asse, Ursel, Onderdale, Zomergem (B1.b)

Op sommige plaatsen in het Quartair dek zeer dun en dagzoomt het Tertiair aan de zeebodem, maar meestal bevinden zich Quartaire zanden aan de zeebodem waarin de kabel zal ingegraven worden. Het Quartair dek varieert langsheen het kabeltraject 20 m ter hoogte van de Thorntonbank, tot minder dan 2 m tussen de banken. Kustnabij is het Quartair dek ongeveer 10 m dik.

Er komen verschillende duinenzones voor langsheen het kabeltraject. Kleine duinen van minder dan 0,5 m hoog in de kustnabije zone tot duinen voor van meer dan 3 m en 150-400 m spacing langsheen de kabeltrajecten op de Thorntonbank.

In landwaartse richting verandert de korrelgrootte aan de zeebodem langsheen het kabeltraject van medium zand over silt naar klei (slib). Op basis van vibrocore staalnames, recent genomen langsheen het kabeltraject, kan een preliminaire inschatting gemaakt worden van de bodemsamenstelling in de bovenste 3 m (in enkele gevallen 5 m). Aan weerszijden van Het Scheur werden bovendien 2 diepe boringen tot 20 m uitgevoerd, waar de kabels dieper komen te liggen.

Kustnabij bestaat de bovenste 3 m van de ondergrond uit een afwisseling van zand en klei met een sliblaag bovenop. Ter hoogte van de getijdenbanken die gekruist worden komt zand voor aan de zeebodem, net als ter hoogte van de Vlakte van de Raan. Tussen de banken komt een dunne laag zand voor bovenop de Tertiaire klei of zandlaag. Tussenin komt vaak een grindlaag voor.

Een modelleerstudie van BMM toont hoe langs heen het kabeltraject de maximale stroomsnelheid varieert tussen 0,2 en 1 m/s. De kleinste stroomsnelheden komen voor in de kustnabije zone ten westen van Zeebrugge (0,2-0,4 m/s), iets verder offshore ten westen van Zeebrugge is dit 0,6-0,8 m/s. Langsheen het verdere tracé van het kabeltraject is de maximale stroomsnelheid 0,8-1 m/s, met uitzondering van een kleine zone net ten noorden van de Vlakte van de Raan (0,6-0,8 m/s).

Een numeriek zandtransportmodel van BMM geeft inlichtingen over de residuele sedimenttransportrichting langsheen het kabeltraject. Langsheen het merendeel van het kabeltraject is het residueel bodemtransport NO (vloed) gericht (van de kust tot aan de zuidrand van de Thorntonbank en ter hoogte van de eilandlocatie op het zuidelijk deel van de Lodewijkbank). Het noordelijk deel van het kabeltraject tussen Alpha en de zuidrand van de Thorntonbank bevindt zich op een overgangszone tussen de Hinderbankenregio, waar het residueel bodemtransport ZW (eb) gericht is, en de Vlaamse Banken en zuidelijke Zeelandbanken regio, waar het residueel bodemtransport NO (vloed) gericht is. De residueel bodemtransport vectoren bevinden zich in het ZO kwadrant en zijn Z, ZO en O gericht in het gebied.

0.3.1.1.2 Water

Er worden temperatuurwaarden teruggevonden tussen 0,05°C en 19,8°C (BMM, 2012). De gemiddelde watertemperatuur in het BDNZ is ongeveer 11°C. Er treden dus seizoenale variaties op met een grootteorde van 8 à 9°C ten opzichte van de gemiddelde temperatuur.

De saliniteit in het BDNZ bedraagt gemiddeld 24-36 g/kg. Er is een lichte seizoenale variatie door de invloed van de riviertoevoer (Ospar, 2000a). De saliniteit aan het wateroppervlak is hoger en constanter (32 ppt) dan aan de zeebodem (25 tot 31 ppt).

Men kan voor het projectgebied aannemen dat de natuurlijke concentraties aan metalen relatief laag zijn. De belangrijkste organotinverbinding is tributyltin (TBT). Het is een biocide dat in het aquatische milieu als "antifouling" gebruikt wordt. De concentratie tributyltin offshore bedraagt <1 ng/l. Bunkerolie en smeerolie zijn de belangrijkste bronnen van olievervuiling in de Noordzee. De olielozing afkomstig van boringen voor de offshore olie- en gasindustrie is over de laatste 10 jaar sterk gereduceerd (tot meer dan 80%). De menselijke invloed op de nutriëntenbalans is voornamelijk merkbaar ter hoogte van de kustzone en minder detecteerbaar ter hoogte van het projectgebied.

De turbiditeit of helderheid van het zeewater wordt bepaald door de hoeveelheid zwevend (in suspensie) materiaal in het water. Specifieke informatie voor het projectgebied Alpha werd niet teruggevonden, maar monitoringscampagnes op de nabijgelegen Thorntonbank en Blighbank, tonen natuurlijke achtergrondwaardes van gemiddeld 4 mg/l tijdens zowel zomer als winter. De jaarlijkse diepte-gemiddelde concentratie zwevend stof varieert langsheen het kabeltraject varieert van minder dan 10 mg/l ter hoogte van Alpha tot meer dan 150 mg/l in de kustnabije zone waar een turbiditeitsmaximum voorkomt (Fettweis et al., 2010).

0.3.1.1.3 Autonome ontwikkeling

De klimaatverandering zal zorgen voor veranderingen in de stromingskarakteristieken op het BDNZ (Van den Eynde *et al.*, 2009) en in de chemische eigenschappen van het zeewater. Zelfs op de termijn van de exploitatie periode zullen al veranderingen merkbaar zijn. Zo wordt bijvoorbeeld een algemene zeespiegelstijging ten gevolge van het broeikaseffect verwacht van 1 m tegen 2100 (Reid *et al.*, 2011).

Een toename van extreme stormen zou zeer zeker een invloed hebben op de sedimentdynamiek aangezien sedimenttransport in grote mate plaatsvindt tijdens extreme hydraulische condities. Echter, analyses uitgevoerd door Van den Eynde *et al.* (2012) toonden geen significante toename in het voorkomen van extreme windsnelheden. Ook een toename in golfhoogte, het aantal stormen en de stormintensiteit is nog onzeker voor de Belgische kustwateren.

Verder kan verwacht worden dat de antropogene invloed op de waterkwaliteit in het mariene milieu verder zal dalen. Bijvoorbeeld zouden de concentraties aan TBT, zware metalen, nutriëntentoevoer via rivier, etc. een positieve dalende trend moeten tonen in de toekomst.

Er wordt niet verwacht dat de bouw en exploitatie van windmolenparken in de buurt op de Thorntonbank, de Lodewijkbank, de Blighbank en de tussenliggende geulen een invloed zal hebben op de hydrodynamische karakteristieken, de bodemgesteldheid of de waterkwaliteit van de hier beschouwde projectzone en het kabeltraject. Ook vanuit andere socio-economische actoren actief in het BDNZ wordt er geen impact verwacht de volgende jaren op de geologische, morfologische of watergebonden aspecten binnen het Alpha projectgebied en langsheen het kabeltraject.

In het kader van de sedimenttransport modelleerstudie in bijlage (IMDC, 2013a), werd de locale natuurlijke morfologische evolutie in het projectgebied Alpha na 25 jaar getijdenwerking gemodelleerd. De resultaten tonen aan dat ter hoogte van het Alpha-eiland op de Lodewijkbank er zich geen uitgesproken morfologische veranderingen voordoen over die

periode. Zelfs in geval van een 5-jarige storm, zijn de effecten na 5 jaar getijdenwerking volledig verdwenen.

0.3.1.2 Beschrijving en beoordeling van de milieueffecten

0.3.1.2.1 Effecten op de bodem

Constructiefase Alpha

Het MER-ontwerp van het Alpha-eiland is een cirkelvormig eiland, bestaande uit een basis van zand (een zandpannenkoek) met een oppervlakte van ca. 467.600 m² en diameter 812 m. Daarboven komt een bovenbouw met zeewering uit breuksteen en een kern uit fijner materiaal. De bovenbouw strekt zich uit van ca. -12,5 m LAT tot +12 m LAT. Op -12,5 m LAT heeft het eiland een oppervlakte van ca. 154.580 m² en diameter van 444 m.

De benodigde hoeveelheid zand voor dit MER-ontwerp is ongeveer 5 miljoen m³. Rekening houdend met baggerverliezen van ca. 30% na dumpen (Van den Eynde *et al.,* 2010), zal ongeveer 7 miljoen m³ zand nodig zijn dat zal ontgonnen worden op de Blighbank, op ongeveer 5 km van de eilandlocatie. Voor de impact van de zandextractie op de Blighbank zal een specifiek MER geschreven worden.

Invloed op geologie

Het enige geologische effect is dat de ondergrond onder en in de onmiddellijke omgeving van het eiland gecompacteerd (verdicht) wordt. Dit effect wordt als verwaarloosbaar beoordeeld (0/-).

Invloed op morfologie

De natuurlijke morfologie van de Lodewijkbank zal over een oppervlakte van minstens 47 ha veranderen. Waar nu de zandduinen gemiddeld 5 m tot maximaal 7 m hoog zijn en de bathymetrie in het gebied tussen -17 m en -28 m LAT is, zullen na bouw van het eiland de duinen verdwenen zijn (opgenomen in de zandpannenkoek) en zal de locale bathymetrie boven het wateroppervlak uitsteken. Door deze veranderingen in morfologie zullen de locale stromingspatronen veranderen en kan lokaal scour optreden rond het eiland. Dit fenomeen wordt verder besproken (operationele fase) en zal in een gedetailleerde monitoring verder worden opgevolgd.

Het effect heeft een permanent karakter maar is aanvaardbaar wegens de beperkte schaal (projectgebied) en wordt als matig negatief beoordeeld (-).

Invloed op korrelgrootteverdeling en sedimenttransport

De natuurlijke korrelgrootteverdeling zal over een oppervlakte van minstens 47 ha beïnvloed worden door het bouwen van de zandpannenkoek en het aanbrengen van breuksteen op de bovenbouw. De huidige korrelgrootte aan het zeebodemoppervlak is 300-400 µm. Het zand dat ontgonnen zal worden op de Blighbank voor de creatie van de zandpannenkoek is van dezelfde grootteorde, wat de impact zal verminderen.

Het aanbrengen van breuksteen met volumes van mogelijk meer dan 1 m³, als erosiebescherming zal echter lokaal de korrelgrootteverdeling beïnvloeden. Het aanbrengen van de erosiebescherming is enerzijds noodzakelijk voor de stabiliteit van de constructie en mitigeert anderzijds de effecten op de bodem van lokale erosie door de aanwezigheid van de eilandconstructie. Hoewel de erosiebescherming op zich een lokale heterogeniteit vormt t.o.v.

de zandige zeebodem, wordt het aanbrengen van de erosiebescherming beschouwd als een matig negatief effect voor het milieu wegens de beperkte schaal (projectgebied) (-).

Veranderingen in korrelgrootteverdeling zullen een invloed hebben op het natuurlijk sedimenttransport in het gebied. Dit wordt verderop besproken (operationele fase).

Het belangrijkste effect is echter het sedimentverlies dat door dumpen optreedt, bovenop de natuurlijke sedimenttransporten. Ongeveer 30% van het gebaggerde materiaal zal verloren gaan. Dit komt neer op verliezen van ca. 2 miljoen m³ sediment. Dit effect wordt als matig negatief beschouwd (-).

Invloed op bodemkwaliteit

De hypothetische kans op een accidentele lozing van verontreinigende stoffen in het water zal, gezien de heersende stromingscondities en het zandige karakter van de oppervlakkige bodemsedimenten geen aanleiding geven tot verontreiniging van de bodem (0).

Bij de aanleg van de erosiebescherming wordt breuksteen gebruikt. Bij het gebruik van geologisch zuivere materialen voor de erosiebescherming worden (vrijwel) geen effecten verwacht op de chemische bodemkwaliteit (0).

Operationele fase Alpha

Invloed op geologie

Tijdens de operationele fase treedt er een verdere verdichting op van de ondergrond. En tussentijdse bestorting met breuksteen op de erosiebeschermingsvlakken kan gebeurlijk de hoeveelheid geologisch vreemd materiaal doen toenemen. Dit effect wordt als verwaarloosbaar beoordeeld (0/-).

Invloed op morfologie en sedimenttransport

Om de invloed van het eiland op de morfologie en het sedimenttransport in te schatten werd een numerieke sedimenttransport modellering uitgevoerd (IMDC, 2013a in externe bijlage). Er werden verschillende scenario's doorgerekend waarbij de afmeting en oriëntatie van het eiland variëren (er werden bovendoen twee mogelijke eilandlocaties geëvalueerd, nl. Lodewijkbank en Blighbank):

- De impact van het eiland tijdens zomercondities (enkel getij) voor een springtij-doodtijcyclus
- De impact van het eiland tijdens wintercondities (getij plus 1-jarige of 5-jarige storm) voor een springtij-doodtij cyclus
- De impact van het eiland op lange termijn (1 jaar of 25 jaar getijdeninvloed)
- Herstel van morfologie na 1-jarige en 5-jarige storm

Voor details over de modelopzet en meer resultaten wordt verwezen naar het rapport in bijlage. Hieronder volgen de voornaamste conclusies.

Het residueel sedimenttransport neemt sterk toe in de nabijheid van het eiland, maar ook in het verlengde ervan, ter hoogte van de kam van de Lodewijkbank en naar het ZW, is het sedimenttransport toegenomen. In de nabijheid van het eiland resulteert dit in voornamelijk sedimentatie aan de lijzijde van het eiland (ten opzichte van de dominante stromingsrichting) en erosie waar de stroming rond het eiland beweegt waar ze geblokkeerd wordt. De patronen zijn gelijkaardig voor zomer en wintercondities. Bij wintercondities zijn de erosie en

sedimentatiezones wel uitgestrekter. De erosiezone (grootteorde 1 cm) ten westen van het eiland bereikt de SEA-ME-WE3 kabel.

Modelresultaten die de erosie/sedimentatiepatronen (ook de natuurlijke) tonen na telkens 5 jaar getijdenwerking, respectievelijk de eerste 5 jaar na bouw van het eiland, en de periode tussen 20 en 25 jaar na bouw van het eiland, tonen aan dat de morfologische evolutie vertraagt. Er treedt nog sedimentatie op in het verlengde van het eiland, maar de erosie is veel minder uitgesproken dan tijdens de eerste 5 jaar. Na 25 jaar heeft de sedimentatiezone zich uitgebreid tot de SeaStar concessiezone, de erosiezone heeft zich verder lateraal uitgebreid dwars op de dominante stromingsrichting, en reikt over een groot deel van de SEA-ME-WE3 kabel. De impact blijft echter beperkt tot een straal van 2 km rond het eiland. Deze morfologische veranderingen hebben zich vooral tijdens de eerste jaren na de bouw van het eiland voorgedaan. Het aanbrengen van erosiebescherming rond het eiland en ter hoogte van nabijgelegen kabels en pijpleidingen kan het blootleggen ervan voorkomen. Ook een natuurlijker helling aan de basis van het eiland in plaats van rechte wanden zoals hier gesimuleerd, zullen de uitschuring nabij het eiland verminderen.

Uit de modellering blijkt verder dat de lange-termijn morfodynamiek voornamelijk gedreven wordt door getijdenwerking en niet door stormwerking. Effecten na een 1-jarige of 5-jarige storm verdwijnen volledig.

De effecten van het eiland op de omliggende morfologie en het sedimenttransport heeft een permanent karakter maar is aanvaardbaar wegens de beperkte schaal en wordt als matig negatief beoordeeld (-).

Invloed op bodemkwaliteit

Net zoals bij de constructiefase, is er geen enkele aanleiding dat de operationele fase zal leiden tot verontreiniging van de bodem (effect = 0).

Ontmantelingsfase Alpha

Bij de volledige ontmanteling van het eiland zal de bovenbouw afgebroken worden. De kern van de bovenbouw, de zandpannenkoek en omliggende aanzanding zullen opnieuw weggebaggerd worden tot een vlak oppervlak. Mogelijk tot een hoogte gelijk aan de omliggende zandduinen. Daarvoor zal de breuksteen en de erosiebescherming op een deel van de zandpannenkoek verwijderd worden. Indien slechts een gedeelte ontmanteld wordt kan de erosiebescherming behouden blijven.

Indien de gedeeltelijke of volledige ontmanteling van de zeewering of zelfs het volledige eiland niet vereist is om nautische redenen, kan men zich de vraag stellen of ontmanteling wel de beste optie is. In vele gevallen is de erosiebescherming (of gedeeltes ervan) geëvolueerd naar een kunstmatig rif met waardevolle fauna en flora en is de ontmanteling een dure ingreep waarbij er zich opnieuw een impact op het milieu voordoet.

Invloed op geologie

Er worden geen bijkomende effecten verwacht op de geologie ten opzichte van de constructie- en operationele fase.

Het enige effect op de geologische bouw in de afbraakfase is het al dan niet weghalen van het erosiebeschermingsmateriaal. Bij het verwijderen ervan wordt de oorspronkelijke geologische bouw hersteld. Bij het behouden creëert het een blijvend geologisch artefact op het Belgische deel van de Noordzee.

Invloed op morfologie, korrelgrootteverdeling en sedimenttransport

Wanneer het eiland volledig wordt verwijderd zal de hydrodynamica en het sedimenttransport zich opnieuw herstellen, i.e. de stroming wordt niet meer omgeleid omheen een obstakel. Maar daar de oorspronkelijk morfologie van zandduinen niet zal gereconstrueerd worden tot zijn oorspronkelijke toestand, zal de hydrodynamica en het bijhorend sedimenttransport nog verschillen van de oorspronkelijke. Ook de erosieputten ontstaan in de buurt van het eiland zullen waarschijnlijk blijven bestaan. Uit literatuur blijkt dat putten redelijk stabiel zijn en zich niet snel natuurlijk herstellen (Van den Eynde *et al.*, 2010). Een ontginningsput van 5 m diep op de Kwintebank is sinds de sluiting van het extractiegebied in 2003 nog steeds niet hersteld. Er wordt voorgesteld deze op te vullen met zand van de zandpannenkoek of de omliggende aanzandingszones.

Na volledige verwijdering van het eiland zal de oorspronkelijke korrelgrootteverdeling weer dagzomen aan de zeebodem.

De keuze over het al dan niet verwijderen van de erosiebescherming zal op het einde van de explfoitatie bepaald worden. Indien de bescherming niet verwijderd wordt treden er tijdens de afbraakfase geen effecten meer op die zich niet al gemanifesteerd hebben tijdens de operationele fase.

Invloed op bodemkwaliteit

Net zoals bij de constructiefase en de productiefase, is er geen enkele aanleiding dat de ontmanteling zal leiden tot verontreiniging van de bodem (0).

Constructiefase kabeltraject

De effecten langsheen het kabeltraject zoals hieronder besproken, integreren onmiddellijk mee de B1 en B2 kabel, afkomstig van het Beta-platform. Strikt genomen zou hier onderscheid gemaakt moeten worden en verwezen worden naar het hoofdstuk cumulatieve effecten, aangezien de B1 en B2 kabel via een ander vergunningsproces overgenomen zouden worden van Norther, die ervoor al een milieuvergunning bekomen heeft. Echter, de kabels worden gelijktijdig en op eenzelfde manier als de andere kabels aangelegd en zullen tegen de contstructiefase allemaal tot ELIA behoren. Daarom is het aangewezen in dit hoofstuk al rekening te houden met het cumulatieve effect van de B1 en B2 kabel.

Voor het leggen van de kabels op de vereiste dieptes zal er per kabel een sleuf gebaggerd worden ('trenchen') met bodembreedte 5 m. Ter hoogte van Het Scheur zal dit per kabel een sleuf zijn van 10 m diep en 75-100 m breed aan het zeebodemoppervlak (6 kabels). Ter hoogte van de Westpit zijn dit twee keer drie sleuven van 3 m diep en 35 m aan het oppervlak. Voor de rest van het kabeltraject wordt gebaggerd tot een diepte van 1,5 m over een breedte van 20 m aan het oppervlak.

Het gebaggerde materiaal zal tijdelijk gestockeerd worden in een zone toegewezen door BMM. Na het kabelleggen zal het materiaal opnieuw opgepompt worden en gebruikt als 'backfill' (via pijpleiding). In Het Scheur is slechts 4 m kabelbedekking vereist, in de andere zones zal wel de volledige sleuf opnieuw opgevuld worden.

Voor elke kabeltrajectzone werden de gebaggerde volumes en benodigde volumes voor backfill voor alle aanwezige kabels berekend, rekeninghoudend met bagger- en dumpverliezen van 30% (Van den Eynde *et al.,* 2010).

Voor het leggen van het volledige kabeltraject zal ca. 11 miljoen m³ sediment gebaggerd worden. Uit eerdere ervaringen op het C-Power project worden bagger- en dumpverliezen

ingeschat van ca. 30% (voor zand), wat neerkomt op een verlies van ca. 3 miljoen m³ materiaal voor het gestockeerd wordt. Ondanks deze verliezen zal er toch voldoende materiaal op de tijdelijke stortzone achterblijven om de volledige backfill te kunnen voorzien, zelfs indien opnieuw rekening wordt gehouden met 30% verliezen. Dit is mogelijk omdat voor Het Scheur geen volledige backfill nodig is. Tussen het oppompen in de tijdelijke stortzone en de backfill zal opnieuw ca. 2 miljoen m³ materiaal verloren gaan, gerekend voor het hele kabeltraject. Er zal ongeveer 0,5 miljoen m³ materiaal in stortzone permanent gestockeerd blijven.

Invloed op geologie

Ter hoogte van Het Scheur zal de geologie verstoord worden tot een diepte van 10 m onder de zeebodem, maar elders langsheen het kabeltraject is de verstoringsdiepte slechts 1,5 m en 3 m ter hoogte van Westpit. Ter hoogte van de Lodewijkbank, de Thorntonbank, de Vlakte van de Raan en de kustnabije zone zal het Quartair verstoord worden. Waar zandduinen voorkomen wordt deze toplaag gemodelleerd onder de huidige hydrodynamische processen en is dus geologisch gezien van weinig belang. In de kustnabije zone echter kunnen oudere Holocene sedimenten verstoord worden, daterend van toen de kustlijn nog verder zeewaarts gelegen was (Mathys, 2009). In de geulen tussen de zandbanken, waar het Quartaire dek zeer dun is, zullen Tertiaire lagen doorsneden worden en gaat de continuïteit van de geologische lagen verloren.

Wegens de beperkte breedte van de sleuven wordt dit effect wordt als verwaarloosbaar beoordeeld (0/-).

Invloed op morfologie

Bij het baggeren van sleuven tot een diepte van 1,5 m onder de bodem, worden de bestaande grote morfologische structuren, zoals grote en zeer grote duinen gevolgd. Medium en kleine zandduinen zullen echter verdwijnen. Mogelijk zullen de duinen zich natuurlijk herstellen indien voldoende sediment voorhanden is. In Het Scheur is slechts 4 m bedekking van de kabels vereist waardoor sleuven tot 6 m onder de oorspronkelijke zeebodem zullen blijven bestaan. Het Scheur geldt echter als een sterk antropogeen beïnvloede zone waar regelmatig gebaggerd wordt, en wordt niet als natuurlijk beschouwd. Met het niet volledig opvullen van de gecreëerde sleuven wordt tegemoetgekomen aan de toekomstige verdieping van Het Scheur.

Wegens mogelijk herstel van de morfologie en de beperkte breedte van de sleuven wordt dit effect wordt als verwaarloosbaar beoordeeld (0/-).

Invloed op korrelgrootteverdeling

Over de volledige oppervlakte van de sleuven zal de korrelgrootte veranderen door backfill met zonevreemd, gemengd materiaal. Bovendien zal door het proces van baggeren en dumpen een deel van de fijne bijmenging verdwenen zijn.

Waar het kabeltraject de Thorntonbank de Vlakte van de Raan, de Wandelaar en kustnabije zone kruist bestaat het overgrote deel van het gebaggerde materiaal uit zand. Ook in Het Scheur, waar de grootste hoeveelheid materiaal gebaggerd zal worden is het voornaamste aandeel zand. In de tussenliggende geulen echter bevindt zich meestal een dunne grove zandlaag met grind (< 1m dik) bovenop Tertiaire klei of Tertiair zand. Een grove inschatting is dat ca. 70% van het totale gebaggerde materiaal uit zand zal bestaan en de overige 30% uit grof materiaal en klei. Het backfill materiaal zal bestaan uit een mengeling van bovenstaande beschreven sedimenten. Een ‘cable burial assessment’ studie zal meer detail geven over de

verwachte volumes klei en zand. Op basis daarvan zal de overheid geen geschikte dumpzone aanduiden voor de tijdelijke stockage.

Wegens de beperkte breedte van de sleuven wordt dit effect wordt als verwaarloosbaar beoordeeld (0/-).

Invloed op sedimenttransport

Een belangrijk effect is het sedimenttransport (door bagger- en dumpverliezen) dat ontstaat bij het baggeren en dumpen. Drie miljoen m³ zal verdwijnen tijdens het proces van trenchen en dumpen en tijdens de backfill zal opnieuw 2 miljoen m³ sediment weg getransporteerd worden. De uitvoering van het kabelleggen zal dus een exces sedimenttransport van 5 miljoen veroorzaken bovenop het natuurlijke. Merk op dat de verwachte 30% baggerverliezen een inschatting is op basis van waarnemingen in een zandig gebied (Van den Eynde, 2010). De Tertiaire lagen bestaan uit klei of kleihoudende zanden wat zou kunnen leiden tot een verhoogd sedimenttransport en verhoogde turbiditeit in de waterkolom. Deze lagen zijn echter gecompacteerd, dus de invloed zal eerder beperkt zijn (BMM, 2011).

Er wordt verder verwezen naar de discipline 'Water' voor wat betreft de turbiditeit die optreedt bij het baggeren.

Deze impact wordt als matig negatief beschouwd (-).

Operationele fase kabeltraject

Invloed op geologie en morfologie

Kabels in de ondergrond zijn een geologisch vreemd materiaal. Wegens de geringe diepte en omvang wordt dit als verwaarloosbaar beschouwd (0/-).

De invloed van de kabels op de globale morfodynamiek is, gezien hun afmetingen en gezien de geringe kans dat de kabels aan het oppervlak komen te liggen, verwaarloosbaar. Zelfs bij occasionele blootstelling of zelfs bij het vormen van zogenaamde 'free spans', waarbij een kabel over een bepaalde afstand vrij van de bodem ligt tussen twee duintoppen, is het effect op de zeebodemmorfologie verwaarloosbaar (0/-).

De kabels worden voldoende diep gelegd zodat de kans dat een kabel bloot komt te liggen, vrij gering is. Schade aan kabels door ankers t.h.v. vaargeulen zal worden vermeden door het leggen van de kabel in de vaargeul op een gepaste diepte. Een mogelijk effect door lokale erosie waarbij de kabels als obstructie op de zeebodem optreden, wordt daarom als gering negatief (0/-) beoordeeld.

Hier bestaat één uitzondering op nl. het overkruisen van andere (pijp)leidingen of kabels. In dit geval wordt de kabel ter hoogte van de kruising niet in een sleuf gelegd maar gewoon aan de oppervlakte over een beschermingsmat over de leiding heen. Deze wordt ook zelf bedekt door een beschermingsmat en eventueel erosiebescherming. De kabel vormt op die manier een lokale verhoging in de morfologie.

Invloed op bodemkwaliteit

De aanwezigheid van de kabel in de bodem zal voor een beperkte opwarming zorgen van de omringende bodem door energieverlies. Wegens de diepteligging van de kabels, zal dit voor een beperkte en zeer lokale opwarming zorgen van de zeebodem aan het oppervlak, die niet altijd te onderscheiden is van de natuurlijke fluctuaties in de omgeving (BERR, 2008). De aanwezigheid van de kabel heeft een verwaarloosbare impact op de temperatuur van de bodem (0/-).

Ontmantelingsfase kabeltraject

De keuze over het al dan niet verwijderen van de kabels zal later bepaald worden. Indien de kabels verwijderd worden, zullen ze waarschijnlijk vrij gemaakt worden door middel van jetten en niet door middel van baggeren. Er treden dan niet-significante effecten op die kleiner zijn dan de effecten die optreden tijdens de constructiefase. Indien de kabels niet verwijderd worden, treden er geen effecten op.

0.3.1.2.2 Effecten op water

Constructiefase Alpha

Invloed op waterkwaliteit

Bij het dumpen van het sediment voor de zandpannenkoek en kern van de bovenbouw kunnen zware metalen en organisch materiaal vrijkomen uit het sediment. Gezien er voornamelijk grovere sedimenten aangebracht worden met een laag percentage aan fijn materiaal en lage concentraties aan zware metalen en organisch materiaal, kan dit als een niet-significant effect beschouwd worden (0/-).

De aangroeiwerende verf die wordt aangebracht op de schepen gebruikt tijdens de inrichtingsfase is TBT- vrij. Het is immers sinds1 januari 2003 wereldwijd verboden om TBT nog op schepen te gebruiken en sinds 1 januari 2008 moest alle TBT van de scheepsrompen verwijderd zijn. Op temperatuur, opgeloste zuurstof, saliniteit wordt geen invloed verwacht.

Invloed op turbiditeit

Tijdens de constructie van het eiland zal een lokale verhoging van de turbiditeit kunnen vastgesteld worden bij het creëren van de zandpannenkoek en de het opspuiten van de kern van de bovenbouw.

In het kader van dit project werd bijkomend een numerieke pluimmodelleringsstudie uitgevoerd om expliciet de turbiditeitsvariatie tijdens het dumpen op de Alpha-eilandlocatie te begroten (IMDC, 2013b, externe bijlage). Er werd 42u of 27 cycli van continue baggeren (op de Blighbank) en dumpen (op de Lodewijkbank) gemodelleerd voor twee types scheepsmateriaal, 1 TSHD van 10.000 m³ of 2 TSHD van elk 5.000 m³. De afstand tussen de twee locaties is ca. 5 km. De totale hoeveelheid in-situ gebaggerd materiaal over deze periode is 180.000 m³. De simulaties werden uitgevoerd tijdens een springtij om de worst-case effecten te benaderen.

De modelresultaten tonen dat de achtergrondwaarde in de regio van 4 mg/l (Van den Eynde, 2010) niet langer dan 8,7u (20% van de tijd) overschreden wordt voor de gemodelleerde periode voor het scenario met 1 TSHD van 10.000 m³ (Scenario 1). Voor scenario 2 (2 TSHD van 5.000 m³), waarbij frequenter gebaggerd en gedumpt wordt, wordt de achtergrondwaarde van 4 mg/l niet langer dan 30% van de tijd overschreden (13,2u). Het is vooral de baggeractiviteit die de hoogste turbiditeit veroorzaakt. In Scenario 2 is deze baggerpluim hoger in concentratie maar kleiner in omvang. De pluimcontour is maximaal 1.300 m lang en beweegt over een afstand van maximaal 2,5 km.

De constructie van het eiland zal een lokale en tijdelijke verhoging van de turbiditeit veroorzaken met, in vergelijking met turbiditeitsconcentraties die van nature optreden tijdens stormen, een gering negatief effect (0/-).

Operationele fase Alpha

Invloed op Hydrodynamica

In IMDC (2013a, externe bijlage) wordt uitvoering ingegaan op de invloed van het Alpha-eiland op de stroming. Er werden verschillende scenario's doorgerekend waarbij de afmeting en oriëntatie van het eiland variëren (er werden bovendoen twee mogelijke eilandlocaties geëvalueerd, nl. Lodewijkbank en Blighbank).

De impact op de stromingsellipsen (gemiddeld over een springtij-doodtij cyclus) en het residueel watertransport is beperkt tot een zone nabij het artificieel eiland en uitgestrekt in de richting van de dominante vloedstroming, zowel voor de zomer als voor de wintercondities (met 1-jarige storm). Het verschil tussen winter en zomercondities is miniem. De grootte van het eiland bepaalt sterk de uitgestrektheid van de invloedzone, en ook de oriëntatie speelt een belangrijke rol.

De effecten van het eiland op de hydrodynamica heeft een permanent karakter maar is aanvaardbaar wegens de beperkte schaal en wordt als matig negatief beoordeeld (-).

Invloed op waterkwaliteit

Er is geen lange-termijn effect op de waterkwaliteit te verwachten (0). De kans op een accidentele lozing vanuit het OHVS, gesitueerd bovenop het eiland omringd door een dijk, wordt als zeer gering beschouwd.

Invloed op turbiditeit

Een niet-significante lokale turbiditeit kan optreden vlakbij de rand van de erosiebescherming door het opwoelen van zand waar 'scour' optreedt. Het wordt beschouwd als een verwaarloosbaar effect (0/-) tijdens de operationele fase.

Ontmantelingsfase Alpha

De effecten tijdens de ontmantelingsfase (die bestaat uit het verwijderen van de bovenbouw, de zandpannenkoek en het verwijderen van de erosiebescherming) zullen gelijkaardig zijn als in de inrichtingsfase.

Constructiefase kabeltraject

Invloed op hydrodynamica

Tijdens de plaatsing van de kabels treden geen effecten op de hydrodynamica op. De ondergronds geplaatste kabels hebben evenmin tijdens de fase een invloed op de stroming.

Invloed op waterkwaliteit

Bij baggeren voor de plaatsing van de kabel kunnen zware metalen vrijkomen uit het sediment. Er wordt aangenomen dat enkel de bovenste laag van de zeebodem zware metalen bevat (Phua *et al.*, 2004). In de kustnabije zone waar slib voorkomt aan de zeebodem kunnen de concentraties aan zware metalen groter zijn dan verder offshore waar er voornamelijk grovere sedimenten verwijderd worden met een laag percentage aan fijn materiaal en lage concentraties aan zware metalen. Het effect wordt als niet-significant beschouwd worden (0/-).

Invloed op turbiditeit

De kabels buiten de vaargeul en de Westpit zullen in een voorgebaggerde sleuf geplaatst worden op minimaal 1,5 m onder de zeebodem. In de Westpit is dit op 3 m onder de

zeebodem. In de vaargeul zal minstens tot -26,5 m LAT gebaggerd worden om de voorgeschreven diepteligging maximaal te garanderen.

Het aanleggen van deze kabels zal een tijdelijke verhoging van de turbiditeit veroorzaken. In zones waar voornamelijk zand wordt opgewoeld, zal de straal waarbinnen het sediment terug bezinkt vrij gering zal zijn. Langsheen kabeltrajectzones Westpit, Beta-Westpit en tussen de Thorntonbank en Westpit is de Quartaire deklaag behoorlijk dun en kan door baggeren het Tertiair substraat aan het oppervlak komen. De Tertiaire lagen bestaan uit klei of kleihoudende zanden wat zou kunnen leiden tot een verhoogd sediment transport en verhoogde turbiditeit in de waterkolom. Deze lagen zijn echter gecompacteerd, dus de invloed zal eerder beperkt zijn op korte termijn (BMM, 2011).

In de kustnabije zone Scheur-kust echter, komen slib en niet-gecompacteerde Holocene kleien voor in de bodem waardoor nieuw fijn tot gemiddeld korrelig sediment in suspensie zal gebracht worden. Aangezien dit tevens de zone is waar van nature een hoger turbiditeitsmaximum heerst, is de impact van de werken verwaarloosbaar (0/-).

Gezien de geringe dimensies van de kabelsleuven en het niet-permanent karakter en in vergelijking met natuurlijke dynamiek wordt de aanleg van de kabels als een proces beschouwd met een verwaarloosbare impact op de turbiditeit (0/-). Er wordt geen langere termijneffect verwacht.

Operationele fase

Invloed op waterkwaliteit

In principe zal de coating van een onderwaterkabel – indien in permanent contact met zeewater - na verloop van tijd verslijten tengevolge van de veranderende temperatuur, golfwerking, enz. (OSPAR, 2008b). De bedekking van de kabel wordt echter periodiek gecontroleerd zodat de kans op direct contact van kabel met zeewater bijzonder gering is.

Deze potentiële invloed wordt als verwaarloosbaar gecatalogeerd (0/-).

Invloed op turbiditeit

Tijdens de operationele fase hebben ondergrondse kabels geen invloed op de turbiditeit. Enkel indien de kabel na verloop van tijd zou vrijkomen op een bepaalde plaats, kan lokaal een tijdelijke verhoging van de turbiditeit optreden bij het opnieuw begraven van de kabel.

Ontmantelingsfase

Invloed op waterkwaliteit

Omdat de kabel na de exploitatieperiode normaliter verwijderd wordt en de vrijgestelde concentraties aan bijvoorbeeld zware metalen bijzonder gering zijn, wordt deze potentiële invloed als verwaarloosbaar gecatalogeerd (0/-).

Invloed op turbiditeit

De effecten tijdens de ontmantelingsfase (die bestaat uit het vrij jetten van de kabels waarna ze verwijderd worden) zullen kleiner zijn dan in de inrichtingsfase.

0.3.1.3 Milderende maatregelen

Er moet aandacht geschonken worden aan een goede afstemming in de tijd tussen het creëren van de zandpannenkoek en de bovenbouw en het aanbrengen van de erosiebescherming en breuksteen. Dit voorkomt immers erosie en leidt tot een minimaal

gebruik van steenbestorting. Een goede afstemming van de deeltrajecten trenchen-kabelleggen-backfill is een vereiste bij het tussentijds stockeren van zand, dit om diverse verliezen en daar bijhorende turbiditeitsvariatie zo veel mogelijk te beperken.

Op het kabeltracé moet bij overkruisingen van andere leidingen, waarbij de minimale begravingsdiepte niet kan behaald worden, een extra bescherming aangebracht worden. Dit kan geschieden met dezelfde breuksteen die aangewend wordt voor de erosiebescherming van het eiland en/of met betonnen beschermingsmatrassen. Een geschikt ontwerp – gebeurlijk in combinatie met een gepaste monitoring - verzekert de morfodynamische stabiliteit van deze extra bescherming.

Als onderdeel van het globale veiligheidsysteem, dient er een duidelijke procedure beschikbaar te zijn die beschrijft op welke manier en door wie acties worden ondernomen op het moment dat er tijdens de inrichting, operationele fase of ontmanteling een calamiteit ontstaat met nadelige gevolgen voor de waterkwaliteit (vb. olielek door aanvaring eiland).

0.3.2 Klimaat en Atmosfeer

0.3.2.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling

België kent over het algemeen een gematigd zeeklimaat met vrij veel regen en wind, en kleine temperatuursvariaties tussen de verschillende seizoenen. De klimaatskarakteristieken die heersen aan land gelden in grote mate ook voor het klimaat ter hoogte van het projectgebied. Op zee is er echter gemiddeld een meer constant windklimaat en een hogere windsnelheid.

Uit gegevens van de VMM meetstations voor de luchtkwaliteit blijkt dat voor de relevante parameters (SO_2, NO_x, stof, ozon en CO) ruim aan de luchtkwaliteitdoelstellingen wordt voldaan en er bijgevolg voldoende draagkracht is om het effect van bijkomende emissies op te vangen.

Wat betreft de luchtkwaliteit, kan gesteld worden dat de emissies, die een gevolg zijn van het materiaalgebruik, de constructie en ontmanteling van het BOG niet zullen plaatsvinden bij een autonome ontwikkeling. Bijgevolg zal er geen tijdelijke beïnvloeding zijn van de lokale luchtkwaliteit. Daarentegen zullen de potentieel vermeden emissies die de elektriciteitsproductie door het windmolenpark zou opleveren, wel gerealiseerd worden en zal de CO_2-concentratie in de atmosfeer zonder verregaande reductiemaatregelen verder toenemen.

0.3.2.2 Beschrijving en beoordeling van de milieueffecten

0.3.2.2.1 Klimaat

Er worden geen veranderingen verwacht met betrekking tot het globale of lokale windklimaat. Enkel de kabels kunnen een effect hebben op het lokale temperatuursklimaat door het omzetten van kleine energieverliezen in warmte. Het type kabel (gelijkstroom of wisselstroom, mono- of bipolair, gebundeld of niet gebundeld, type isolatiemateriaal, diepte waarop de kabel wordt gelegd), het aantal kV en de karakteristieken van de omgeving (thermische conductiviteit en weerstand) bepalen de hoeveelheid warmte die vrijkomt (Merck, 2009). Merck (2009) geeft hierbij aan dat warmteverlies groter is bij wisselspanning (zoals de kabels van het BOG) dan bij gelijkspanning. Wegens de diepteligging van de kabels, zal dit voor een

beperkte en zeer lokale opwarming zorgen van de zeebodem aan het oppervlak, die niet altijd te onderscheiden is van de natuurlijke fluctuaties in de omgeving (BERR, 2008).

Aangezien de warmte-productie door de ingegraven kabels hier eerder gering is en de effecten zeer lokaal zijn, wordt het effect van opwarming als gering negatief (0/-) beoordeeld.

0.3.2.2.2 Atmosfeer

Constructiefase

De constructiefase omvat niet enkel de eigenlijke bouw, maar begint al bij de winning van de grondstoffen die noodzakelijk zijn voor de aanleg van het eiland, de productie van de verschillende onderdelen van de infrastructuur en de kabels. Deze fase omvat ook de productie van de onderdelen, de eventuele premontage van onderdelen in een nabijgelegen haven, het transport naar het projectgebied en de eigenlijke constructie van het BOG.

De energieconsumptie tijdens de transport- en bouwfase wordt uiteraard mee bepaald door het aantal scheepsbewegingen dat noodzakelijk is voor de aanvoer van zand en stortstenen en het transport van de verschillende onderdelen naar het projectgebied.

Het Kanaal behoort tot de drukst bevaren scheepvaartroutes en er wordt dan ook verwacht dat de emissies van vaartuigen bij de constructie van het windmolenpark slechts een beperkte invloed (0/-) zullen hebben op de lokale luchtkwaliteit.

Operationele fase

Tijdens de exploitatiefase zal er een beperkt energieverbruik zijn voor inspectie en onderhoud van het BOG. De impact op de atmosfeer kan als onbestaand worden geacht (0).

Ontmantelingsfase

De impact op de luchtkwaliteit als gevolg van emissies van vaartuigen die worden ingezet bij de ontmanteling is - zoals in de constructiefase – lokaal, beperkt in de tijd en zeer beperkt in vergelijking met de totale emissies door scheepvaart in het Kanaal, zodat de negatieve impact op de luchtkwaliteit gering is (0/-). Bovendien kan worden aangenomen dat de transportemissies tijdens de afbraakfase per transporteenheid lager zullen zijn dan bij de aanlegfase, daar de emissiefactoren van transportschepen binnen zowat 20 à 25 jaar aanzienlijk lager zullen liggen dan momenteel het geval is.

0.3.2.3 Milderende maatregelen

Aangezien noch voor de discipline atmosfeer, noch voor de discipline klimaat relevante effecten verwacht worden, dringen mitigerende maatregelen en compensaties met betrekking tot deze disciplines zich niet op.

0.3.3 Geluid en trillingen

0.3.3.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling

Zowel op zee (offshore), als aan de kustzijde (onshore), is het lawaai van de golven bepalend voor het achtergrondgeluidsniveau boven water. Tijdens een stille zee worden de laagste geluidsniveaus verwacht met een achtergrondgeluidsniveau van ca. 45 dB(A) op zee en ca. 35 à 40 dB(A) tijdens de nachtperiode aan de kustzijde. Bij zwaardere zee kunnen zich hier bovenop geluidsverhogingen van meer dan 10 dB(A) voordoen. Op 25 m van de kustlijn ligt het achtergrondgeluidsniveau tussen 50 tot 65 dB(A). Bovendien is het geluidsniveau

afhankelijk van de windrichting en de windsnelheid. De hoogste geluidsniveaus worden waargenomen bij wind vanuit de zee, en bij toenemende windsnelheden.

Onder water wordt het omgevingsgeluid bepaald door enerzijds natuurlijke geluiden anderzijds door antropogene geluiden. Bij gunstige weersomstandigheden (2-3 Beaufort, zeegang 1-2, kabbelende tot licht golvende zee) werd aan de Thorntonbank een natuurlijk achtergrondgeluidsniveau van ongeveer 95 tot 100 dB (re 1µPa) opgemeten in het frequentiegebied van 10 tot 2.000 Hz. Bij minder gunstige weersomstandigheden (3-4 Beaufort, zeegang 2-3, licht golvende tot golvende zee) steeg het laagfrequent ruisniveau tot 130 dB. In de zomerperiode kan het achtergrondgeluidsniveau bovendien met 7 dB toenemen. Voorbijvarende schepen kunnen voor een tijdelijke verhoging zorgen van het achtergrondgeluidsniveau (tot +10 dB op het max. achtergrondgeluidsniveau) in hetzelfde frequentiegebied.

Op het gebied van geluid en trillingen is er globaal gezien geen significante verandering te verwachten bij de autonome ontwikkeling van het gebied. Het onderwatergeluid zal weinig evolueren doordat er geen toename van de scheepvaart verwacht wordt in het projectgebied.

0.3.3.2 Beschrijving en beoordeling van de milieueffecten

0.3.3.2.1 Constructiefase

Als er hei-activiteiten zouden plaatsvinden, zal het gaan om activiteiten die enerzijds heel beperkt zijn in duur en anderzijds om palen met een beperkte diameter (max. 60-tal cm). De impact van heien voor het BOG zal dus veel beperkter zijn dan voor het heien van windturbinefunderingen. Het effect van zal bijgevolg verwaarloosbaar zijn (0/-).

Boven water zal het effect van heien eveneens heel gering negatief zijn (0/-). Het geluid van de constructieactiviteiten voor het Alpha-eiland draagt hoe dan ook niet tot de kust.

Tijdens baggerwerken kunnen globaal gezien 3 categorieën van geluidbronnen worden onderscheiden: het baggeren op zich, transport van baggerschepen en het storten van materiaal. Bovendien produceren ook verschillende onderdelen van een baggerschip geluid, zoals lieren, generatoren en hydraulische werktuigen (Woda, 2013).

Het geluidsniveau tijdens het baggeren is sterk afhankelijk van de bodemkarakteristieken. Het baggerschip zal meer kracht moeten gebruiken om harde en samengedrukte sedimenten te kunnen losmaken. In dit project wordt er echter gewerkt met zandig materiaal, wat minder energie vereist en bijgevolg ook een lager geluidsniveau zal produceren.

Tengevolge van de bekabeling wordt een tijdelijke verhoging van het geluid verwacht zowel boven als onder water. Deze toename is slechts van één schip afkomstig, zal over een korte tijd waargenomen worden en zich daarenboven verplaatsen in functie van de ligging van het schip.

Op basis van bovenstaande informatie kan besloten worden dat baggeren, in vergelijking met andere activiteiten die geluid produceren onder water, vrij lage geluidniveaus veroorzaakt. De verhoging van onder- en bovenwatergeluid zal dus een verwaarloosbaar effect hebben t.o.v. de dagelijkse geluidsimmissie door de scheepvaart op de Noordzee (0/-).

0.3.3.2.2 Operationele fase

Tijdens de operationele fase wordt er één relevante geluidsbron geïdentificeerd: het OHVS op het Alpha-eiland, meer bepaald de transformatoren en reactanties:

- Het geluidsvermogensniveau van de transformatoren is maximaal 94 dBA/stuk (aanname LwA in dB(A) re 1 pW, inclusief tonale correcties en marge).
- Het geluidsvermogensniveau van de reactanties is maximaal 97 dBA/stuk (aanname LwA in dB(A) re 1 pW, inclusief tonale correcties en marge).

Op deze manier bedraagt het totaal bronvermogen voor het OHVS een maximaal geluidsniveau van 105 dB(A). Uit de worst-case benadering qua lay-out van het eiland blijkt dat op ca. 250 m van het eiland het achtergrondgeluid even sterk is als het geluid van het OHVS op dat op die afstand waargenomen kan worden. Hoewel de resultaten afhankelijk zijn van onder meer de windrichting en de zeegang, kunnen we concluderen dat het geluid gecreëerd op het Alpha-eiland in principe niet meer waargenomen kan worden op meer dan een halve kilometer ervandaan.

0.3.3.2.3 Ontmantelingsfase

Tijdens de ontmantelingsfase zijn schepen de enige relevante geluidsbron, met een gelijkaardige impact als bij de constructiefase. Zo zullen een gelijkaardig aantal scheepsbewegingen met baggerschepen plaatsvinden voor de afbraak van het zandig deel van het eiland. Er zullen containerschepen nodig zijn om hard substraat (breuksteen, acropods) af te voeren naar land en er zal een schip de verschillende kabels ophalen.

Het heien van palen zal wellicht niet gebeuren tijdens de ontmantelingsfase.

De geluidshinder op het milieu kan bijgevolg voor de ontmantelingsfase als minimaal beschouwd worden, zowel boven als onder water.

0.3.3.2.4 Bekabeling

Tengevolge van de bekabeling wordt een tijdelijke verhoging van het geluid verwacht zowel boven als onder water. Deze toename is slechts van één schip afkomstig, zal bovendien over een korte tijd waargenomen worden en zich daarenboven verplaatsen in functie van de ligging van het schip. De verhoging van onder- en bovenwatergeluid zal een verwaarloosbaar effect hebben t.o.v. de dagelijkse geluidsimmissie door de scheepvaart op de Noordzee.

0.3.3.3 Milderende maatregelen

Er dienen in principe geen milderende maatregelen genomen te worden, behalve indien er toch gedurende een langere periode een relatief belangrijke hei-activiteit zou plaatsvinden tijdens de constructie van het BOG.

Deze worden meer in detail besproken in het hoofdstuk ‘Fauna, flora en biodiversiteit’.

Het aantal waarnemers op zee (offshore) die het geluid van de windturbines frequent zullen waarnemen is zodanig beperkt, dat het evenmin nuttig is om milderende maatregelen voor te stellen voor het bovenwatergeluid.

0.3.4 Fauna, flora en biodiversiteit

Het onderdeel fauna en flora behandelt vier verschillende groepen organismen, namelijk het benthos (macro- en epibenthos), vissen, vogels en zeezoogdieren. Aangezien harde substraten een nieuw habitat vormen met een specifieke fauna en flora, wordt deze besproken als een additionele vijfde groep.

0.3.4.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling

0.3.4.1.1 Benthos en vissen

Mariene bodemdieren (of benthos) spelen een belangrijke rol in het voedselweb. Het benthos wordt hier verder opgesplitst in macrobenthos, zijnde organismen >1 mm die in de bodem leven; en epibenthos, organismen die op de bodem leven. Ze vormen de prooi voor talrijke andere organismen zoals demersale vissen. Daarnaast vormen ze een belangrijke bijdrage tot de productiviteit en de biodiversiteit van de zee, en zijn als dusdanig een belangrijke indicator voor de gezondheid van het marien milieu. De studie van de vissen legt de nadruk op de demersale vissen. Deze groep van vissen zal namelijk het meeste rechtstreekse hinder ondervinden van de geplande activiteiten.

De beschrijving van de referentiesituatie en de effecten op het bentos en de vissen is voornamelijk gebaseerd op studies uitgevoerd in het kader van het C-Power en Belwind project naar de referentietoestand en monitoringsresultaten van de windmolenparken op de Thorntonbank en Blighbank (De Maersschalck *et al.*, 2006; Reubens *et al.*, 2009a, 2011; Vandendriesschie *et al.*, 2009, 2011, 2012; Coates & Vincx, 2010; Derweduwen *et al.*, 2010; Coates *et al.*, 2011, 2012). Vervolgens is een beroep gedaan op andere recente studies (incl. monitoringsrapporten) die data van verschillende onderzoeksprojecten gecompileerd hebben om te komen tot een gebiedsdekkende beschrijving van de benthosgemeenschappen op het BDNZ.

Langsheen de onshore-offshore gradiënt van het BDNZ kunnen vier algemeen voorkomende macrobenthische gemeenschappen worden onderscheiden. Daartussenin worden nog zes overgangsgemeenschappen gedefinieerd. Deze gemeenschappen worden elk gekenmerkt door karakteristieke soorten, diversiteit en dichtheid, en worden elk in een specifieke en goedgedefinieerde omgeving waargenomen. Op basis van het habitatgeschiktheidsmodel van Degrear *et al.* (2008) blijkt dat het Alpha projectgebied voornamelijk geschikt is voor de armere *N. cirrosa* en *O. limacina* gemeenschappen, en in beperkte mate voor de rijke *A. alba* gemeenschap. Gezien de lengte van de kabeltracés, doorkuisen de kabels zowat alle types van macrobenthische gemeenschappen. Aangezien deze voorspellingen gebaseerd zijn op een model, kan de effectieve verspreiding van de gemeenschappen niet met zekerheid worden weergegeven.

Volgens de biologische waarderingskaart wordt het Alpha projectgebied gekenmerkt door zowel een gemiddelde biologische waarde voor het macrobenthos (Derous *et al.*, 2007). De kabeltracés lopen echter ook door gebieden die biologisch zeer waardevol zijn. De Lodewijkbank komt in aanmerking als potentieel habitatrichtlijngebied, op basis van de biologische waarde en densiteit van het *N. cirrosa* biotoop (Degraer *et al.*, 2009). Voor de vorming van *Lanice conchilega* aggregaties is het projectgebied slechts in beperkte mate geschikt.

Alle analyses betreffende de soortensamenstelling, densiteit, biomassa, diversiteit en lengte frequentie van het epibenthos toonden een duidelijk verschil aan tussen de zandbankstations en de geulstations op de Blighbank en de Thorntonbank, waarbij hogere (tot zes keer hoger) densiteiten werden genoteerd in de geulen. Stalen uit geulen vertoonden echter wel een grotere onderlinge variatie dan zandbankstalen. De aangetoonde seizoenale, interannuele en ruimtelijke variatie was vooral het gevolg van wisselende proporties van een aantal algemene epibenthische soorten zoals de Grijze garnaal, twee soorten slangsterren, Heremietkreeft, Zwemkrab, Sepiola en Dwergpijlinktvis. De aanpalende geulen zijn dus in het algemeen diverser en rijker dan de zandbanken zelf, maar in vergelijking met de rijkere kustgebieden blijft het projectgebied toch van minder ecologisch belang.

Dezelfde redenering is geldig voor de demersale vissen, de geulen zijn diverser en rijker dan de zandbanken, vooral in de lente. In het voorjaar waren in termen van densiteit de belangrijkste soorten Sprot en Haring, naast Rasterpitvis. Het najaar werd overheerst door Horsmakreel, Kleine pieterman, beide pitvissen, Dikkopje, Dwergtong en Schar. Visdensiteiten waren algemeen hoger in de herfst dan in de lente (met uitzondering van de haringachtigen).

Voor de autonome ontwikkeling mag gesteld worden dat de benthosgemeenschappen en de demersale visfauna niet wezenlijk zouden veranderen indien geen windmolenpark gebouwd en geëxploiteerd zou worden. Lange termijn trends en de recente monitoringsresultaten tonen namelijk geen significante wijzigingen in dominante soorten, enkel een algemene stijging in densiteit en soortenrijkdom. Andere activiteiten zoals visserij en aggregaatextractie, net als de klimaatsveranderingen, kunnen echter wel een invloed hebben op deze gemeenschappen.

0.3.4.1.2 Vogels

Vanaf 2008-2009 werden de concessiezones voor de windmolenparken intensief gemonitord, vooral op de Thorntonbank en Blighbank. Resultaten van Vanermen & Stienen (2009) toonden aan dat de Thorntonbank van groot ornithologisch belang is, terwijl de Blighbank wordt gekarakteriseerd door een pelagische en vrij soortenarme zeevogelgemeenschap. Gemiddelde vogeldensiteiten lagen op de Blighbank nooit hoger dan het gemiddelde van het BDNZ. Op de locatie van Alpha zal het ornithologisch belang eerder gemiddeld zijn, wat ook kan afgeleid worden uit de biologische waarderingskaart van Derous *et al.* (2007).

Op de Thorntonbank komen meerdere soorten zeevogels in hoge dichtheden voor, zoals Jan-van-gent, Kleine mantelmeeuw, Drieteenmeeuw, Alk, en Zeekoet (Vanermen & Stienen, 2009). Deze soorten kunnen eerder als wijdverbreide en algemene soorten voor het BDNZ worden beschouwd, waarbij de impactzone niet van specifiek belang is voor hen (Vanermen *et al.*, 2010).

Doordat de Blighbank op ruime afstand van de kust is gelegen, komen er in dit gebied zo goed als geen Roodkeelduikers, Futen, Zwarte Zee-eenden en Sternen voor. Zes soorten komen wel in relatief hoge densiteiten voor, namelijk Noordse stormvogel, Grote jager, Dwergmeeuw, Kleine mantelmeeuw, Drieteenmeeuw en Zeekoet. Voor de Blighbank zijn echter enkel de Dwergmeeuw en de Grote Jager van belang.

De aanwezigheid van de windmolenparken nabij het projectgebied zal een significante impact hebben op het voorkomen van enkele vogelsoorten en de referentiesituatie wijzigen. Zeker wanneer alle 7 windmolenparken zijn gebouwd, kan dit zowel zorgen voor zowel een aantrekking als een barrière effect afhankelijk van de soort.

0.3.4.1.3 Zeezoogdieren

De zoogdiersoorten die in de Belgische wateren als inheems beschouwd worden, zijn de Bruinvis, de Gewone en Grijze zeehond, de Tuimelaar en de Witsnuitdolfijn (Haelters, 2009; 2010). Tot 2003 werden zeezoogdieren slechts sporadisch waargenomen tijdens zeevogeltellingen in de Belgische mariene wateren (Courtens *et al.*, 2006). Hierbij ging het hoofdzakelijk om zeehonden (zowel de Gewone als de Grijze zeehond) en Bruinvissen. Sinds het voorjaar van 2003 worden in toenemende mate zeezoogdieren gemeld, waarbij vooral het grote aantal Bruinvissen en Witsnuitdolfijnen in het oog springen. De oorzaak voor dit verschijnsel dient mogelijk gezocht te worden in de sterk verslechterde voedselomstandigheden in het noordelijkere verspreidingsgebied van deze soorten, hoewel andere oorzaken niet kunnen worden uitgesloten (Courtens *et al.*, 2006).

Alle zeezoogdieren zijn beschermde soorten. België heeft voor de zeezoogdieren verplichtingen op zich genomen om ze te beschermen en om negatieve impacten zoveel mogelijk te vermijden. Walvisachtigen en zeehonden zijn namelijk soorten die opgenomen zijn in de Europese Habitatrichtlijn Bijlage II en IV. Dit betekent dat ze niet opzettelijk verstoord mogen worden tijdens de overwintering, voortplanting en trek (artikel 12). Verder heeft België ook in het kader van ASCOBANS (Overeenkomst inzake de bescherming van de kleine walvisachtigen in de Oostzee en de Noordzee) aanvaard dat de partijen zouden streven naar het vermijden van significante verstoring, in het bijzonder van akoestische aard (Conservation and Management Plan in de Bijlage van de Overeenkomst) (BMM, 2007).

Tijdens de migratie maakt een groot deel van de Noordzeepopulatie van de Bruinvis gebruik van het BDNZ. Daarom wordt het BDNZ seizoenaal als belangrijk beschouwd voor de Bruinvis binnen Europa, voornamelijk in de late winter tot het vroegere voorjaar (Haelters, 2009; Haelters & Camphuysen, 2009; Degraer *et al.*, 2010b). Gezien de Bruinvis in veel grotere aantallen dan de overige zeezoogdiersoorten voorkomt in het BDNZ, en gezien de Bruinvis zeer gevoelig blijkt te zijn voor verstoring, wordt de focus voor de effectbeschrijving gelegd op de Bruinvis.

0.3.4.1.4 Harde substraten

Op dit moment bevinden er zich nog geen harde substraten in het BOG projectgebied en dient er strikt genomen geen referentiesituatie te worden besproken voor de fauna van harde substraten. Om de bespreking van de effecten van het toekomstig eiland te verduidelijken, wordt er echter hier al een beschrijving van de referentietoestand van de aanwezige harde substraten op de Thorntonbank en Blighbank gegeven.

De staalnamemethodiek en de resultaten van de monitoring van epifauna en visgemeenschappen van harde substraten op de Thorntonbank zijn beschreven door Kerckhof *et al.* (2009, 2010, 2011, 2012) en Reubens *et al.* (2009b, 2010, 2011). Epifauna wordt hier beschouwd als alle organismen (>1 mm) levend op harde substraten (caisson, breukstenen, erosiebescherming).

Zoals reeds in talrijke andere studies werd waargenomen, vond er een snelle kolonisatie plaats van het beschikbare substraat. Niet minder dan de helft van het totale aantal aanwezige soorten (41 van de 78 taxa) werd in beide windmolenparken aangetroffen. Op allebei de windmolenparken was de amphipode *Jassa herdmani* dominant aanwezig met dichtheden tot 90.000 ind./m² . Andere dominante soorten in de beide windmolenparken waren de zeester en het vlokreeftje. Tijdens het eerste jaar verliep de successie in de windmolenparken zeer gelijkaardig. De sessiele soorten vertoonden een sterk verschillend kolonisatiepatroon

waardoor de overeenkomsten na het eerste jaar minder duidelijk waren. Op de betonnen gravitaire funderingen van C-Power werden beduidend meer soorten aangetroffen dan op de stalen monopiles van Belwind (respectievelijk 70 en 49 soorten). Het verschil tussen beide parken werd bovendien nog benadrukt door het voorkomen op de C-Power funderingen van enkele soorten die typisch zijn voor kustgebonden mobiele sedimenten. De biologische aangroei op beide parken vertoont sterke gelijkenissen met de aangroeigemeenschappen op de artificiële en natuurlijke harde substraten in de omgeving en de rekrutering gebeurt blijkbaar uit een gemeenschappelijke soortenpool.

De eerste resultaten voor de visgemeenschappen van harde substraten in België werden verkregen door Reubens *et al.* (2010). In totaal werden zeven verschillende vissoorten aangetroffen, waarvan vier soorten regelmatig: Steenbolk, Kabeljauw, Horsmakreel en Makreel. De visuele observaties, uitgevoerd tussen juli en oktober, toonden aan dat een populatie van minimum 29 000 Steenbolken aanwezig was rond één windturbine. Ook de prooisoorten van de Steenbolk (*Jassa herdmani* en *Pisidia longicornis*) komen in zeer hoge densiteiten voor als epifauna op de funderingen van de windmolens. (Reubens *et al.*, 2010).

Onderzoek van Reubens *et al.* (2011) naar het gedrag en habitatgebruik van Kabeljauw in de buurt van windmolens suggereerde dat enerzijds dat ze er tot aangetrokken worden, en anderzijds dat de kleinschalige ruimtelijke verspreiding (i.e. habitat keuze) van individuele Kabeljauw wordt beïnvloed door de diurnale cyclus. Uitgebreider onderzoek is echter noodzakelijk.

Voor de autonome ontwikkeling mag gesteld worden dat het aantal harde substraten als potentieel habitat voor epifauna en vissen in de toekomst verder zal toenemen ten gevolge van het aantal (nieuw) vergunde windmolenparken en de mogelijkheden die gecreëerd worden voor de productie van tweeklepige weekdieren in hangculturen (KB 07/10/2005). Tenslotte vormen ook wrakken een uitgelezen habitat voor epifauna en visgemeenschappen van harde substraten, maar hier wordt geen toename in aantal verwacht.

0.3.4.2 Beschrijving en beoordeling van de milieueffecten

0.3.4.2.1 Benthos

Algemeen kan gesteld worden dat de effecten voor het macrobenthos en epibenthos gelijkaardig zullen zijn. Bijgevolg worden ze hier dan ook samen besproken als benthos.

Constructiefase

De effecten die kunnen optreden tijdens de constructiefase zijn biotoopverlies en verstoring, verlies aan organismen, sedimentatie en geluid en trillingen. Met uitzondering van de vernietiging van biotoop en organismen, zijn de andere effecten tijdelijk.

Door de aanleg van Alpha wordt een gedeelte van het oorspronkelijk zacht biotoop (zand/klei) worden bedolven onder gedumpt zand en nieuwe, harde structuren. Door deze verstoring sterft het bodemleven en wordt een deel van het oorspronkelijk habitat vernietigd. Voor het MER-ontwerp van het eiland zal de biotoopverstoring maximaal 672.000 m² bedragen. De effectieve biotoopverstoring zal afhankelijk zijn van de uiteindelijke dimensies van het eiland. Aangezien de basis van het eiland volledig uit zand zal bestaan, kan deze oppervlakte opnieuw gekoloniseerd worden. De uiteindelijke oppervlakte die wordt ingenomen door harde substraten bedraagt ca. 87.000 m² (8,7 ha).

Aangezien de biotoopverstoring slechts tijdelijk is, sinds het gedumpte zand een gelijkaardige korrelgrootte zal bevatten en opnieuw gekoloniseerd kan worden, en aangezien het biotoopverlies slechts een oppervlakte van 8,7 ha zal bedragen, kan dit beschouwd worden als een gering negatief (0/-) effect op het mariene ecosysteem.

Het verlies aan benthische organismen is recht evenredig met het biotoopverlies/verstoring. Ondanks het ontbreken van site-specifieke data (biomassa en populatiestructuur) kan het letale effect afgeleid worden uit de gegevens van de referentiestudie van de Thorntonbank waarbij het verlies aan biomassa (macro- en epibenthos) geraamd wordt op ongeveer 33 g/m² (De Maersschalck *et al.*, 2006). Doordat het verlies van organismen beperkt blijft (ca.2.900 kg) blijft en de oppervlakte waarop de destructieve activiteiten zullen plaatsvinden heel beperkt is in vergelijking met het totale BDNZ, zullen de effecten naar verwachting dus ook geen negatieve gevolgen hebben voor de totale bodemgemeenschap. Het projectgebied is bovendien niet aangeduid als beschermd gebied of gebied met belangrijke natuurwaarden (Degraer *et al.*, 2009), waardoor de invloed van de mortaliteit op de biomassa of op het functioneren van het plaatselijke ecosysteem als gering negatief (0/-) wordt beschouwd. Bovendien zal herkolonisatie van de verstoorde bodem rondom Alpha in alle waarschijnlijkheid grotendeels plaatsvinden binnen het jaar.

Het storten van het zand voor de constructie van het eiland zorgt niet enkel voor een (tijdelijk) verlies aan biotoop, maar ook voor een verhoogde sedimentatie en turbiditeit in de onmiddellijke omgeving van de werken. Bovendien is het projectgebied gelegen is in relatief helder Kanaal water met turbiditeitswaardes kleiner dan 10 mg/l (zie hoofdstuk 'Bodem en water'). Door de vertroebeling van de waterkolom dringt er minder licht door. Dit kan eventueel de groei (primaire productie) van het fytoplankton belemmeren waardoor mogelijks de voedselketen beïnvloed wordt. Uit de baggerpluim modelleringsstudie (IMDC, 2013b als externe bijlage) blijkt dat in een worst case event de achtergrond turbiditeit van 4 mg/l in meer dan 70% van de tijd niet wordt overschreden rond de bagger- en stortzones.

De specifieke impact door sedimentatie ten gevolge van het dumpen van zand is als aanvaardbaar beschouwd op het BDNZ, gezien de natuurlijke hoge input van gesuspendeerd materiaal ten gevolge van getijden- en golfwerking (zeer dynamisch systeem) (IMDC, 2010a). Analoog met deze bevindingen kunnen we veronderstellen dat de verstoring door sedimentatie ten gevolge van de baggeractiviteiten een gering negatief effect (0/-) zal zijn.

De geluidsverstoring blijft beperkt tot de geluiden geproduceerd door de betrokken scheepvaart en baggeractiviteiten. Het onderwatergeluid heeft waarschijnlijk de meeste invloed op vissen en zeezoogdieren. Voor het macrobenthos en epibenthos worden geen effecten (0) verwacht ten gevolge van geluidsverstoring.

Operationele fase

De waterkwaliteit zal niet negatief beïnvloed worden door de aanwezigheid van het eiland. Er worden ook geen effecten verwacht in de zuurstofhuishouding. Er worden bijgevolg geen effecten (0) verwacht op het onderwaterleven.

Er worden ook geen negatieve effecten gedetecteerd ten gevolge van veranderingen in de hydrodynamiek op de zeebodemstructuur op de oorspronkelijke benthische gemeenschappen (Bio/consult as, 2005; Dong energy *et al.*, 2006).

Aangezien de aanwezigheid van een eiland een aantrekking kan uitoefenen op vogels en vissen, onder meer door een verhoging van het voedselaanbod en een rustplaats voor vogels, kan de predatiedruk op bentische gemeenschappen mogelijk worden verhoogd.

Ontmantelingsfase

Algemeen mag worden gesteld dat de effecten van de ontmantelingfase gelijkaardig zullen zijn aan die van de bouwfase, maar dat de intensiteit van voorkomen veel lager zal zijn.

Bekabeling

De belangrijkste effecten op het benthos tengevolge van de bekabeling zijn biotoopverstoring, turbiditeit, elektromagnetische velden en mogelijk opwarming.

Tijdens de installatie van de kabels zal er een tijdelijke biotoopverstoring optreden. Het gebaggerd materiaal tijdens het trenchen wordt tijdelijk gestockeerd op een officiële stortzone. De breedte van het verstoorde oppervlak op de zeebodem bedraagt ca. 100 m in Het Scheur, 35 m in de Westpit en elders 20 m per kabel. Ervan uit gaande dat de volledige werkzone als verstoord oppervlak kan aangezien worden, zal er bijgevolg een zone van 60 ha verstoord worden. Aangezien deze verstoringen slechts tijdelijk van aard zullen zijn, er een natuurlijk herstel van de benthosgemeenschap verwacht kan worden, en dat bovendien door het BOG het aantal exportkabels vanuit de windmolenparken vermindert in vergelijking met het afzonderlijk aanlanden vanuit elk windmolenpark, wordt het effect van biotoopverstoring op het benthos als gering negatief (0/-) beoordeeld.

Tijdens het leggen van de kabels zal er een verhoogde sedimentatie en turbiditeit optreden in de omgeving van de werken. De effecten van turbiditeit zullen grotendeels gelijkaardig zijn aan de effecten besproken bij de aanleg van het eiland. Voor de bekabeling zal er echter over een grotere oppervlakte verstoring optreden. Bovendien hangt de turbiditeit samen met het type materiaal dat gebaggerd wordt. Er kan dus verondersteld worden dat de verstoring door het leggen van de kabels een matig negatief effect (-) zal hebben.

De transmissie van elektriciteit door zeekabels zal leiden tot het opwekken van elektrische en magnetische velden. Deze elektromagnetische velden zijn afhankelijk van het type kabel. Sommige invertebraten zijn waarschijnlijk gevoelig voor elektromagnetische velden, maar uitgaande van de beschikbare kennis is de grootte van de impact en de oorzaak-relatie nog niet voldoende duidelijk (Gill *et al.*, 2005; Dong Energy *et al.*, 2006, BERR, 2008).

De kabels die ingegraven worden zullen een zekere warmteafgifte bezitten. Wegens de diepteligging op zich en de aangepaste isolatie van de elektrische kabels, zal dit voor een beperkte en zeer lokale opwarming zorgen van de zeebodem aan het oppervlak. Het effect wordt als onbestaande (epibenthos) tot verwaarloosbaar beoordeeld (macrobenthos).

0.3.4.2.2 Vissen

Constructiefase

Enkele effecten op de vissen tengevolge van de bouwfase zijn gelijkaardig aan die beschreven voor het deel ‘Benthos’, zoals habitatverlies en biotoopverstoring. Het verlies aan organisme zal echter beperkter zijn gezien de grotere mobiliteit van vissen.

Alle levensstadia van vissen zullen ook tijdelijk verstoord worden door het omwoelen van de zeebodem, door onderwaterbewegingen en andere activiteiten op de zeebodem, maar de kans is groot dat zij zullen wegtrekken van de plek waar de werkzaamheden worden uitgevoerd, zodat het effect minder groot zal zijn dan bij sedentaire organismen (IMDC, 2010a). Het negatieve effect zal dus tijdelijk zijn en naar verwachting zullen de organismen snel naar het projectgebied terugkeren zodra de bouwfase achter de rug is. De mogelijkheid

bestaat dat de paai- en kraamgebieden tijdens de constructiefase worden verstoord, maar dat ze zich zullen herstellen en opnieuw aantrekkelijk zullen worden tijdens de operationele fase.

Een andere mogelijke verstoring tijdens de bouwfase is de productie van geluid en trillingen tengevolge van de baggerwerken, het leggen van kabels en de toegenomen scheepvaart. Het bepalen van de grootte van de verstoring is echter niet evident daar er nog veel onzekerheden bestaan o.a. rond transmissieverliezen en dus ook rond de reikwijdte van de geluidsverstoring. Veel hangt af van de lokale omstandigheden zoals bodemsamenstelling en -profiel, waterdiepte, wind en weersomstandigheden (Huddleston, 2010). Aangezien enkel de geluidsverstoring van baggerende schepen van belang is (die veel lager wordt ingeschat dan heigeluid), een toename van het scheepsverkeer en het storten van de erosiebescherming, wordt het effect van geluid en trillingen als gering negatief beoordeeld (0/-).

Operationele fase

Zoals besproken voor het benthos, worden ook hier geen effecten (0) verwacht tengevolge van de waterkwaliteit, zuurstofhuishouding en hydrodynamiek.

De aanwezigheid van harde substraten in het projectgebied zal zorgen voor een verandering in het ecosyteem. Vissen worden mogelijk aangetrokken door een verhoogde voedselbeschikbaarheid en schuilplaatsen. Dit wordt verder besproken in het hoofdstuk harde substraten.

Ontmantelingsfase

Algemeen mag worden gesteld dat de effecten van de ontmantelingsfase gelijkaardig zullen zijn aan die van de bouwfase, maar dat de intensiteit van voorkomen veel lager zal zijn. De effecten kunnen als gering negatief (0/-) beschouwd worden.

Bekabeling

De effecten tengevolge van de bekabeling voor de demersale visfauna zijn biotoopverstoring, verhoogde turbiditeit en het ontstaan van elektromagnetische velden. De effecten van biotoopverstoring en turbiditeit zijn analoog met het benthos.

De transmissie van elektriciteit door zeekabels zal leiden tot het opwekken van elektrische en magnetische velden, die ook buiten de kabel detecteerbaar zijn. Deze elektromagnetische velden zijn afhankelijk van het type kabel en het vermogen van de kabel. Elektromagnetische velden kunnen een effect hebben op bepaalde gevoelige vissoorten, meer bepaald op hun oriëntatiegedrag, hun migratiegedrag, hun jachtgedrag en het algemeen voorkomen rond de kabels, maar uitgaande van de beschikbare kennis is de grootte van de impact en de oorzaak-effect relatie nog niet voldoende duidelijk. Het effect is het best gekend en het grootst voor de roggen en haaien die praktisch niet in het projectgebied voorkomen. Op basis van dit gegeven, het lokale karakter van het effect en het gegeven dat ingraven milderend werkt (reductie met kwadraat van de diepte), kan voorlopig aangenomen worden dat er op populatieniveau geen effect zal zijn op de visfauna.

De kabels die ingegraven worden zullen een zekere warmteafgifte bezitten. Wegens de diepteligging van de kabels, zal dit voor een beperkte en zeer lokale opwarming zorgen van de zeebodem aan het oppervlak. Het effect op vissen wordt als onbestaande (0) beoordeeld.

0.3.4.2.3 Vogels

Constructiefase

Tijdens de constructiefase kunnen volgende effecten een significante verstoring veroorzaken op bepaalde soorten als gevolg van de werkzaamheden: barrièrewerking door geluidsverstoring en sedimentatie.

Tijdens de werkzaamheden kan er een barrièrewerking optreden ten opzichte van de migrerende vogels. Deze barrièrewerking zal voornamelijk het gevolg zijn van de geluidsproductie tijdens de werkzaamheden en de aanwezigheid van de schepen. Verstoringsgevoelige soorten kunnen door het geluid tijdelijk het gebied vermijden, terwijl andere soorten mogelijk voordelen kunnen hebben van de werkzaamheden door het tijdelijk beschikbaar komen van voedsel door het omwoelen van de bodem en verhoogde scheepsactiviteit (Stienen *et al.,* 2002; Vanermen *et al.,* 2006). De omgeving van de Lodewijkbank vormt geen concentratiegebied voor de verstoringsgevoelige soorten waardoor er algemeen gezien geen significant negatieve effecten (0) verwacht ten aanzien van de verstoringsgevoelige soorten.

Indien gravitaire funderingen gebruikt worden moet er een grote hoeveelheid zand gebaggerd en verplaatst worden. Door de opwerveling van het bodemsediment kunnen visueel prederende vogelsoorten zoals sternen moeilijkheden ondervinden tijdens het foerageren. Het effect is echter slechts tijdelijk van aard en beperkt in uitbreiding. Bijgevolg worden er ten aanzien van de oogjagende zeevogels geen significant negatieve effecten verwacht. Het effect wordt als gering negatief (0/-) beoordeeld.

Een zeer grote hoeveelheid zand zal moeten gestort worden bij de aanleg van Alpha. De opwerveling van het sediment en het ontstaan van een slibpluim door uitspoeling leidt tot vertroebeling van het water met gevolgen voor het lichtregime en bijgevolg voor de primaire productie (Verfaillie *et al.,* 2006). Hierdoor kunnen visueel prederende vogelsoorten zoals sternen moeilijkheden ondervinden tijdens het foerageren. Het effect is echter slechts tijdelijk van aard en beperkt in uitbreiding. Bijgevolg worden er ten aanzien van de oogjagende zeevogels geen significant negatieve effecten verwacht. Het effect wordt als gering negatief (0/-) beoordeeld.

Operationele fase

De constructie van een eiland in de Noordzee zal hoge aantallen vogels aantrekken aangezien ze er kunnen rusten en mogelijk broeden. Op de Thorntonbank blijken de aantallen Visdief en Grote stern binnen het impactgebied te zijn toegenomen sinds de eerste turbines er werden gebouwd in 2008. Hetzelfde geldt voor Stormmeeuw en Zilvermeeuw op de Blighbank. Aantrekking kan het gevolg zijn van de voorkeur voor artificiële objecten als pleisterplaats of als referentiebaken binnen het open zeegebied, maar kan evengoed het gevolg zijn van verbeterde voedselcondities. De aanwezigheid van stortstenen en caissons kan als een kunstmatig rif beschouwd worden, waardoor de diversiteit aan benthosgemeenschappen en vis (prooien voor vogels) er kan toenemen. De aanwezigheid van een artificieel eiland kan dan ook worden beschouwd als een gering positief effect (0/+) op de vogelpopulaties in het BDNZ. Tegelijkertijd kan er ook een wisselwerking zijn tussen de aanwezigheid van de windmolenparken. Een grotere concentratie aan vogels kan namelijk ook zorgen voor een verhoogde aanvaringskans in de nabijgelegen windmolenparken.

Grote aantallen vogels worden ’s nachts aangetrokken tot verlichte objecten op zee. Dit gebeurt voornamelijk tijdens bewolkte nachten wanneer ze niet kunnen afgaan op de sterren

voor navigatie (Marquenie & van der Laar, 2004). Vooral rode lichten hebben een desoriënterend effect op vogels. Het zorgt ervoor dat ze voor een lange tijd cirkelen rond de lichtbron, wat kan leiden tot energieverlies en mogelijk de dood (Poot *et al*., 2008). Volgens Bruinzeel & van Belle (2010) bezitten de getroffen vogels echter nog voldoende vetreserves en is eerder aanvaring met de verlichte platforms de voornamelijke doodsoorzaak. Het Alpha-eiland zal echter lang niet zo sterk verlicht zijn als olieplatformen op de Noordzee. Indien enkel de vereiste verlichting op het eiland wordt aangebracht en zo weinig mogelijk gebruik wordt gemaakt van rode lampen, kan het effect van lichtverstoring op vogels worden ingeschat als gering negatief (0/-).

Ontmantelingsfase

Er wordt verwacht dat de effecten tijdens de ontmantelingsfase van dezelfde aard zullen zijn als deze tijdens de constructiefase en bijgevolg als gering negatief kunnen worden beoordeeld.

Bekabeling

Het aanleggen van de kabels kan een tijdelijke verstoring van de avifauna tot gevolg hebben. Voor beide kabelalternatieven wordt de SBZ-V3 Zeebrugge doorkruist. Het gericht marien reservaat 'Baai van Heist' en de SBZ-H Vlakte van de Raan (Europees aangemeld) worden niet doorkruist. Aangezien deze effecten echter tijdelijk en beperkt in omvang zijn, worden ze als gering negatief ingeschat (0/-). Tijdens de aanlandingswerkzaamheden van de kabel van C-Power in Oostende werden eveneens geen grote verstoringen vastgesteld (BMM, 2009).

De aanwezigheid van de kabels tijdens de operationele fase zal geen rechtstreeks effect hebben op de zeevogels.

0.3.4.2.4 Zeezoogdieren

Constructiefase

Tijdens de bouwfase kunnen zeezoogdieren hinder ondervinden door veranderingen in voedselbeschikbaarheid, verstoring als gevolg van de verschillende bouwactiviteiten, verhoogde scheepvaarttraffiek (concentratie-intensiteit) en verstoring door trillingen en geluiden als gevolg van het heien en baggerwerkzaamheden.

De bouw van het eiland kan de voedselbronnen beïnvloeden, waardoor het gebied tijdelijk minder aantrekkelijk kan worden voor zeezoogdieren. Door de toename van de turbiditeit, de verhoogde scheepvaart en het geproduceerd geluid door het storten van zand zullen de vispopulaties in de onmiddellijke omgeving doen afnemen. De reductie in prooivispopulatie zal echter waarschijnlijk tijdelijk zijn en de voedselbronnen kunnen zich herstellen wanneer de constructie is afgerond (Bach *et al.,* 2000).

Gezien het beperkt aantal bijkomende transporten in vergelijking met het huidige aantal al aanwezige scheepsbewegingen in het BDNZ en gezien de niet permanente invloed worden er geen bijkomende negatieve effecten in de vorm van verstoring verwacht tengevolge van de algemene constructiewerkzaamheden van het eiland. Er wordt verondersteld dat zeezoogdieren de site waar de constructieactiviteiten plaatsvinden en de onmiddellijke omgeving ervan zullen verlaten, de site tijdelijk zullen mijden en na het beëindigen van de constructiefase terug zullen keren naar de omgeving rond het eiland (o.a. Bach *et al.*, 2000; Elsam Engineering & ENERGI E2, 2005).

De belangrijke bronnen van geluid zijn afkomstig van de algemene werkzaamheden. Hoewel het niveau van het onderwatergeluid veroorzaakt door baggerschepen tamelijk hoog is, kan het niet beschouwd worden als een 'impulsieve' of acute bron, eerder als een 'continue', 'coherente' bron. Op basis van onderzoek van Popper *et al.* (2006) en Southall *et al.* (2007) is het weinig waarschijnlijk dat onderwatergeluid afkomstig van baggerwerken zal leiden tot letsels bij zeezoogdieren. Gezien de karakteristieken van de geluidsbron, het zeer plaatselijke karakter van de werken en de grote mobiliteit van de zeezoogdieren, valt niet te verwachten dat belangrijke en langdurige negatieve effecten (onder de vorm van verstoring) te verwachten zijn. Bij de constructie van het eiland worden mogelijk enkele palen geheid als tijdelijke structuur bij de opbouw. De palen hebben slechts een diameter van maximaal een 60-tal cm en behoeven veel minder kracht om in te zeebodem te slaan dan funderingen voor windmolens, waar het afhankelijk van het type fundering om palen met een diameter van circa 2 tot 7 m gaat. Indien er dus palen worden geheid, zal de impact op Bruinvissen een stuk lager liggen dan bij de constructie van een windmolenpark.

Operationele fase

Tijdens de operationele fase kunnen er zich effecten op zeezoogdieren voordoen tengevolge van trillingen en geluiden door scheepvaart door onderhoudswerken, habitatverlies als gevolg van de fysische aanwezigheid van een eiland en veranderingen in beschikbare voedselbronnen.

Tijdens de operationele fase zullen er regelmatig boten aan en af varen. Een toename in scheepvaart ten behoeve van onderhoud zal met kleine, snelle boten meer verstoring teweegbrengen op zeezoogdieren dan met zwaar, regelmatig bootverkeer (Dietz *et al.*, 2000; Elsam Engineering & ENERGI E2, 2005). Op het eiland zal ook een helipad aanwezig zijn; helikopters die op lage hoogte vliegen kunnen de aanwezige dieren in de omgeving verstoren. Er wordt verwacht dat onderhoudsactiviteiten een verstorend effect zullen hebben. Dit effect wordt als gering negatief beoordeeld (0/-) omwille van zijn tijdelijke aard en omwille van de beperkte zone die zal beïnvloed worden.

Tijdens de operationele fase kan er eventueel een toename optreden van zeezoogdieren in de omgeving van het eiland, door het wegvallen van visserij in de nabije omgeving, door het beschikbaar zijn van meer voedsel, en door het beschikbaar komen van andere voedselbronnen. Het effect op de voedselbeschikbaarheid door de aanwezigheid van het windmolenpark wordt beoordeeld als gering positief (0/+).

Ontmantelingsfase

Tijdens de ontmantelingsfase zullen de effecten op zeezoogdieren gelijkaardig zijn als de effecten tijdens de constructiefase. De effecten kunnen als gering negatief (0/-) worden beschouwd.

Bekabeling

Het aanleggen van de kabels in de constructiefase kan een verstoringseffect hebben op zeezoogdieren. Dit effect is echter tijdelijk, beperkt in omvang en wordt daarom als gering negatief beschouwd. Na het leggen van de kabel zal de omgeving zich herstellen. De kennis over de impact van elektromagnetische velden op zeezoogdieren is tot op heden beperkt. De kans is echter gering dat zeezoogdieren zullen blootgesteld worden aan deze elektromagnetische velden.

0.3.4.2.5 Harde substraten

Constructiefase

De introductie van hard substraat, het zogenaamde reef-effect, in zeegebieden die bijna uitsluitend bestaan uit zandige sedimenten kan beschouwd wordt als een zeer significant effect (Dong energy *et al.*, 2006). Het zal leiden tot een verhoging van de habitat heterogeniteit, en het ontstaan van een nieuwe gemeenschap typisch voor harde substraten.

De oppervlakte zandig substraat dat verloren gaat ten gevolge van de bouw van Alpha bedraagt 0,18 km² (inclusief 33 m erosiebescherming). De procentuele toename van het oppervlak hard substraat is echter vele malen groter dan de procentuele afname van het oppervlak zandig substraat. Het totale oppervlak hard substraat dat potentieel beschikbaar wordt voor kolonisatie is afhankelijk van de uiteindelijke dimensies en vorm van het eiland (bvb. U-vorm vs. rond), de combinatie van gebruikte bouwmaterialen (caisson, stortsteen, erosiebescherming) en de karakteristieken van de stenen (type, dimensies, ligging ten opzichte van de zeebodem). Hoewel de oppervlakte beschikbaar voor kolonisatie vele malen groter is dan het verloren zandig substraat, blijft deze nog steeds beperkt t.o.v. de toename van hard substraat in de windmolenparken en de vele wrakken die reeds aanwezig zijn in de Noordzee.

Operationele fase

Uit de monitoringsresultaten van C-Power (Kerckhof *et al.*, 2009; 2010; 2011; 2012) blijkt dat dit kolonisatieproces snel en intens verloopt. Reeds na ongeveer 3,5 maand bleek zowel het intertidale als het subtidale deel van de fundering al volledig bedekt met een dichte begroeiing van epibionten en was een duidelijke dieptezonering waar te nemen. De typische soorten van een eerste fase van een ecologische successie worden er teruggevonden. Bovendien wordt een hoge diversiteit vastgesteld in vergelijking met andere kunstmatige substraten in de omgeving. Langetermijnstudies tonen aan dat het zeker 5-6 jaar kan duren vooraleer een stabiele gemeenschap gevestigd is die gedomineerd wordt door filtervoeders (o.a. mossels) en permanente bruin- en roodwieren (Jensen *et al.*, 2000; Leonhard & Pedersen, 2005). Hevige stormen en strenge winters kunnen dit proces zelfs nog verlengen, alsook het schurende effect van zand.

De complexe structuren en de kolonisatie door sessiele invertebraten en algen, zullen ook bepaalde benthische organismen en vissen aantrekken die er niet alleen voedsel, maar ook beschutting en bescherming zoeken (Hoffmann *et al.*, 2000; Volckaert *et al.*, 2004; Leonhard & Pedersen, 2005; Reubens *et al.*, 2010, 2011). De aantrekkelijkheid als voedselgebied is afhankelijk van de soorten die er voorkomen. De eerste monitoringsresultaten van C-Power lijken de aantrekkingskracht van harde substraten voor vissen te bevestigen.

In tegenstelling tot de mogelijks positieve effecten, vormt deze antropogene diversiteit een inbreuk op de natuurlijk aanwezige diversiteit. Zeker in gebieden met weinig of geen harde substraten kan de constructie van een eiland de karakteristieken van de plaatselijke gemeenschappen veranderen (Petersen & Malm, 2006). De introductie van harde substraten kan schade berokkenen aan de visfauna door een herverdeling van stocks. Daarenboven is nog niet echt aangetoond of de aantrekking voor vissen zich ook vertaalt in een hogere productie. Nieuwe substraten kunnen ook leiden tot een versnelde introductie van invasieve soorten en ziekteverwekkende kiemen (pathogenen) die het bestaande ecosysteem negatief kunnen beïnvloeden (Petersen & Malm, 2006; Kerckhof *et al.*, 2011). Alle niet-inheemse soorten zijn gekende opportunisten en vroege kolonisatoren, die gebruik maken van artificiële structuren en verstoorde omstandigheden om zich te vestigen (Kerckhof *et al.*, 2007).

De grootte van de impact, ongeacht of het nu positief of negatief geëvalueerd wordt, is op huidig ogenblik moeilijk in te schatten voor een artificieel eiland op de Noordzee. Er kan verwacht worden dat ondanks de wijziging ten opzichte van de oorspronkelijke situatie, het effect als aanvaardbaar (0/- of 0/+) kan worden beschouwd gezien het beschikbare oppervlak voor de ontwikkeling van een nieuwe gemeenschap relatief gering is ten opzichte van het BDNZ.

Ontmantelingsfase

Het ontmantelen van het eiland zou er dus toe leiden dat de harde substraten volledig verdwijnen. Opnieuw kan hier de vraag gesteld worden of dit als positief of negatief moet geëvalueerd worden daar enerzijds wel de oorspronkelijke staat van zandige substraten verkregen wordt, maar dit anderzijds wel leidt tot een verlies aan biodiversiteit en andere mogelijke functies die het artificieel rif tijdens de exploitatie heeft uitgevoerd (bv. kraamkamer, stepping-stone, aantrekking voor bepaalde organismen). Het effect kan hier echter nog niet van worden ingeschat daar momenteel slechts initiële resultaten beschikbaar zijn over het effect van de introductie van harde substraten in een overwegend zandig milieu.

Bekabeling

Aangezien de kabels in de zeebodem worden gelegd, worden er geen effecten (0) verwacht op de fauna van harde substraten.

0.3.4.3 Milderende maatregelen

0.3.4.3.1 Benthos

Voor de aanleg van het eiland en de kabels dient de best beschikbare technologie te worden gebruikt zodat de zeebodem zo minimaal mogelijk wordt verstoord.

Na uitvoering van de constructiewerken is een herstel van de site rondom het eiland gewenst. Dit herstel impliceert een maximaal herstel van de natuurlijke geomorfologie, maar evenzeer het herstel van de sedimentsamenstelling van de oppervlakkige sedimenten. Op deze manier wordt het milieu in de oorspronkelijke, natuurlijke conditie gebracht, waardoor het herstel van de oorspronkelijke bodemgemeenschappen optimaal wordt gefaciliteerd.

Om de effecten van bekabeling zo klein mogelijk te houden is het van belang dat een voorstudie gebeurt van het kabeltracé om de optimale route en de gebruikte kabelmethodiek te selecteren. 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 (bv. zand) van dezelfde kwaliteit als het oorspronkelijk materiaal.

0.3.4.3.2 Vissen

De milderende maatregelen besproken voor het benthos blijven ook hier geldig.

0.3.4.3.3 Vogels

Er worden enkel gering negatieve effecten verwacht op vogels ten gevolge van turbiditeit en algemene verstoring tijdens de constructie- en ontmantelingsfase. Het uitvoeren van de werkzaamheden kunnen daarom best buiten de periodes met hoge concentraties van vogels worden uitgevoerd (Stienen *et al.*, 2002).

Verlichting op Alpha blijft best beperkt tot het strikt noodzakelijke qua veiligheid. Vooral rode lichten blijken schadelijk en worden dus best, indien de veiligheid dat toelaat, niet gebruikt.

0.3.4.3.4 Zeezoogdieren

Aangezien er geen significant negatieve effecten verwacht worden als gevolg van de werkzaamheden, dringen er zich geen milderende of compenserende maatregelen op.

Indien er op het eiland echter een strand wordt voorzien, kan dit een rustplaats vormen voor zeehonden. Zeehonden leggen vaak vrij grote afstanden af (30 km), maar langs de Belgische kust zijn er helaas geen of te kleine rustgebieden. Het strand kan een rustplaats worden in de nabijheid van de windmolenparken, waar er door het ontstaan van artificiële riffen en het verbod op visserij een verhoogd voedselaanbod zal zijn voor zeehonden.

0.3.4.3.5 Harde substraten

De bouwmaterialen en steenbestortingen dienen zoveel mogelijk uit natuurlijke materialen vervaardigd te zijn en zullen geen afvalstoffen of secundaire grondstoffen bevatten. Ook kan er gebruik worden gemaakt van een stortsteen type met een ruw en onregelmatig oppervlak, aangezien ruwe oppervlaktes sneller gekoloniseerd worden ten opzichte van gladde oppervlaktes (Marsden & Lansky, 2000; Köhler *et al*., 1999). In de holen die gecreëerd worden tussen de stenen kunnen vissen en invertebraten een schuilplaats vinden.

0.3.5 Zeezicht en cultureel erfgoed

0.3.5.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling

De Noordzee lijkt een tot aan de horizon uitgestrekt uniform wateroppervlak en is één van de weinige gave landschappen die in België aan te treffen zijn, met een groot ecologisch belang. De vrije horizon, als uniek landschap, is een belangrijke natuurlijke waarde van de Noordzee. Het zicht over zee is op de meeste plaatsen vanaf de Belgische kustlijn ongestoord. Het zeezicht is zonder twijfel een belangrijk aantrekkingselement voor het toerisme aan de Belgische kust. Bij goede zichtbaarheid kan tot ver in zee de scheepvaart gevolgd worden. In de nabijheid van havens is er meestal meer activiteit door o.a. in- en uitvarende containerschepen, baggerschepen, vissersschepen en recreatievaart. Bij waarneming vanaf de kustzone landinwaarts is het dominante beeld van de Belgische kust dat van een smalle, strakke opeenvolging van hoogbouw in een strook van 67 km lang, die zee en polders hard scheidt.

Op zee bestaat het cultureel erfgoed voornamelijk uit scheepswrakken. Door de Wet van 9 april 2007 betreffende de vondst en de bescherming van wrakken bestaat de mogelijkheid om wrakken te beschermen. Er kan worden aangenomen dat er buiten gelokaliseerde-, ook een groot aantal niet-geregistreerde wrakken aanwezig zijn op de zeebodem. Naast scheepswrakken groeit er een interesse naar verdronken paleolandschappen als nieuw onderdeel van cultureel erfgoed. Zo zouden er (herwerkte) resten van de middeleeuwse eilanden Wulpen, Koezand en Waterdunen liggen ter hoogte van het huidige Vlakte van de Raan (Pieters *et al.*, 2010, Mathys, 2009).

Wat de autonome ontwikkeling betreft, zal de (verdere) bouw van de momenteel vergunde windmolenparken (C-Power, Belwind, Northwind, Norther en Rentel) het zeezicht verder wijzigen. De impact van deze windmolenparken op het zeezicht vanaf de kust is voornamelijk

afhankelijk van de afstand van het windmolenpark tot de kustlijn. Naast de bouw van de windmolenparken zou het zeezicht mogelijks gewijzigd kunnen worden door de ontwikkelingen in de scheepvaartsector. De groei van de havens en de vraag naar grotere schepen zou het bestaande beeld kunnen wijzigen. Wat betreft de autonome ontwikkeling van het cultureel erfgoed kan gesteld worden dat er momenteel op land geen ontwikkelingen gepland zijn die het cultureel erfgoed zouden kunnen wijzigen.

0.3.5.2 Beschrijving en beoordeling van de milieueffecten

0.3.5.2.1 Constructiefase

De schepen die gebruikt zullen worden tijdens de bouw zijn erg beperkt in aantal vergeleken bij de grote aantallen van gewone vaarbewegingen die zichtbaar zijn vanaf de kust (Haven Zeebrugge ca. 11.000 zeeschepen per jaar). Het effect van deze schepen en scheepsbewegingen wordt als zeer gering tot verwaarloosbaar negatief (0/-) beschouwd. Gezien Alpha op een grote afstand in zee wordt gebouwd, zullen de constructieactiviteiten van het eiland zelf niet zichtbaar zijn.

Op basis van de bestaande databanken rond scheepswrakken en de voorlopige resultaten van de seabed-survey kan er afgeleid worden dat er ter hoogte van het Alpha-eiland geen wrakken gelegen zijn. De impact op het cultureel erfgoed is dan ook onbestaande (0). In de buurt van de locaties van het eiland zijn geen vindplaatsen van fossielen bekend. Het effect van de bouw van Alpha op archeologische resten kan niet bepaald worden.

0.3.5.2.2 Operationele fase

Tijdens de operationele fase wordt geen impact verwacht op het zeezicht en het aanwezige marien cultureel erfgoed.

0.3.5.2.3 Ontmantelingsfase

De effecten op het zeezicht en het cultureel erfgoed zullen tijdens de ontmantelingsfase gelijkaardig zijn als tijdens de bouwfase.

0.3.5.2.4 Bekabeling

De aanleg van de kabels naar de kust betekent een minimale verhoging van de scheepsbewegingen op zee. Het effect van deze activiteiten op de beleving van het zeezicht is tijdelijk en wordt als uiterst gering negatief (0/-) beschouwd.

De aanleg van de kabels naar de kust kan een impact hebben op het maritiem cultureel erfgoed, aangezien er langsheen de kabeltracés naar de kust meerdere (gekende) scheepswrakken aanwezig zijn. Wanneer het ontwijken van scheepswrakken maximaal nagestreefd wordt, wordt het effect op het maritiem cultureel erfgoed tot een minimum beperkt (0). De kabeltracés doorsnijden geen tot op heden gekende paleolandschappen of archeologisch interessante kustnabije gebieden.

0.3.5.3 Milderende maatregelen

Als algemene maatregel geldt dat bij het aanleggen van de kabels de wrakken best vermeden worden en indien nodig hun locaties aangepast worden om hieraan te voldoen.

0.3.6 Interactie met andere menselijke activiteiten

0.3.6.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling

In de Belgische mariene gebieden omvatten de menselijke activiteiten vooral economische activiteiten. Verschillende van deze activiteiten maken gebruik van speciale zones die hiervoor zijn afgebakend of bepaald, zoals visserij, maricultuur, scheepvaart, zand- en grindontginning, baggeren en storten van baggerspecie, windenergie, militair gebruik, gaspijpleidingen en telecommunicatiekabels, toerisme en recreatie, en wetenschappelijk onderzoek.

De concessiezone voor het stopcontact op zee zal eind 2013 worden vastgelegd in een KB. De kabeltracés met aanlanding te Zeebrugge kruisen de Speciale Beschermingszone te Zeebrugge (SBZ-V3) en de scheepvaartroute 'Het Scheur'.

In deze niet-technische samenvatting zullen enkel de activiteiten worden besproken die effectief in het concessiegebied plaatsvinden. Gezien er geen potentiële interacties zijn met andere activiteiten in de nabije omgeving of verder op het BDNZ, zijn deze activiteiten hier niet verder opgenomen. In het desbetreffende hoofdstuk wordt er wel dieper op ingegaan.

0.3.6.1.1 Visserij

De belangrijkste aangevoerde soorten zijn garnalen en demersale vissoorten met daarin vooral Tong, Rog en Schol (Tessens & Velghe, 2012; Vanderperren & Polet, 2009). De vangst van Kabeljauw, Schar en Wijting is minder belangrijk. De intensiteit van de visserij richt zich meer op de geulen tussen de zandbanken dan op de zandbanken zelf.

In 2011 bestond de Belgische zeevisserijvloot uit 86 vissersvaartuigen. Socio-economisch gezien is het BDNZ voor de Belgische zeevisserij eerder van gering belang. Bijna 65% van de Belgische visaanvoer is afkomstig uit de centrale en zuidelijke Noordzee. Zowel op internationale als nationale schaal heeft de visserijsector echter te kampen met socio-economische problemen door enerzijds een stelselmatige afname van de bestaande biomassa in de hogere trofische niveaus van het Noord-Atlantische gebied sinds 1950, en anderzijds een stijgende visintensiteit tussen 1950-1975. Onderzoekers zijn tot de conclusie gekomen dat de huidige visexploitatie niet kan aanhouden en dat het hoger trofische niveau van vissen binnen enkele decennia volledig verdwenen zal zijn in het Noord-Atlantische gebied (Dickey *et al.*, 2010). Dit komt ook naar voren uit het feit dat het bestand van bijna alle soorten gerangschikt wordt als 'buiten de veilige biologische grenzen'.

Deze trend loopt grotendeels parallel 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. Sinds begin de jaren '90 daalt de totale aanvoer door Belgische vissersvaartuigen nagenoeg onafgebroken en bedraagt nu nog ongeveer de helft van 20 jaar geleden.

0.3.6.1.2 Kabels en pijpleidingen

Er worden geen pijpleidingen gekruist, maar de kabels vanuit Alpha naar de kust en vanuit Alpha naar Beta kruisen wel de Concerto 1S telecommunicatiekabel, de niet-operationele Rembrandt 2 telecommunicatiekabel en de exportkabels van C-Power. De kabels vanuit Beta naar de kust kruisen noch pijpleidingen, noch andere kabels.

0.3.6.1.3 Zand- en grindontginning

Sinds 2004 zijn de concessiezones voor aggregaatextractie gewijzigd volgens het KB 01/09/2004 en het MB 24/12/2010. Er zijn nu drie 'controlezones' en één 'exploratiezone' (IMDC, 2010).

De kabeltracés van Alpha naar de kust volgen de westelijke rand van het concessiegebied voor de windmolenparken. Op die locatie is er echter een kleine overlap tussen het Belgisch concessiegebied en de concessiezone 1A voor zand- en grindwinning. Deze concessiezone wordt echter weinig gebruikt en bestaat voor een groot deel uit monitoringsgebied waar geen extractie plaatsvindt.

In de nabije toekomst zullen de hoeveelheden zand die ontgonnen worden significant toenemen onder meer voor de realisatie van het Masterplan Kustveiligheid dat o.a. het Geïntegreerd Kustveiligheidsplan (GKVP), het OW-plan Oostende en het Zwinproject omvat.

0.3.6.2 Beschrijving en beoordeling van de milieueffecten

0.3.6.2.1 Visserij

De aanleg van Alpha zal zorgen voor een bijkomend, maar minimaal verlies aan visgronden gezien de zeer kleine oppervlakte in vergelijking met het gehele BDNZ. Ook door de grote afstand tot de 12-mijlszone die het belangrijkst is voor het KVS en de ligging op een zandbank (geulen zijn interessanter voor de visserij) kan worden aangenomen dat de locatie van het Alpha-eiland van beperkt belang zijn voor de visserij. Het directe verlies kan dus als verwaarloosbaar (0) worden geschat. Bovendien is dit verlies veel minder relevant dan het reeds vermelde inkomstenverlies ten gevolge van schommelende brandstofprijzen en de beperkingen opgelegd door het Europese visserijbeleid.

Naast het ruimtelijke verlies maken de vissers zich zorgen over de korte- en langetermijneffecten tijdens de constructie en de operationele fase. Tijdens de constructiefase wordt sedimentverstoring als belangrijkste oorzaak gezien voor veranderingen in het visgedrag.

Naast deze negatieve effecten op visserij, biedt de ontwikkeling van het Alpha-eiland ook een opportuniteit, namelijk het ontstaan van kraamkamergebieden en beschermde natuurzones. De aanwezigheid van harde substraten oefent een aantrekkingskracht uit op vele vissoorten door de creatie van schuilplaatsen en een verhoogde voedselbeschikbaarheid door de begroeiing van de substraten.

0.3.6.2.2 Kabels en pijpleidingen

De BOG-kabels zullen kruisen met een actieve en een niet-actieve telecommunicatiekabel en met de exportkabels van C-Power. Er wordt evenwel voorzien dat de nodige maatregelen worden getroffen om beschadiging aan de kabels te voorkomen. De impact op kabels en pijpleidingen wordt daarom als onbestaand beschouwd (0).

0.3.6.2.3 Zand- en grindontginning

Alpha zal zich op voldoende afstand van de controlezones bevinden. De kabelroute van Alpha naar de kust ligt echter ook in de rand van controlezone 1A. Daar vindt echter weinig extractie plaats en is voornamelijk voorzien als referentiegebied voor windmolen activiteiten. Bijgevolg

worden er geen conflicten verwacht en kan het effect van het windmolenpark op de zand- en grindontginning als onbestaande (0) beschouwd worden.

0.3.6.3 Milderende maatregelen

Er worden geen milderende maatregelen of compensaties voorgesteld bij de ontwikkeling van het BOG inzake andere gebruikers.

0.3.7 Risico's en veiligheid

De beschrijving van de referentiesituatie en de effectenbespreking voor scheepvaart, olievervuiling, radar en scheepscommunicatie wordt besproken onder het onderdeel 'cumulatieve effecten' (§ 0) van de niet-technische samenvatting.

0.4 CUMULATIEVE EFFECTEN

0.4.1 Inleiding

De potentiële effecten ten gevolge van de aanleg, exploitatie en mogelijke ontmanteling van het BOG kunnen in combinatie met andere activiteiten op zee leiden tot een cumulatie van effecten. Het aantal activiteiten in de Noordzee neemt immers snel toe. In dit hoofdstuk zal vooral aandacht worden besteed aan de cumulatieve effecten met de 7 (geplande) windmolenparken, aangezien ze naast het BOG project gelegen zijn, verbonden zijn met de opzet van het BOG en vaak gelijkaardig effecten veroorzaken:

C-Power heeft in 2008 de eerste zes turbines geplaatst (gravitaire funderingen) op de Thorntonbank, die momenteel reeds operationeel zijn. In de periode 2012-2013 werden 48 turbines (jacket funderingen) geplaatst. Eind 2013 zal het volledige park operationeel zijn.

Belwind, gelegen op de Blighbank, zal bestaan uit 110 turbines, waarvan momenteel reeds 55 turbines (monopile funderingen) geplaatst zijn. De overige 55 turbines zullen vermoedelijk eveneens geplaatst worden met monopile funderingen.

Northwind heeft een vergunning verkregen voor de bouw en de exploitatie van een windmolenpark van 72 monopile turbines op de Lodewijkbank. Tijdens het voorjaar 2013 is men van start gegaan met de constructiefase en in het voorjaar 2014 zal het park hoogstwaarschijnlijk operationeel zijn.

Norther heeft een milieuvergunning gekregen voor de bouw van windmolenpark ten zuidoosten van de Thorntonbank. Dit park zal zich het dichtste bij de Belgische kust bevinden, op ca. 21 km. De exacte configuratie is momenteel nog niet gekend maar het aantal turbines zal variëren tussen de 47 en 100.

Rentel heeft recentelijk een vergunning gekregen voor een project tussen de Thorntonbank en de Blighbank. Dit park biedt plaats voor 47 tot 78 turbines.

SeaStar zal tijdens de zomer 2013 een milieuvergunning aanvragen voor de bouw van een park tussen de Lodewijkbank en de Blighbank. Er kunnen 41 tot 62 turbines geplaatst worden.

Tenslotte heeft ook Mermaid een domeinconcessie verkregen voor de bouw en exploitatie van een windmolenpark ten noordwesten van de Blighbank. Over de mogelijke configuraties is echter nog niets gekend.

Norther, Rentel, SeaStar en Mermaid plannen voor hun bekabeling een aansluiting op het Alpha-eiland. Dit zorgt voor een optimale bundeling van de exportkabels en een minimaal ruimtebeslag.

Al deze projecten vinden echter niet plaats over dezelfde tijdspanne. C-Power en de 1ste fase van Belwind zijn reeds afgerond, en ook Northwind zal in 2014 reeds operationeel zijn. Wat betreft de andere projecten heerst er echter nog onduidelijkheid. De parken die aansluiten op het BOG zullen mogelijk hun constructie afwachten tot het BOG volledig is gerealiseerd. De constructiefases zullen dus verspreid zijn over een periode van meer dan 10 jaar. Bovendien wordt er niet continue gewerkt, maar vooral in het voorjaar en de zomer.

Naast potentiële cumulatieve effecten ten gevolge van de windmolenparken, kunnen eveneens cumulatieve effecten optreden ten gevolge van de andere geplande menselijke activiteiten op zee die (deels) gelijksoortige effecten veroorzaken.

Enkel deze effecten die een niet verwaarloosbare (positief of negatief) invloed hebben op een bepaalde discipline zullen worden besproken. Op deze regel kan een uitzondering gemaakt worden indien de individuele effecten een bepaalde drempelwaarde dicht benaderen, waardoor het cumulatieve effect zich in een andere grootteklasse van effecten (matig tot significant) bevindt.

0.4.2 Bodem

Het cumulatieve effect op het globale sedimenttransport en morfologie is niet verwaarloosbaar tijdens de constructie, de operationele en ontmantelingsfase van het eiland. Door nivelleren en baggeren van funderingsputten in naburige windmolenparken, zandextractie op de Hinderbanken en de creatie van het eiland treden bagger- en dumpverliezen op die een sedimenttransport veroorzaken bovenop het natuurlijke. Bovendien wordt door de bagger- en dumpwerken de locale morfologie veranderd.

Voor de bouw van het eiland wordt rekening gehouden met een verlies van ca. 2 miljoen m³ materiaal. Bij de windmolenparken wordt in geval van gravitaire funderingen (worst case) het gebaggerd materiaal van de funderingsputten eerst tijdelijk gestockeerd en daarna gebruikt als backfill.

In een worst case scenario, dus indien gekozen wordt voor gravitaire funderingen voor zowel het Norther het Rentel als het SeaStar windmolenpark, zal in totaliteit ca. 12,5 miljoen m³ zand gestockeerd worden ten gevolge van de benodigde uitgraving. Voor de andere windmolenparken is uitgegaan van de huidige beslissingen rond het funderingstype: Belwind en Northwind (monopile); C-Power (combinatie gravitaire en jacket fundering).

Bij het hergebruiken van het gestockeerde materiaal zullen opnieuw bagger- en dumpingsverliezen optreden dus zal meer gebaggerd moeten worden dan er gestockeerd werd. Cumulatief zal dit gaan om een extra volume van ca. 4.872.600 m³ dat bovenop het gestockeerde materiaal gebaggerd zal worden. In totaal zal door al deze bagger- en dumpactiviteiten 12,3 miljoen m³ materiaal als extra bovenop het natuurlijke sedimenttransport komen. Het is echter zo dat er een tijdsverschil zal optreden tussen de effecten. De zes

windmolenparken zullen slechts gedeeltelijk overlappen qua constructieperiode. Het cumulatieve effect zal daarom kleiner zijn dan de som van de individuele effecten.

Ter vergelijking, op het BDNZ is er de voorbije jaren ongeveer een jaarlijks volume van 2 miljoen m³ aan zand- en grindextractie voor commercieel gebruik geweest, verspreid over een aantal locaties alsook ongeveer 16 miljoen m³ gebaggerd en terug in zee gedumpt op de voorziene stortplaatsen.

De lokale erosie door de aanwezigheid van de funderingen wordt voor alle windmolenparken tegengegaan door het a priori aanleggen van een erosiebescherming, met uitzondering van de jacket fundering. Indien nodig, wordt voor de zes windmolenparken dus mitigerend opgetreden. Ook bij het artificieel eiland wordt een erosiebescherming en breuksteen aangebracht om erosie van en rondom het eiland tegen te gaan.

Gezien de lokale erosie rondom individuele funderingen echter niet zal optreden voor elke windturbine tegelijkertijd en dit effect weggewerkt wordt door herstellen en bijkomend storten van erosiebescherming is het cumulatieve effect kleiner dan de som van de individuele effecten. De erosie rondom het artificieel eiland reikt bovendien niet tot aan de windmolenpark concessiezones.

De impact op de morfodynamiek van het BDNZ door de aanleg van de kabels is verwaarloosbaar. Een gezamenlijke installatie van kabels (dichtbij elkaar gelegen trajecten) betekent een geringere impact dan indien elk van de vier projecten verschillende trajecten hanteert. Door het baggeren van de sleuven waarin de kabels terechtkomen komt 3 miljoen m³ sediment in de waterkolom terecht bovenop het natuurlijke sedimenttransport. Ook bij de backfill treden opnieuw bagger- en dumpingsverliezen op in de grootteorde van 2 miljoen m³ bovenop de 2 miljoen m³ die verloren gaat bij het creëren van het eiland.

De kans echter dat het kabelleggen gelijkloopt met het creëren van het Alpha-eiland en het baggeren van funderingsputten voor GBF in de nabijgelegen windmolenparken is klein. Het cumulatief effect is dus kleiner dan de som van de effecten.

Indien de erosiebescherming verwijderd wordt, zal er in essentie een put ontstaan ter hoogte van elke fundering in een windmolenpark. Het herstel van de funderingsputten is op basis van de huidige kennis niet in te schatten in ruimte en tijd. Het cumulatieve effect zal niet groter zijn dan de som van de individuele effecten. Bij ontmanteling en verwijdering van het artificieel eiland zal de oorspronkelijke morfologie niet hersteld worden en blijft een vlakte achter. Hoe snel de oorspronkelijke duinen zich herstellen is onbekend. Het is wel zo dat er geen beïnvloeding zal zijn van de diverse funderingsputten en de eilandlocatie zodat het cumulatieve effect niet groter is dan de som van de individuele effecten.

0.4.3 Water

De constructie van artificieel eiland zal een lokale en tijdelijke verhoging van de turbiditeit veroorzaken. Deze zal het grootst zijn en meest uitgestrekt tijdens springtij.

De kans bestaat dat de bagger- en dumppluimen, ontstaan bij het creëren van het eiland, de turbiditeitspluimen ontstaan bij het creëren van funderingsputten in nabijgelegen windmolenparken versterken. Hun oriëntatie is bij beide activiteiten volgens de dominante ZW-NO richting georiënteerd en de locaties liggen in elkaars verlengde. In IMDC (2013c) wordt een invloedsstraal vermeld van 2,4 km voor baggerwerken in het SeaStar projectgebied.

Wegens een deels gelijklopende planning is het mogelijk dat beide activiteiten met elkaar interfereren. Het cumulatief effect zal gelijk zijn aan de som van de effecten.

De beïnvloedingszone van het eiland op het residueel watertransport reikt tot in de zuidelijke delen van het SeaStar en Northwind park (verlaging stroomsnelheid aan de lijzijde van het eiland ten opzicht van de dominante stromingsrichting). Het cumulatief effect zal gelijk zijn aan de som van de effecten van het eiland en de windturbines. Al is de impact van de funderingen in het windmolenpark op de hydrodynamica verwaarloosbaar klein en cumuleren de impacten van funderingen onderling niet.

De effecten tijdens de ontmantelingsfase zullen gelijkaardig zijn als in de inrichtingsfase. Voor de meeste effecten zal de impact bovendien geringer zijn dan tijdens de constructiefase daar de intensiteit van de activiteiten afneemt (bvb. geen nivelleringen van de zeebodem meer, geen baggeractiviteiten gekoppeld aan de aanleg van funderingsputten voor gravitaire funderingen).

De impact op de turbiditeit wordt voor de aanleg van de kabels als tijdelijk en lokaal beoordeeld, zeker in vergelijking met de natuurlijk turbiditeit. Het cumulatief effect dat ontstaat door het leggen van andere kabels of het cumulatief effect door zandextractie in de buurt wordt als aanvaardbaar beoordeeld.

0.4.4 Klimaat en atmosfeer

Er worden geen cumulatieve effecten verwacht op het klimaat of de atmosfeer

0.4.5 Geluid en trillingen

Het effect van het geluid en de trillingen tijdens de constructiefase is tijdelijk. Bovendien zijn de verhoogde geluidsniveaus veroorzaakt door de constructie van het BOG veel lager dan voor de windmolenparken waarbij de funderingen ingeheid worden. Er worden dus geen cumulatieve effecten verwacht voor de constructie van het BOG.

De installatie van de BOG-kabels zal een minder lange geluidstoename met zich meebrengen dan wanneer de kabels voor elk van de windmolenparken afzonderlijk worden aangelegd en er verschillende trajecten gehanteerd worden of wanneer kabels langs eenzelfde traject maar op een ander tijdstip gelegd worden.

0.4.6 Fauna, flora en biodiversiteit

Voor de meeste effecten op benthos en vissen (biotoopverlies/ verstoring, verlies organismen, introductie hard substraat, geluid en trillingen) geldt dat het cumulatieve effect de som is van de afzonderlijk effecten per windmolenpark. Deze zijn bovendien vaak recht evenredig met het ruimtebeslag. De totale oppervlakte van de 7 parken samen (inclusief veiligheidszones) plus het BOG blijft relatief klein t.o.v. het BDNZ. Er heerst nog een grote onzekerheid omtrent de grootte van het cumulatieve effect van geluidsverstoring onder water en elektromagnetische straling ten gevolge van de bekabeling. Verder onderzoek is aangewezen.

Het Alpha-eiland zal een grote aantrekking uitoefenen op vogelsoorten aangezien het kan gebruikt worden als rustplaats op zee. Ook de toename van harde substraten kan mogelijk zorgen voor een verbetering in voedselbeschikbaarheid. Door de aanwezigheid van

honderden turbines nabij het eiland kan dit echter de aanvaringskans verhogen. Verdere monitoring naar de wisselwerking tussen het eiland en de windmolenparken is dan ook aangewezen.

Voor zeezoogdieren wordt verwacht dat de meeste cumulatieve effecten (verstoring, geluid, fysische aanwezigheid windmolenparken, wijziging in voedselbeschikbaarheid…) de som van de afzonderlijke effecten zullen zijn.

0.4.7 Zeezicht en cultureel erfgoed

De constructieactiviteiten kunnen een effect hebben op de beleving van toeristen, bewoners en vissers. De scheepvaart zal verhogen en ook de bouwwerkzaamheden kunnen het zeezicht op zee beïnvloeden. De bouw van de verschillende windmolenparken is al enkele jaren aan de gang en zal vermoedelijk nog doorgaan tot 2018-2019. De bouwperiodes van het BOG en de parken kunnen deels overlappen waardoor de verstoring zal verminderen in duur, maar wel een verhoogde intensiteit van verstoring met zich mee zal brengen. Gezien de concentratie van activiteiten binnen één afgebakende windconcessiezone en aanpalend het BOG, zal de verstoring grotendeels aan de oostkust voelbaar zijn. Langs de andere kant kunnen de werkzaamheden ook als een extra toeristische attractie gezien worden. Ongeacht dit gegeven, wordt het cumulatieve effect als gering negatief beoordeeld.

Langsheen de tracés voor de kabels zijn enkele wrakken gesitueerd. Wanneer het ontwijken van scheepswrakken telkens maximaal nagestreefd wordt door het uitvoeren van een voorafgaande side-scan sonar survey (of een gelijkwaardig onderzoek) langsheen het traject, wordt het effect op het maritiem cultureel erfgoed tot een minimum beperkt. Het cumulatieve effect op het maritiem archeologisch erfgoed wordt bovendien verder gereduceerd doordat de kabeltracés van Norther, Rentel, SeaStar en Mermaid worden vervangen door de BOG-kabels.

0.4.8 Interactie met menselijke activiteiten

De zone rond het eiland (veiligheidsafstand) dat afgesloten wordt voor de visserij is minimaal in vergelijking met het afsluiten van de concessiezone voor windenergie. Gebaseerd op algemene gegevens van de beschikbare studies zijn bovendien zowel de Thorntonbank, de Blighbank als de Lodewijkbank van minder belang voor de Belgische visserij (Arcadis, 2008, 2011; Ecolas, 2003, 2007). Dekker *et al.* (2009) heeft berekend dat het afsluiten van windmolenparken (en ook mariene beschermde gebieden) slechts een minimaal effect zal hebben op de hoeveelheid te vangen vis en dus op de visserij. Maricultuur biedt eveneens mogelijkheden om de economische activiteit van de visserij deels vervangen. Op basis van deze gegevens wordt het cumulatieve effect (beperkte omvang, permanent karakter) van verlies aan traditionele visserijgronden door de windmolenparken en het BOG als matig negatief ingeschat en dus als aanvaardbaar beoordeeld. Daarnaast kan de afsluiting van een groot aaneengesloten gebied er wel toe leiden dat de vaartijd van vissersschepen toeneemt.

Naast het ruimtelijke verlies spelen de cumulatieve korte en langetermijneffecten tijdens de constructie- en operationele fase op de vissen een rol voor de visserijsector. Mogelijke cumulatieve negatieve effecten worden veroorzaakt door het heien van de palen (monopile, jacket funderingen) en het ontstaan van elektromagnetische stralingen (kabels). Momenteel bestaat er nog veel onzekerheid rond de impact van deze effecten. Voorlopig wordt dit effect

als matig negatief (heigeluid tijdens constructie) tot gering negatief (elektromagnetische straling) ingeschat, maar verder onderzoek is wenselijk. Mits gebruik van milderende maatregelen kunnen beide effecten als aanvaardbaar beoordeeld worden.

Daarnaast kan een afsluiting van het gebied voor visserij en scheepvaart een positief effect hebben op de vispopulaties. Ook de introductie van harde substraten kan resulteren in een toename van vis.

De uitgebreide monitoring van de windmolenparken en het eiland zal een positieve bijdrage leveren aan de wetenschappelijke kennis van het BDNZ. Ook de mogelijkheid tot gemeenschappelijk onderzoek tussen de offshore industrie en Belgische universiteiten en andere wetenschappelijke instellingen biedt nieuwe opportuniteiten. Het cumulatief effect op het wetenschappelijk onderzoek wordt dus als matig positief beoordeeld.

0.4.9 Risico's en veiligheid

Er wordt verwacht dat de belangrijkste cumulatieve effecten voor de discipline Risico's en veiligheid zullen optreden voor de deelaspecten 'Scheepvaart' en 'Radar en scheepscommunicatie'. Zodoende worden enkel deze aspecten verder besproken.

0.4.9.1 Scheepvaart

In overleg met BMM is Elia overeen gekomen om zowel de situatie te simuleren waarin alle 7 windmolenparken reeds gerealiseerd zijn, als de situatie waarin de nog niet vergunde parken (SeaStar en Mermaid) nog vrij toegankelijk zijn voor de scheepvaart. Het is immers niet zeker of deze parken in hun huidige voorziene vorm zullen worden vergund en gerealiseerd, en zo ja, of deze gerealiseerd zullen worden voordat het eiland is aangelegd. Wanneer het eiland eerder is geconstrueerd dan de windmolenparken, resulteert dit in tijdelijk nog afwijkende verkeersstromen rond het eiland dan na de aanleg van de windmolenparken. Bovendien worden 2 eilandlocaties in rekening gebracht: naast de effectieve locatie (Alpha 1) op de Lodewijkbank, wordt voor de veiligheidsstudie ook de alternatieve locatie (Alpha 2) op de Blighbank bestudeerd.

De bespreking en beoordeling van de effecten op scheepvaart werd opgemaakt in een deelstudie door MARIN-IMDC (2013, externe bijlage).

0.4.9.1.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling

Het Belgische Deel van de Noordzee wordt gekenmerkt door een zeer intens scheepvaartverkeer. De belangrijkste scheepvaartroute is oost-west georiënteerd richting de Schelde (Zeebrugge). Door het afsluiten van de Belgische windconcessiezone voor de scheepvaart, zullen schepen hun routes moeten aanpassen en zal de intensiteit van schepen aan de randen van het windmolenpark verhogen.

Uit voorgaande studies (Ecolas, 2003; Le Roy *et al.*, 2006, DNV, 2008) blijkt dat de raming van scheepsongevallen in de Belgische territoriale wateren een zeer moeilijke berekening is. De getallen variëren van meerdere aanvaringen per jaar tot minder dan 0,0005/jaar afhankelijk van het beschouwde gebied, het scheepstype en het type accident (aanvaring/aandrijving; met een schip/platform) dat in overweging genomen wordt. Een inzicht in de werkelijke kans op een ongeval op het BDNZ is moeilijk in te schatten. Verder blijken vooral RoRo (Roll

on/Roll off) schepen, vrachtschepen en in minder mate ook containers, betrokken te zijn bij een aanvaring tussen 2 schepen (DNV, 2008).

Analoog hiermee, blijkt een grote variatie te bestaan voor de inschatting van het aantal accidenten die effectief aanleiding geven tot milieuverontreiniging. In de RAMA-studie (Le Roy *et al.*, 2006) wordt vermeld dat de kans op een accident met een lozing van gevaarlijke goederen (milieuverontreiniging) op eens om de 3 jaar ingeschat wordt. Dit aantal wordt eerder als een overschatting beschouwd omwille van allerlei redenen (o.a. karakteristieken van het model in combinatie met het zandbank-systeem). MARIN berekende die kans op eens om de 31 jaar. In Ecolas (2003) wordt vermeld dat BMM 3 incidenten met milieuvervuiling per 100 jaar, of eens om de ca. 30 jaar, als een aanvaardbaar risico beschouwd.

Een toetsing van deze inschattingen aan de werkelijkheid toont aan dat er gedurende de laatste 40 jaar een 30-tal incidenten geweest zijn met olie, die een potentieel gevaar opleverden voor de Belgische Kust (Ecolas, 2006). De gelekte volumes variëren echter tussen de 10.000 ton (Olympic Allience, Dover Street, 1975, Iranean light crude) en minder dan 10 ton (bvb. Noordpas incident, EEZ, 2001, olie niet verder gespecificeerd). De helft van de vervuiling werd veroorzaakt door stookolie, benzine, 'crudes', terwijl de andere helft niet geïdentificeerd werd. Dit resulteerde dus in gemiddelde gelekte hoeveelheden van ongeveer 1.500 ton voor het totaal vervuilde gebied en 500 ton voor het BDNZ. Deze grote hoeveelheid is hoofdzakelijk te wijten aan het accident met de British Trent (1993) waarbij ongeveer 5.000 ton in zee terecht kwam. Een analyse exclusief dit accident geeft voor het BDNZ een gemiddelde gelekte hoeveelheid van ongeveer 50 ton.

Omwille van die onzekerheid moeten de cijfers met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. 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.

0.4.9.1.2 Bespreking en beoordeling van de cumulatieve effecten

In de MARIN studie (2013, externe bijlage) zijn de effecten van de aanwezigheid van het BOG-eiland op de scheepvaart voor twee verschillende locaties gekwantificeerd en vergeleken met de basissituatie waarin alle windparken aanwezig zijn, maar het eiland niet.

De aanvaringskansen voor de Alpha 2 locatie zijn hoger dan voor locatie Alpha 1, omdat deze locatie dichter bij de drukke route ten zuidwesten van de windparken ligt. Het afsluiten van de gehele windparkstrook zorgt voor Alpha 1 voor een sterke afname van de aanvaringskans, maar voor Alpha 2 maakt dit weinig verschil.

Voor locatie Alpha 2 liggen de totale frequenties van uitstroom van chemicaliën hoger dan voor Alpha 1 onder scenario 1, en voor scenario 2 zijn deze ongeveer gelijk. Voor Alpha 1 zijn de frequenties van uitstroom met zeer hoog ecologisch risico echter wel groter dan voor Alpha 2, maar nog steeds zeer klein (eens per 76.923 jaar onder scenario 1).

De verkeerseffecten door verplaatsing van de routes zijn alleen berekend voor het Belgische Deel van de Noordzee. Doordat in windparkscenario 2 nog routes tussen de windparken door varen en sneller van het BDNZ verdwijnen, zorgt dit er ook voor dat de verkeerseffecten onder scenario 2 veelal een afname tonen. Wanneer de schepen onder scenario 1 langer op het BDNZ varen, levert dit juist een toename.

Het aantal schepen neemt onder windparkscenario 1 en aanwezigheid van het BOG-eiland op Alpha 2 toe met 0,24%, en het aantal schepen betrokken bij ongevallen met 0,42%.

Aanwezigheid van het eiland op Alpha 1 beïnvloedt onder scenario 1 de routes niet, zodat er ook geen verschillen zijn.

Onder scenario 2, dus bij afwezigheid van windparken SeaStar en Mermaid, zijn minder schepen aanwezig op het BDNZ, maar er is wel een lichte stijging van het aantal incidenten. Dit komt doordat er meer ontmoetingen zijn in deze scenario's waarin schepen tussen de windparken doorvaren en andere links kruisen.

De toename van het aantal zeemijlen op het BDNZ onder scenario 1, en de afname onder scenario 2, zorgen tot slot voor een navenante toe- en afname van de emissies.

0.4.9.2 Radar en scheepscommunicatie

De bespreking en beoordeling van de effecten op radar en scheepscommunicatie werd opgemaakt in een deelstudie door Flemtek-IMDC (2013, externe bijlage). De belangrijkste resultaten in verband met het cumulatief effect van de windmolenparken op radar en scheepscommunciatie worden hieronder samengevat.

0.4.9.2.1 Impact op de waarnemingen van de SRK walradarstations

Algemeen kan gesteld worden dat er zich enkel een bijkomende verandering zal voordoen voor wat de opvolging van de scheepvaarttrafiek betreft bij een realisatie van het transformatorstation Alpha ten opzichte van de situatie die zich reeds voordoet door de realisatie en uitbouw van de offshore windparken binnen het afgebakende Belgische concessiegebied, voor het SRK radarstation van Oostende. Er ontstaat inderdaad een bijkomende dode radarzone achter het transformatorstation BOG Alpha t.o.v. de SRK radar van Oostende.

Wel dient opgemerkt te worden dat de secundaire navigatieroutes zullen wijzigen, en dat deze wijziging de nodige aandacht verdient in verband met de veiligheid van de scheepvaarttrafiek op deze gewijzigde routes.

0.4.9.2.2 Impact op de waarnemingen van de scheepsradar

Er zal zich eerst en vooral een radarblinde zone voordoen in lijn achter het transformatorstation. Dit vraagt zeker de nodige aandacht voor scheepvaartverkeer om en rond het transformatorstation, en specifiek voor het verkeer naar de aanmeerkade.

De fenomenen van valse echo's en multipath zijn voldoende bekend wanneer zich een voldoende groot object (in casu ander schip) in de nabijheid van de eigen scheepsradar bevindt. In de meeste gevallen betreft het zelfs een mast of ander object aan boord van het eigen schip dat de oorzaak van foutieve beeldvorming is. De radaroperatoren aan boord zijn dan ook met deze verschijnselen voldoende vertrouwd.

0.4.9.2.3 Impact op de VHF communicatie en aanverwante marifone systemen (AIS, RDF)

Algemeen gesteld zal er zich enkel ten opzichte van het radiostation Oostende een bijkomende dode zone voordoen achter het transformatorstation. Een gelijkaardig effect zal zich voordoen voor de VHF communicatie tussen schepen in dit gebied, wat met betrekking tot het scheepvaartverkeer in de directe omgeving wel de nodige aandacht verdient.

De werking van het AIS systeem en het RDF systeem zal niet beïnvloed worden.

Opnieuw verdienen de aangepaste secundaire navigatieroutes rondom de offshore windparken de nodige aandacht in verband met de veiligheid van de scheepvaarttrafiek, waarbij de radio communicatie doorheen het transformatorstation tussen schip en schip quasi onmogelijk zal zijn.

0.4.9.2.4 Besluit

Algemeen kan dus gesteld worden dat de realisatie en inplanting van het transformatorstation Alpha geen noemenswaardige invloed zal hebben op de bewaking en opvolging van het scheepvaartverkeer op de grote routes, zoals het zich momenteel voordoet. Dit geldt ook voor de VHF radiocommunicatie.

Een bijzonder aandachtspunt is echter wel het scheepvaartverkeer in en om het transformatorstation, en specifiek het verkeer voor onderhoudswerkzaamheden naar de aanlegkade van Alpha.

Zowel voor het kuststation van Oostende, als voor alle waarnemingen en communicatie tussen schip en schip, stelt zich het probleem dat er telkens een radarblinde of radioblinde zone zal ontstaan, in lijn achter het transformatorstation. Specifiek hierbij is de radarblindheid ten opzichte van het grootste deel van de omgeving voor schepen die aanmeren aan de kade van het transformatorstation.

Het scheepvaartverkeer in deze directe omgeving van het transformatorstation zal dus met de nodige omzichtigheid dienen te gebeuren.

Verder dient er op gewezen te worden dat in deze studie enkel de effecten van de SRK radarbewaking van de scheepvaart, de radarwaarneming door de scheepsradar en de VHF radio communicatie (schip/wal en schip/schip) besproken zijn.

De bewaking van het hier beschouwde transformatorstation zelf is in de studie niet aan bod gekomen. Hiervoor dienen er uiteraard gepaste maatregelen getroffen te worden, vooral om de scheepvaarttrafiek om en rond het transformatorstation adequaat op te volgen. Hierbij kan gedacht te worden aan een bijkomende radarinstallatie, op een gepaste locatie en met eventueel een beperkte reikwijdte. Het is echter evident dat een dergelijke extra radarinstallatie niet allen het transformatorstation, maar meteen alle offshore windturbineparken (Norther, C-Power, Rentel, SeaStar, Northwind, Belwind en Mermaid) kan en zal “bedienen”.

0.5 GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN

0.5.1 Bodem en water

Uit de numerieke modelleringsstudie blijkt dat de invloedsfeer van het eiland op de hydrodynamica en het sedimenttransport beperkt is tot de directe omgeving van het eiland en niet reikt tot aan de Belgisch-Nederlandse grens. Ook de turbiditeitspluimen die ontstaan bij de creatie van de zandpannenkoek en de bovenbouw overschrijden de natuurlijke achtergrondconcentraties niet in Nederlands grondgebied.

0.5.2 Klimaat

Tijdens de constructie en ontmantelingsfase wordt een lichte verhoging van emissies verwacht ten gevolge van de toename in scheepsactiviteiten. Door de reeds hoge concentratie aan schepen in Nederlandse wateren en de rest van de Noordzee kan dit effect als verwaarloosbaar beschouwd worden.

0.5.3 Geluid en zeezicht

Alpha zal niet zichtbaar zijn vanaf de Nederlandse kust door de grote afstand (ca. 40 km) en door de ligging achter de Belgische windmolenparken. Ook de geluidshinder van baggerschepen is minimaal en zal aan de Nederlandse grens zich onder het huidig achtergrondsgeluidsniveau bevinden.

0.5.4 Fauna en flora

Er bevinden zich twee Natura 2000 gebieden over de grens met Nederland op ca. 22 km van Alpha: de Vlakte van de Raan en de Voordelta.

De effecten op benthos, vissen, vogels en zeezoogdieren in Natura 2000 gebieden worden als aanvaardbaar geacht omwille van de tijdelijk en lokale aard van de verstoring, de grote afstand tot zeehondenkolonies in de Nederlandse Delta, het uitgebreide foerageergebied van zeehonden en vogels, en het ruime verspreidingsgebied van Bruinvissen.

0.5.5 Risico's en veiligheid

De aanwezigheid van het BOG zal weinig tot niets veranderen aan de scheepvaart in Nederlands grondgebied wanneer alle windmolenparken gebouwd zijn.

Uit de MARIN studie (2013, externe bijlage) blijkt dat wanneer de doorgang door het SeaStar en Mermaid windmolenpark nog niet is afgesloten, er in het BDNZ een lichte stijging van het totaal aantal schepen betrokken bij incidenten te zien zal zijn.

Er zullen zich geen wezenlijke veranderingen voordoen voor wat de radar en radio opvolging van de scheepvaarttrafiek betreft binnen het afgebakende Belgische concessiegebied, en dit zowel vanuit de Vlaamse als de Nederlandse SRK radarstations.

0.5.6 Conclusie

Gezien de positie achter de windmolenparken en afstand ten opzichte van de grens worden zo goed als geen effecten verwacht worden naar Nederland toe. Gezien de afstand van het projectgebied tot de Nederlandse kust worden de effecten als aanvaardbaar beschouwd.

0.6 MONITORING

Monitoring moet het mogelijk maken om eventuele veranderingen in het ecosysteem als gevolg van de inplanting van het windmolenpark te kunnen detecteren.

In de diverse thematische hoofdstukken van voorliggend MER worden voorstellen geformuleerd voor monitoring. Deze voorstellen zijn hoofdzakelijk gebaseerd op de diverse MERs uitgevoerd voor de windmolenparken van C-Power, Northwind, Belwind, Norther en Rentel (Ecolas NV, 2003 en 2004; Arcadis, 2007, 2008 en 2011; IMDC 2012a) en de milieu-effectbeoordelingen (MEBs) uitgevoerd door de overheid voor dezelfde projecten (BMM, 2004, 2006a, 2007, 2009, 2011, 2012).

0.7 BESLUIT

De realisatie van het Belgian Offshore Grid (BOG) heeft als doel het transport van de op zee opgewekte energie door middel van een redundant systeem naar land te transporteren. Het offshore deel van het BOG zal bestaan uit 2 onderstaions in zee (het artificieel Alpha-eiland gelegen op de Lodewijkbank en Beta te installeren op een jacket-structuur gelegen in het Norther windmolenpark) en 8 kabels (3 tussen Alpha en de kust, 3 tussen Beta en de kust en 2 tussen Alpha en Beta). Beta maakt deel uit van het BOG, maar niet van de voorliggende vergunningsaanvragen (kabel- en milieuvergunning).

Een milieueffectenrapport (MER) dient te worden opgesteld om de milieubelangen een volwaardige plaats te geven bij de vergunningsverlening. Dit MER dient ter onderbouwing van de vergunningsaanvraag en behandelt zowel de bouw, de exploitatie en de ontmanteling van het BOG.

Het ontwerp van het eiland zal de verantwoordelijkheid van de aannemer zijn, waarbij moet aangetoond worden dat het eiland voldoet aan de opgelegde functionele eisen, waaronder de eisen voortvloeiende uit de milieuvergunning. Hierdoor kan het finaal ontwerp nog niet bepaald worden en is het momenteel onmogelijk de exacte ligging van het eiland vast te leggen, doch zijn er in het kader van het MER richtinggevende waarden voor positie en oppervlakte inname vastgelegd. Het projectgebied is zodanig gekozen dat het gelegen is binnen de zone “Stopcontact op Zee” zoals aangeduid op ontwerp van het Marien Ruimtelijk Plan (principieel goedgekeurd door de ministerraad op 24 mei 2013). De totale oppervlakte van het projectgebied bedraagt ca. 672.500 m². Het MER-ontwerp betreft een cirkelvormig eiland, bestaande uit een basis van zand (een zandpannenkoek) met een oppervlakte van ca. 0,5 km². Daarboven komt een bovenbouw met zeewering uit breuksteen en een kern uit fijner materiaal.

Het kabeltracé is zo gekozen dat zo veel mogelijk bestaande infrastructuur op zee gevolgd wordt, i.e. BOG export kabels worden voorzien parallel aan leidingen, kabels en concessiezones. Langsheen het kabeltracé zal de onderlinge afstanden tussen de BOG export kabels 100 m bedragen, om de eventuele onderhouds- en herstellingswerken vlot te laten verlopen. Dit met uitzondering van de kustnabije zone en de aanlandingszone.

Eveneens wordt de nodige monitoring voor bewaking en besturing van het BOG voorzien en de vereiste bebakening en markering voor luchtvaart en scheepvaart. Het BOG zou eind 2017 operationeel moeten zijn. Er wordt gestreefd naar een volwaardig operationeel BOG in de loop van het tweede of derde kwartaal van 2017 en een exploitatieduur van minimum 30 jaar.

Tijdens de constructiefase zal er een tijdelijke milieuverstoring plaatsvinden ten gevolge van de werkzaamheden. Er dient een aanzienlijke hoeveelheid gebaggerd zand gedumpt worden voor de opbouw van het eiland. Hierdoor treedt er een tijdelijke habitatverstoring van de benthische fauna, vissen en zeezoogdieren. Als gevolg van de activiteiten (varen, baggeren,

gebruik van de kraan , …) zal er een tijdelijk een beperkt verhoogd geluidsniveau aanwezig zijn onder en boven water. Er is onzekerheid over de grootte van de impact van geluid en trillingen op het mariene leven. Als gevolg van de erosiebescherming en de stortstenen zal er beperkt verlies zijn aan zandbodem als leefomgeving. De creatie van harde substraten zal leiden tot een verhoogde en veranderde biodiversiteit. Waarschijnlijk zullen verstoringsgevoelige soorten en zeezoogdieren het gebied tijdelijk verlaten. Er worden geen effecten verwacht voor de andere gebruikers binnen het BDNZ.

Tijdens de operationele fase treden eveneens een aantal effecten op. Potentiële erosie wordt tegengaan door het a priori aanleggen en/of monitoren van een erosiebescherming. De kans op verontreiniging van water en bodem is verwaarloosbaar. Het eiland zal niet waarneembaar zijn vanuit verschillende kuststeden, aangezien het achter C-Power en Norther ligt. Voor de meeste fauna-soorten zullen (nagenoeg) geen effecten optreden. Verder onderzoek is echter wenselijk om deze voorlopige inschattingen te bevestigen.

Algemeen mag worden gesteld dat de effecten van de ontmantelingfase gelijkaardig zullen zijn aan die van de constructiefase, maar dat de intensiteit van voorkomen veel lager zal zijn. Geluidsverstoring zal blijven voorkomen. Ook het biotoopverlies en het daarmee gepaard gaande verlies aan organismen blijft beperkt tot de oppervlaktes die effectief verstoord worden tijdens de ontmantelingsfase.

De voornaamste invloed van de bekabeling is de lokale verstoring van de bodem en de daarin levende organismen. Deze invloed zal beperkt zijn tot de onmiddellijke omgeving rond het kabeltracé en na een tijd verdwenen zijn (gering negatief effect). De invloed van de elektromagnetische straling en de lokale opwarming van de zeebodem (door de warmteontwikkeling in de elektrische kabels) op benthos, vissen en zeezoogdieren tijdens de exploitatie van het windmolenpark is onzeker, maar beperkt tot de nabije omgeving.

Bij de cumulatieve effecten (gezamenlijke effecten van het BOG en de 7 (geplande) windmolenparken) worden enkel de effecten verder besproken die niet verwaarloosbaar zijn voor een enkel windmolenpark. In een worst case scenario (gravitaire funderingen voor Norther, Rentel en SeaStar) zal in totaal door al deze bagger- en dumpactiviteiten inclusief het BOG 12,3 miljoen m³ materiaal als extra bovenop het natuurlijke sedimenttransport komen. Voor de meeste effecten op benthos en vissen geldt dat het cumulatieve effect de som is van de afzonderlijk effecten - vaak recht evenredig met het ruimtebeslag dat in totaliteit relatief klein blijft t.o.v. het BDNZ. Vogels die aangetrokken worden tot het eiland kunnen een hoger aanvaringsrisico lopen in nabije windmolenparken. Er worden geen noemenswaardige negatieve cumulatieve effecten verwacht voor de verschillende gebruikers van de Noordzee. De kans op aanvaring op het eiland is vrij laag (ca. eens in de 93 jaar), in vergelijking met de parken aan de actuele NW en ZO uiteindes van de Belgische windmolenzone (eens in de 15 jaar voor Belwind en eens in de 11 jaar voor Norther). Er wordt geen significant negatieve invloed verwacht van de aanwezigheid en exploitatie van de windmolenparken en het BOG op de bewaking van en communicatie met het scheepvaartverkeer.

Gezien de positie en afstand ten opzichte van de grens worden zo goed als geen grensoverschrijdende effecten verwacht worden naar Nederland toe. Gezien de afstand tot de Nederlandse kust worden alle beschouwde effecten als aanvaardbaar beschouwd.

1. INLEIDING

1.1 DOELSTELLING VAN DIT PROJECT

De realisatie van het Belgian Offshore Grid (BOG) heeft als doel het transport van de op zee opgewekte energie door middel van een systeem met een verhoogde bedrijfszekerheid naar land te transporteren. Het BOG zal bestaan uit een offshore gedeelte, dat de energie van op zee naar het strand in Zeebrugge brengt en een onshore gedeelte dat de verbinding maakt tussen de offshore kabels en het onderstation op land, i.e. het Stevin station. De verbinding tussen de offshore en de onshorekabels wordt gemaakt in de moffenput, die zal worden begraven onder het hoogstrand.

Dit MER gaat over het projectonderdeel op het federaal territorium, zijnde het deel op zee tot aan de 0 m LAT hoogtelijn (de basislijn). Het onshore gedeelte, vanaf de basislijn landinwaarts, maakt geen onderdeel uit van onderhavig MER, hoewel er op bepaalde plaatsen ook aandacht naartoe gaat. Het offshore en het onshore deel van het project worden beiden onderworpen aan de wetgeving van de respectievelijke gebieden waar ze gelegen zijn. Voor het onshore gedeelte worden de milieueffecten in een eigen milieutoets onderzocht en besproken.

Het offshore deel van het BOG zal bestaan uit:

- Twee onderstations (Offshore High Voltage Stations) in zee:
  - Alpha, te installeren op een klein artificieel eiland gelegen op de Lodewijkbank.
  - Beta, te installeren op een jacket-structuur gelegen in het Norther windmolenpark.
- Vier, vijf of zes kabels met connectie naar land:
  - Verbinding Alpha met de kust: A1, A2 en A3 tussen Alpha en de kust met aanlanding op het strand ten westen van de haven van Zeebrugge.
  - Verbinding Beta met de kust: B1, B2 en B3 tussen Beta en de kust met dezelfde aanlandingszone als A1-A3.
- Eén tot twee kabels die de verbinding maken tussen Alpha en Beta, i.e. AB1 en AB2.

In het MER en de vergunningsaanvraag wordt ervan uitgegaan dat er 6 kabels met connectie naar land en 2 kabels tussen Alpha en Beta nodig zijn. De situatie met respectievelijk 4 of 5 en 1 kabel wordt niet besproken in het MER, noch specifiek aangevraagd in de vergunningsaanvraag.

Het voorliggende milieueffectenrapport (MER) is een onderdeel van het volledige vergunningstraject. Er wordt naar gestreefd om in het voorjaar 2014 zowel de onshore als offshore vergunningen te hebben bekomen, zodat het BOG operationeel is tegen dat de windmolenparken Norther, Rentel, SeaStar en Mermaid operationeel zijn. C-Power, Belwind en Northwind hebben voorzien in hun eigen exportkabels en maken in die zin geen deel uit van het Belgian Offshore Grid dat door ELIA ontwikkeld wordt.

1.2 INITIATIEFNEMER

De initiatiefnemer is Elia (Elia Asset NV). Elia is de beheerder van het hoogspanningsnet (30.000 tot 380.000 Volt) in België. Deze onderneming beschikt overeen wettelijk monopolie en is daardoor onderworpen aan een bijzonder wettelijk kader en staat onder toezicht van regulatoren. De initiatiefnemer wordt verder beschreven in § 2.1.

Elia is verantwoordelijk voor de ontwikkeling van het BOG en heeft IMDC (International Marine and Dredging Consultants NV) tezamen met haar partner Tractebel Engineering het contract gegund voor het uitvoeren van mariene consultancy opdrachten in het kader van het BOG. Een belangrijk onderdeel van dit contract is het voorbereiden van alle nodige vergunningen, waarvan het voorliggende MER deel uitmaakt.

De centrale administratie en maatschappelijke zetel van Elia Asset NV is gevestigd te 1000 Brussel, Keizerslaan 20.

Gemandateerd vertegenwoordiger voor Elia:
Marc Steensels
Culliganlaan 1G
1831 Diegem

Tel. +32 2 546 79 37
GSM +32 473 75 28 54

Contactpersoon en aanspreekpunt voor het MER bij Elia:
Jeroen Mentens
Culliganlaan 1G
1831 Diegem

Tel +32 3 546 79 57
GSM +32 472 72 99 83

1.3 MER-DESKUNDIGEN

Het team van deskundigen voor de opmaak van het milieueffectenrapport is samengesteld uit MER experts van IMDC. IMDC is zeer vertrouwd met milieueffectrapportage in het Belgisch Deel van de Noordzee (BDNZ). In 2012 schreef IMDC het MER voor het windmolenpark Rentel en in het voorjaar 2013 het MER voor het windmolenpark SeaStar. Op 8 februari 2013 is het ministerieel besluit verschenen waarin staat dat Rentel NV haar milieuvergunning heeft bekomen (B.S. 2013). THV SeaStar dient haar milieuvergunningsaanvraag in juli 2013 in bij de Federale Overheid.

Tabel 1-1: MER-deskundigen.

Onderdeel van het MER	Deskundige
Coördinatie	Michiel Smits
Inleiding, projectbeschrijving, juridische en beleidsmatige randvoorwaarden, beschrijving van de alternatieven	Tim Vandenbroecke, Cleo Pandelaers, Michiel Smits
Bodem & water	Dr. Mieke Mathys
Fauna, flora & biodiversiteit	Cleo Pandelaers, Michiel Smits

Onderdeel van het MER	Deskundige
Interactie met andere menselijke activiteiten, zeezicht & cultureel erfgoed	Cleo Pandelaers
Lucht & klimaat	Abbass Tavallali, Cleo Pandelaers
Geluid & trillingen	Abbass Tavallali, Michiel Smits
Risico's & veiligheid	Joris Santermans, Michiel Smits

Voor specifieke expertises werden extra deskundigen ingeschakeld:

- G-tec voor de uitvoering en interpretatie van bathymetrisch en seismisch onderzoek.
- Flemtek (prof. Dr. Ir. Johan Catrysse) voor de studie inzake effecten op radar- en scheepscommunicatie, geassisteerd door IMDC.
- IMDC (Li Wang, Peter Mercelis & Gijsbert van Holland) voor het modelleren van het natuurlijk sediment transport in het gebied en het modelleren van pluimdispersie bij het baggeren.
- MARIN (o.l.v. Erwin van Iperen) voor het uitvoeren van een nautische veiligheidsstudie.

2. BESCHRIJVING VAN HET PROJECT

2.1 DE INITIATIEFNEMER

Elia Asset NV vormt samen met Elia System Operator NV de kern van de Elia Groep, die in totaal uit acht bedrijven bestaat. Elia Asset NV (hierna "Elia Asset") is een 99,99% dochtervennootschap van Elia System Operator. Om bepaalde taken uit te voeren die wettelijk opgelegd zijn aan de transmissienetbeheerder, handelt Elia System Operator samen met Elia Asset, die eigenaar is van het hoogspanningsnet of rechten heeft om het te gebruiken.

De moeder-dochterverhouding tussen Elia System Operator en Elia Asset is vastgelegd bij de Elektriciteitswet die vereist dat Elia System Operator alle aandelen in Elia Asset bezit, op twee aandelen na.

Samen vormen Elia System Operator en Elia Asset één enkele economische eenheid werkend onder de merknaam “Elia”, overeenkomstig de bepalingen van de overeenkomst van stille handelsvennootschap die tussen hen werd gesloten. Doorheen de vergunningsaanvraag zal verder de naam “Elia” gehanteerd worden.

Elia is de beheerder van het Belgische hoogspanningsnet en staat in voor de transmissie van elektriciteit (zie ook § 1.2). Over het hoogspanningsnet wordt stroom vervoerd van de producenten naar de distributienetbeheerders en de industriële grootverbruikers. Als netbeheerder zorgt Elia voor een transparante, niet-discriminerende en objectieve toegang tot het net. Elia bezit alle Belgische netinfrastructuur van 150 tot 380 kV en nagenoeg 94% van de netinfrastructuur van 30 tot 70 kV.

Het net van Elia is een essentiële verbinding tussen Frankrijk, de grootste uitvoerder van elektriciteit in Europa, en de Noord-Europese markten.

De kernactiviteiten van Elia zijn:

- Infrastructuurbeheer: het onderhoud en de ontwikkeling van het net, alsook de aansluiting van elektrische installaties op het net;
- Systeembeheer: het verlenen van toegang tot het net op een vlotte, objectieve en transparante wijze, de levering van alle diensten voor de transmissie van elektriciteit, het opvolgen van de stromen op het net om over de goede werking te waken en het beheer de klok rond van het evenwicht tussen verbruik en productie van elektriciteit;
- Marktfacilitator: het ontwikkelen van initiatieven om de werking van de elektriciteitsmarkt te verbeteren.

Meer informatie is beschikbaar op de website van Elia (www.Elia.be).

2.2 DOELSTELLING EN MOTIVERING VAN HET PROJECT

Het aanmoedigen van elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen is op Europees niveau een uiterst belangrijke prioriteit omwille van verschillende redenen, niet op zijn minst omwille

van het garanderen van een duurzame en gediversifieerde energiebevoorrading, van milieubescherming alsook van een Europese sociale en economische cohesie.

Bij de in 2009 aangenomen Europese richtlijn hernieuwbare energie zijn bindende streefcijfers voor hernieuwbare energie vastgesteld. De voornaamste doelstelling is om tegen 2020 een aandeel te bereiken van 20% hernieuwbare energie in het totale energieverbruik van de EU. Elke lidstaat moet zijn eigen specifieke streefcijfers qua aandeel van duurzame energie in het totale energieverbruik vaststellen en bereiken. Voor België is het streefcijfer vastgelegd op 13%. De bijdrage van offshore windmolenparken in het Belgisch deel van de Noordzee zullen een belangrijke bijdrage (moeten) leveren tot het behalen van deze Belgische doelstelling. Bij Koninklijk Besluit van 17/05/2004 werd een specifieke zone afgebakend voor elektriciteitsproductie in het Belgisch deel van de Noordzee.

Binnen dit afgebakende gebied produceren twee offshore windmolenparken reeds energie: C-Power (Thorntonbank: 54 turbines, 325 MW, bijna allemaal aangesloten) en Belwind (Blighbank: 55 turbines, 330 MW, een 2de fase fase met nog eens 55 turbines moet nog geïnstalleerd worden). Northwind (Lodewijkbank: 72 turbines, 216 MW) startte met installatiewerken in 2013. Norther en Rentel hebben inmiddels hun milieuvergunning. Seaster en Mermaid hebben hun concessie, maar moeten de milieuvergunning nog aanvragen.

Richtlijn 2011/77/EC bepaalt dat Lidstaten de nodige maatregelen moeten nemen opdat de operatoren van transmissie- en distributiesystemen op hun grondgebied daadwerkelijk ook transmissie en distributie van - uit hernieuwbare energiebronnen geproduceerde - elektriciteit zouden kunnen garanderen. Aangezien dergelijke maatregelen niets mogen afdoen aan het behoud van de betrouwbaarheid en veiligheid van het elektriciteitsnetwerk is de rol van Elia - als transmissiesysteem operator - uitgebreid tot het toekomstige offshore netwerk. Elia onderneemt dan ook acties om toekomstige windmolenparken gelegen in het Belgische deel van de Noordzee (BDNZ) zo efficiënt mogelijk te verbinden met het onshore netwerk d.m.v. de creatie van een Belgian Offshore Grid (BOG), wat meteen ook als basis kan dienen voor een groter Europees offshore netwerk. Dit project behelst de realisatie van een maritiem hoogspanningsnet om verschillende windmolenparken in de Belgische Noordzee te verbinden met het hoogspanningsnet op het vasteland ter hoogte van Zeebrugge (onderstation Stevin). De verbinding zal zorgen voor het verzekerd transport van het toenemende aandeel hernieuwbare energie en de beheersing van dit transport.

De uiteindelijke doelstelling van het project is om 2 offshore infrastructuren op te zetten die op een meer betrouwbare en economische wijze het energietransport vanop zee naar land realiseren. Hiertoe zullen enerzijds de twee offshore infrastructuren (Alpha en Beta) met het onshore onderstation Stevin in Zeebrugge verbonden worden. Anderzijds zullen Alpha en Beta onderling gekoppeld worden om het systeem een hoge bedrijfszekerheid te bieden. Het transport zal gebeuren via 220kV ondergrondse verbindingen. Op beide infrastructuren zal een offshore hoogspanningsstation (OHVS) worden geïnstalleerd om de verschillende windmolenparken, die in de nabije toekomst operationeel worden, aan te sluiten. Het onderstation Alpha zal bestaan uit een OHVS geplaatst op een artificieel eiland. De andere infrastructuur, i.e. Beta, zal bestaan uit een OHVS geplaatst op een jacket fundering.

2.3 RUIMTELIJKE SITUERING VAN HET PROJECT

2.3.1 Algemene situering

De OHVS'en van het BOG situeren zich in de nabije omgeving van de concessiezone Belgische windparken. Een situering dicht bij de energiebronnen zorgt ervoor dat de elektriciteitsverliezen langsheen de elektriciteitskabels zoveel mogelijk beperkt worden. De kabelverbindingen tussen de OHVS'en en de kust lopen naar Zeebrugge waar ze ten westen van de haven aan land komen en oostwaarts naar het hoogspanningsstation Stevin lopen.

Figuur 2-1 geeft de locatie van het BOG in het Belgisch Deel van de Noordzee (BDNZ) weer. Het Alpha-eiland zal gelegen zijn op de Lodewijkbank, ca. 1 km ten westen van het Northwind concessiegebied (zie § 0). Beta zal gelegen zijn in het Norther concessiegebied (zie § 2.3.3). De kabels sluiten zo nauw mogelijk aan bij de ligging van de concessiegebieden en de ligging van de Concerto 1 South telecommunicatiekabel (zie § 2.3.4), zodat het BOG in zijn geheel een zo beperkt mogelijke impact heeft op het ruimtegebruik in het BDNZ.

De situering van het BOG ten opzichte van de bathymetrie ter hoogte van het project, zoals opgemeten in de eerste helft van 2013, is voorgesteld in Figuur 2-2. In Figuur 2-3, Figuur 2-4, Figuur 2-5 en Figuur 2-6 wordt de bathymetrie ter hoogte van het BOG in profiel weergegeven met aanduiding van de locatie van de voornaamste andere gebruiksfuncties op het BOG-tracé. In functie van deze figuren is het BOG tracé opgedeeld in respectievelijk:

- het tracé vanaf de kust tot aan de splitsing van het tracé (Figuur 2-3);
- het tracé vanaf de splitsing langsheen het westen van de windmolenparken naar Alpha (Figuur 2-4);
- het tracé vanaf de splitsing naar Beta (Figuur 2-5); en
- het tracé vanaf Beta naar Alpha (Figuur 2-6).

2.3.2 Situering van het Alpha-eiland

Het Alpha-eiland zal gelegen zijn op het zuidelijk eind van de Lodewijkbank. De diepte ter hoogte van Alpha varieert tussen de ca. -17 en -28 m LAT en is gemiddeld ca. -25 m LAT diep. Het ontwerp van het eiland zal de verantwoordelijkheid van de aannemer zijn, waarbij moet aangetoond worden dat het eiland voldoet aan de opgelegde functionele eisen, waaronder de eisen voortvloeiende uit de milieuvergunning. Het eiland wordt via een zogenaamde "design and build"-opdracht gerealiseerd. Hierdoor kan het finaal ontwerp momenteel nog niet bepaald worden en is het momenteel ook onmogelijk de exacte ligging van het eiland vast te leggen, doch zijn er in het kader van het MER richtinggevende waarden voor positie en oppervlakte inname vastgelegd. Vertrekkende van de op heden gekende functionaliteiten (zie § 2.5.1.6.1) waaraan het eiland moet voldoen is een inschatting gegeven van de benodigde ruimte zowel boven als onder water. Op basis hiervan is een projectgebied afgebakend waarbinnen het eiland zal moeten gebouwd worden. Dit projectgebied is afgebakend rekening houdend met de op heden gekende technieken en mogelijke constructiewijzen op basis van een zogenaamd MER-ontwerp (zie § 2.5.1.7) en een realistische marge.

Het projectgebied is met een blauw kader aangeduid op de situeringkaart van het Belgian Offshore Grid (zie Figuur 2-1).

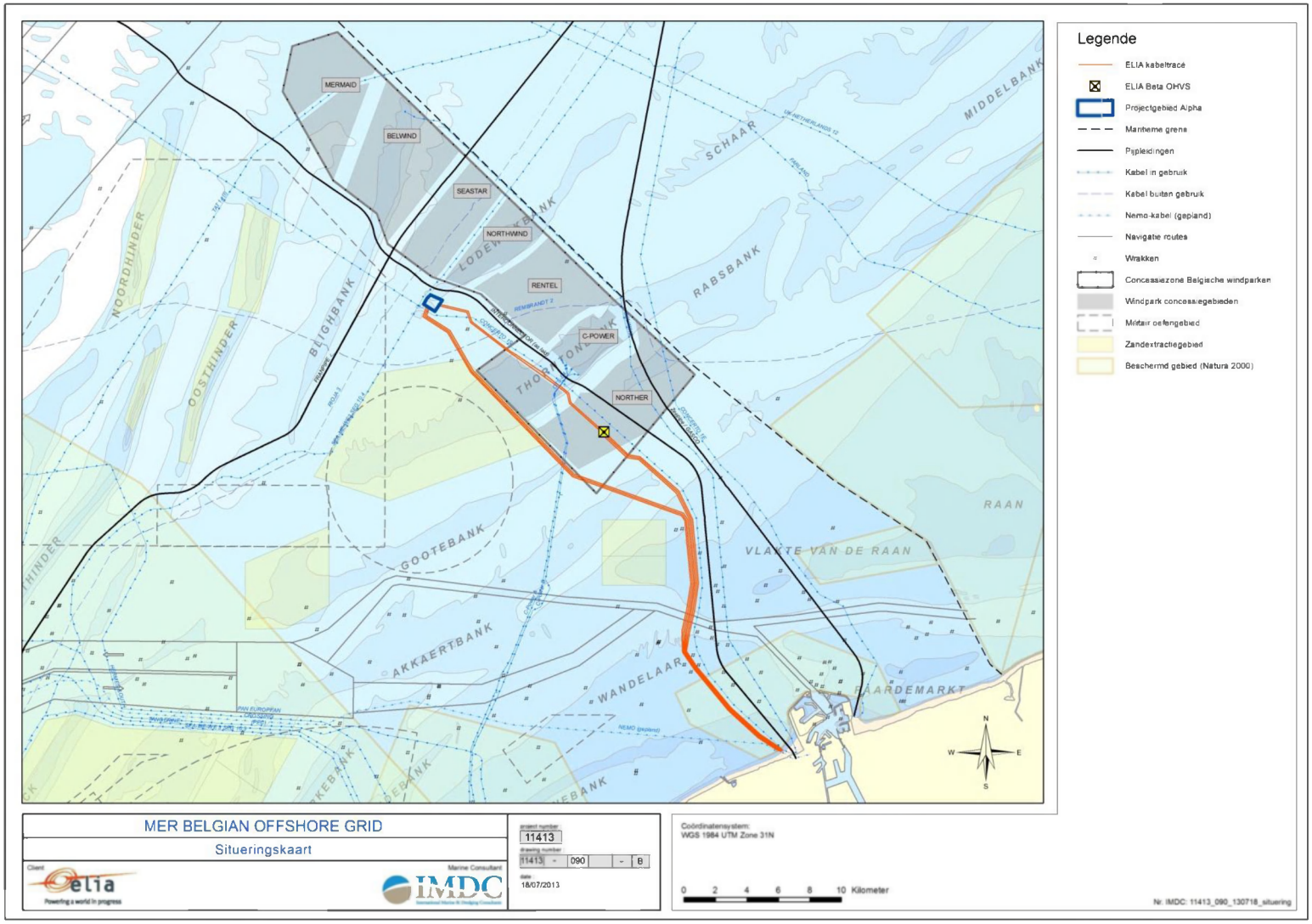
De gedetailleerde ligging van het projectgebied is weergegeven in Figuur 2-7. Uit deze figuur blijkt duidelijk dat er bij de afbakening van het projectgebied rekening gehouden is met de vereiste veiligheidszones rond onderzeese kabels en pijpleidingen (zie ook § 2.3.5.1 en § 2.3.5.2 voor een bespreking van de ligging van het BOG t.o.v. respectievelijke onderzeese pijpleidingen en telecommunicatiekabels). Uit deze figuur blijkt dat er in het projectgebied ruimte genoeg is voor het MER-ontwerp. De bloemvormige oppervlakte-inname van de onderbouw van het MER-ontwerp eiland vloeit voort uit de bathymetrische gegevens en is te wijten aan de parallel georiënteerde duinen die er op de zeebodem voorkomen.

Om te vermijden dat de finale locatie van het eiland teveel afwijkt van de locatie die is aangenomen voor het MER-ontwerp en er daardoor een onverwachte milieu-impact zou kunnen voorkomen, is het projectgebied slechts 30% ruimer dan de oppervlakte-inname van het MER-ontwerp.

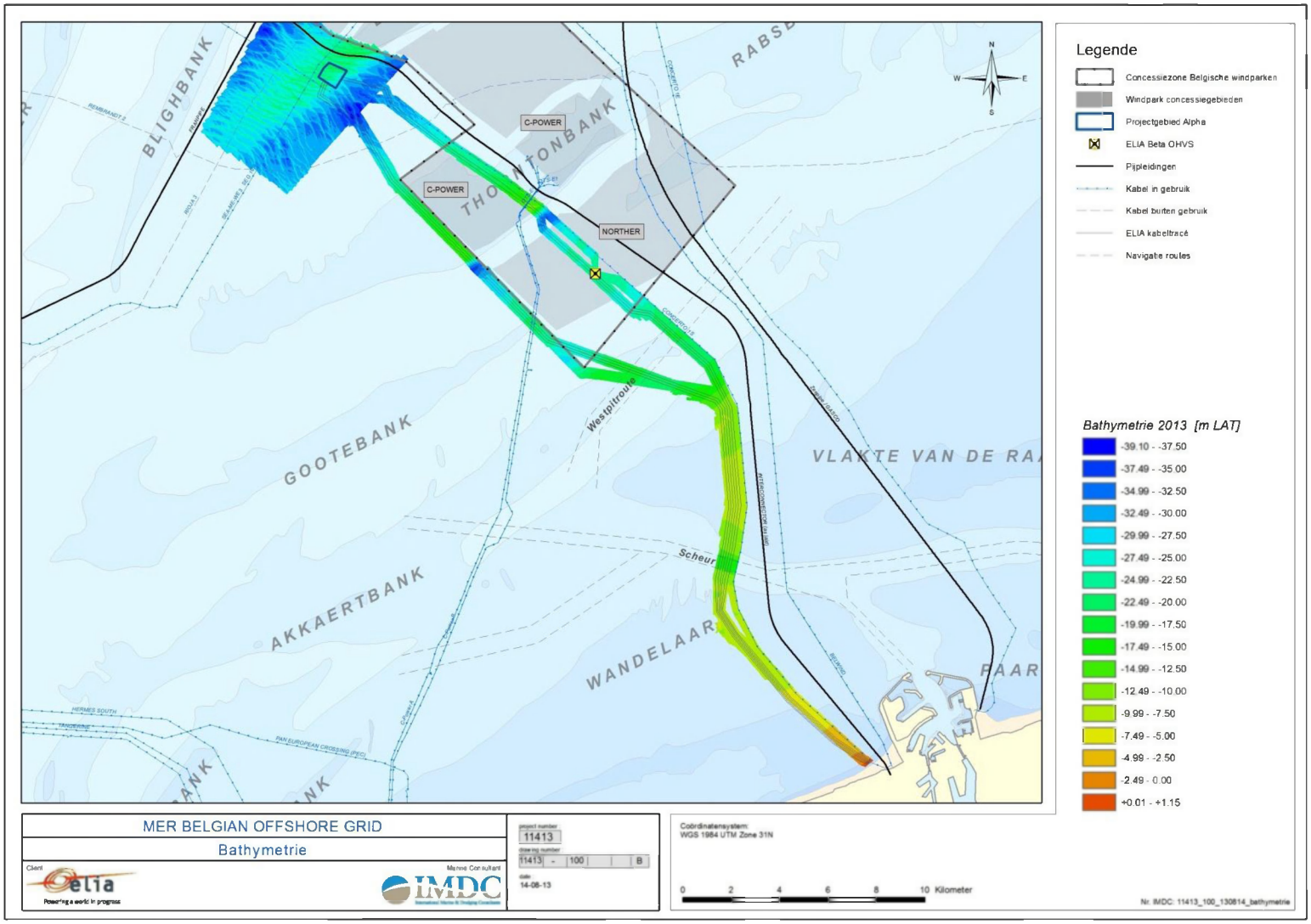
Het projectgebied wordt afgebakend door een vijfhoek met de coördinaten zoals weergegeven in Tabel 2-1. Het projectgebied is zodanig gekozen dat het gelegen is binnen de zone “Stopcontact op Zee” zoals aangeduid op ontwerp van het Marien Ruimtelijk Plan (principieel goedgekeurd door de ministerraad op 24 mei 2013, zie http://www.health.belgium.be). De totale oppervlakte van het projectgebied bedraagt ca. 672.500 m². Het Marien Ruimtelijk Plan is momenteel in openbaar onderzoek van 2 juli 2013 tot 29 september 2013.

Tabel 2-1: Coördinaten van de vijf punten die samen het projectgebied voor Alpha afbakenen.

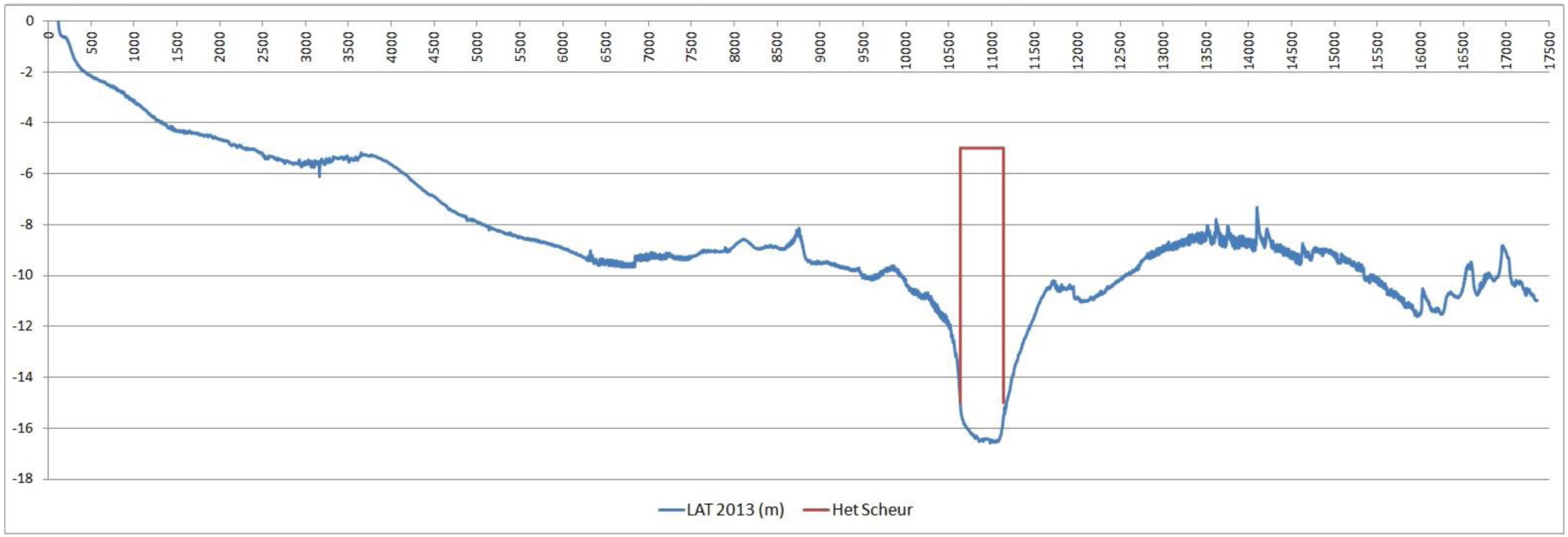
Punt	UTM31N WGS84		WGS84	
	O	N	Noorderbreedte	Oosterlengte
A	489281.67	5714397.77	51° 34.832' N	2° 50.719' O
B	488569.85	5714856.14	51° 35.079' N	2° 50.101' O
C	488763.69	5715197.72	51° 35.263' N	2° 50.269' O
D	488996.00	5715448.32	51° 35.399' N	2° 50.469' O
E	489749.59	5715117.40	51° 35.221' N	2° 51.123' O



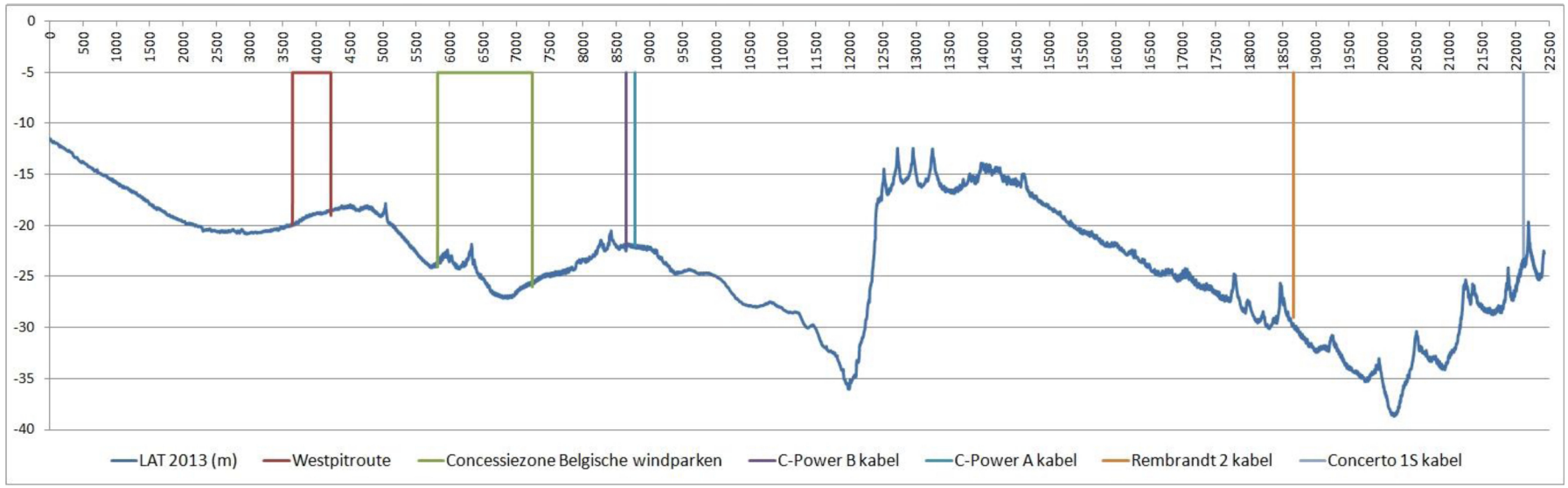
Figuur 2-1: Situering van het BOG (zie Bijlage A voor A3-kaart).



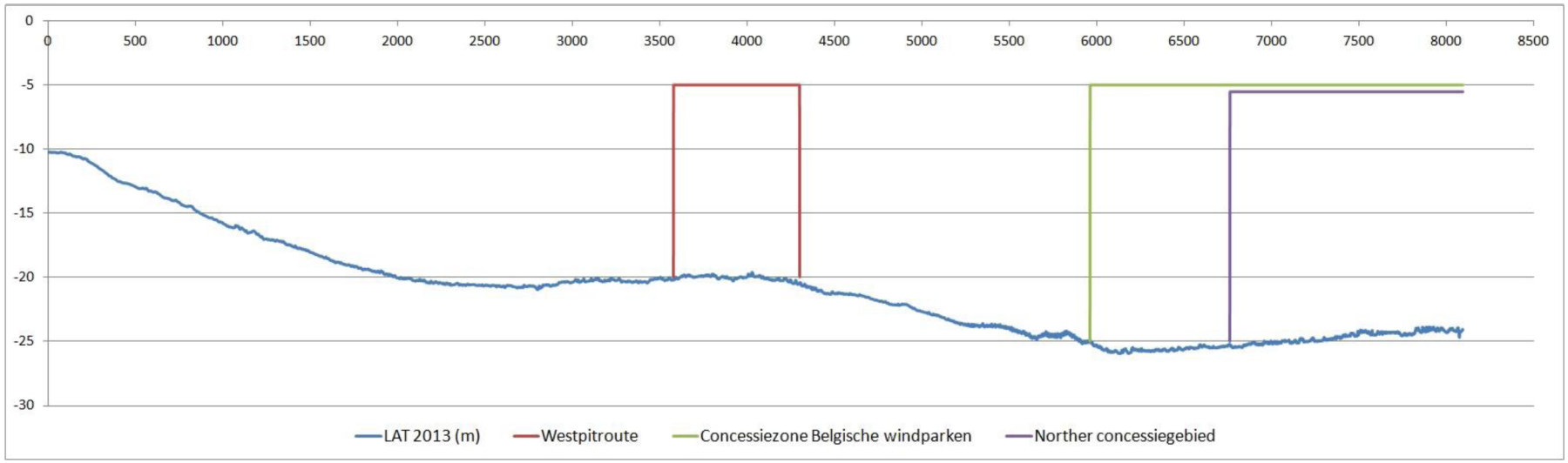
Figuur 2-2: Het BOG geprojecteerd op de huidige bathymetrie (zie Bijlage B voor A-3 kaart).



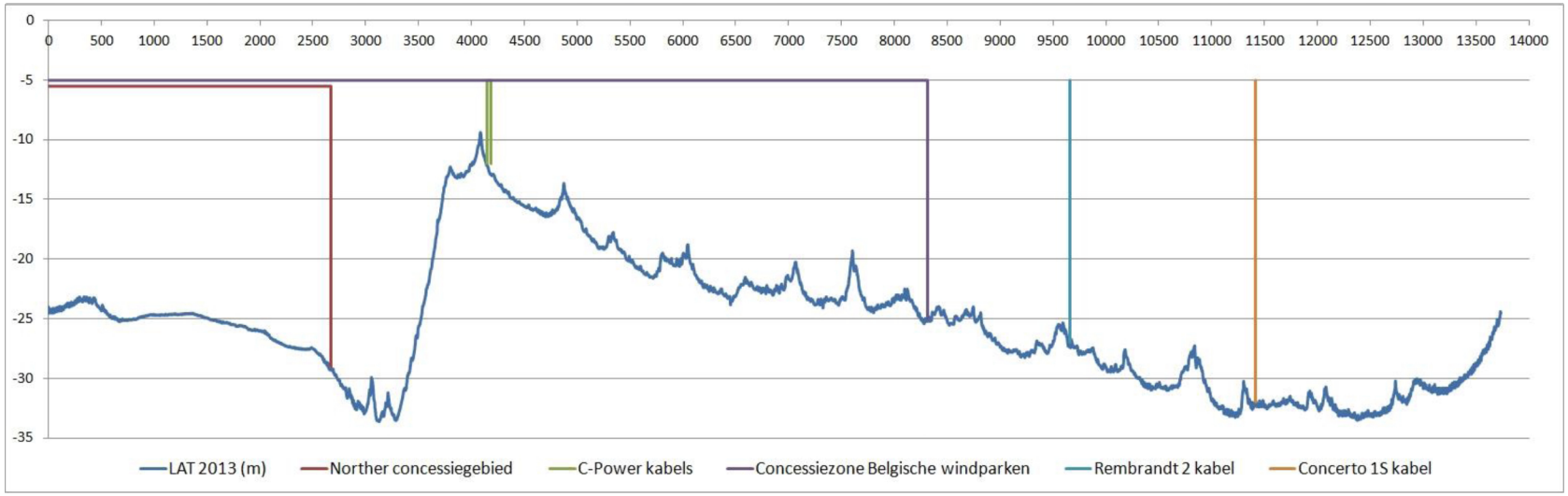
Figuur 2-3: Bathymetrie ter hoogte van het BOG-tracé vanaf de kust tot aan de splitsing van het tracé met aanduiding van de locatie van de voornaamste andere gebruiksfuncties op het BOG-tracé. De horizontale as geeft de afstand van het kabeltracé vanaf de kust weer in meter.



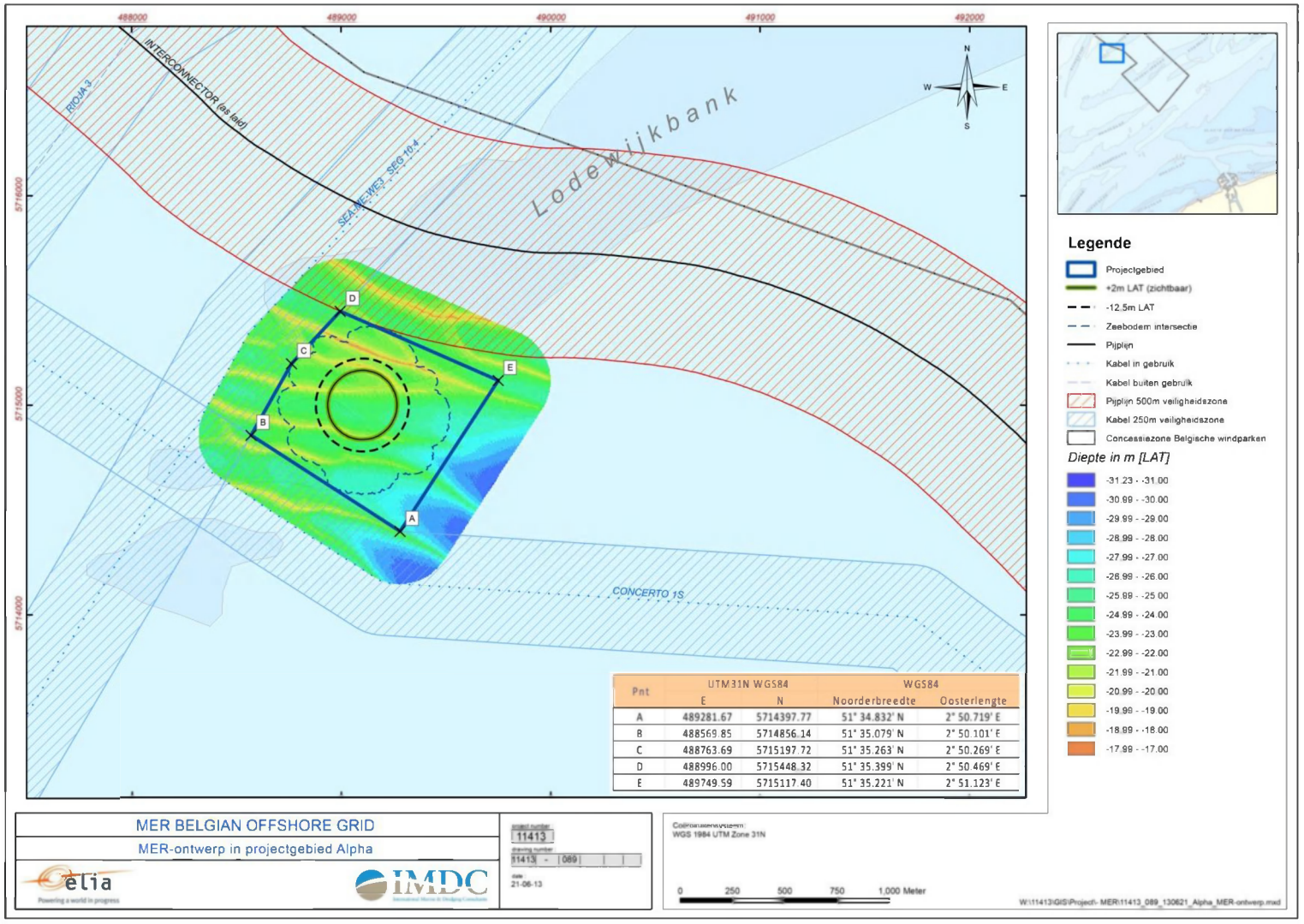
Figuur 2-4: Bathymetrie ter hoogte van het BOG-tracé vanaf de splitsing langsheen het westen van de windmolenparken naar Alpha met aanduiding van de locatie van de voornaamste andere gebruiksfuncties op het BOG-tracé. De horizontale as geeft de afstand van het kabeltracé vanaf de splitsing weer in meter.



Figuur 2-5: Bathymetrie ter hoogte van het BOG-tracé vanaf de splitsing naar Beta met aanduiding van de locatie van de voornaamste andere gebruiksfuncties op het BOG-tracé. De horizontale as geeft de afstand van het kabeltracé vanaf de splitsing weer in meter.



Figuur 2-6: Bathymetrie ter hoogte van het BOG-tracé vanaf Beta naar Alpha met aanduiding van de locatie van de voornaamste andere gebruiksfuncties op het BOG-tracé. De horizontale as geeft de afstand van het kabeltracé vanaf Beta weer in meter.



Figuur 2-7: Locatie van het MER-ontwerp van het Alpha-eiland binnen het afgebakende projectgebied voor Alpha (zie Bijlage C1 voor A3-kaart).

2.3.3 Situering van het Beta-OHVS

Het Beta-OHVS zal geplaatst worden op een jacket-fundering welke geïnstalleerd wordt in het Norther concessiegebied. Voor de situering van Beta binnen het BOG wordt verwezen naar Figuur 2-1. De positie van het Beta-OHVS is gegeven in Tabel 2-2.

Tabel 2-2: Locatie van het middelpunt van het Beta-OHVS.

UTM31N-WGS84	
X	Y
500034.13 m	5706732.64 m

Op basis van de bathymetrische gegevens (opgemeten in het voorjaar van 2013) kan afgeleid worden dat de zeebodem ter hoogte van de Beta locatie gelegen is op ongeveer -24,6 m LAT.

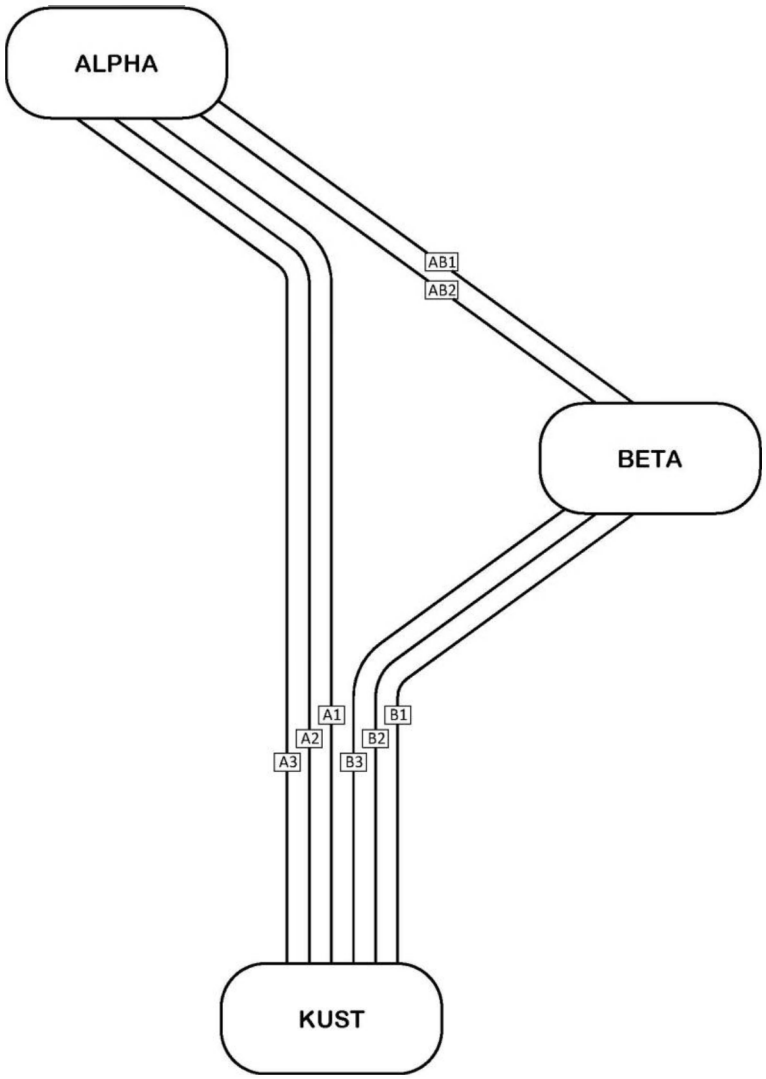
Beta maakt deel uit van het BOG, maar niet van de voorliggende vergunningsaanvragen (kabel- en milieuvergunning). Het betreft een platform dat reeds vergund is aan Norther NV Elia en Norther werken momenteel een procedure uit zodat de vergunning voor het OHVS kan overgedragen worden van Norther NV aan Elia.

2.3.4 Situering van de kabels

2.3.4.1 Situering van de kabels offshore

Het BOG zal bestaan uit maximaal 8 verschillende kabels die de twee offshore hoogspanningsstations met een hoge bedrijfszekerheid verbinden met het hoogspanningsstation op land. Er worden enerzijds 2 kabels tussen Alpha en Beta voorzien (verbindingskabels) en anderzijds 3 kabels naar de kust die vertrekken uit elke van de twee offshore transformator stations. Deze kabels en de verbindingskabels zijn schematisch met hun respectievelijke werknamen weergegeven in Figuur 2-8. De kabels A1, A2 en A3 verbinden het Alpha station met de kust. De kabels B1, B2 en B3 verbinden het Beta station met de kust. De kabels AB1 en AB2 verbinden Alpha met Beta.

De kabels die de windmolenparken met het BOG verbinden, maken geen deel uit van het BOG.



Figuur 2-8: Situering van de BOG-kabels. A1, A2 en A3 lopen van Alpha naar de kust. B1, B2 en B3 lopen van Beta naar de kust en AB1 en AB2 lopen van Alpha naar Beta.

De lengte van elke van de kabeltracés is weergegeven in Tabel 2-3. Deze zijn indicatief, omdat de inplanting van de kabels ter hoogte van Alpha en Beta-OHVS afhankelijk is van het finaal ontwerp van het Alpha-eiland en de Beta-OHVS.

Tabel 2-3: Indicatieve lengte van de BOG kabeltracés.

Kabeltracé	Lengte (m)
A1	39.750
A2	39.850
A3	39.950
AB1	13.800
AB2	13.750
B1	25.450
B2	25.400
B3	25.400

De coördinaten van elk van de BOG kabeltracés zijn zowel in tabelvorm in Bijlage D6 als op gedetailleerde kaarten weergegeven in Bijlage D1 t.e.m. D5.

De kabels zullen conform het KB Kabels (12 maart 2002) langsheen het volledige tracé aangelegd en onderhouden worden zodat minstens 1 m dekking op de kabel gecreëerd wordt. In de verkeersstroom Westpitroute en de navigatieroute Het Scheur, zullen de kabels een grotere ingraafdiepte kennen en zal de kabel hoogst waarschijnlijk door middel van baggerwerken en het creëren van een sleuf op diepte gebracht worden. De exacte ingraafdiepte van de kabels over het hele kabeltraject is onderwerp van een “Cable Burial Assessment”, die heden nog uitgevoerd dient te worden. In het kader van het MER wordt er uitgegaan van een worst case scenario op milieuvlak, waarbij de grootst mogelijke milieu-impact geëvalueerd wordt los van de technische wenselijkheid van die situatie. Ter hoogte van de kruising met Het Scheur wordt er in het kader van het MER uitgegaan dat de sleuf op -26,5 m LAT ligt (ca. 10 m onder het huidige niveau van Het Scheur). Met de kabel wordt er 4 m onder het mogelijk toekomstig peil van het Scheur gebleven. Ter hoogte van de Westpitroute wordt er in het MER uitgegaan dat de kabel minimaal op -25 m LAT aangelegd wordt en dat er een minimale dekking van 3 m gegarandeerd wordt.

Het kabeltracé is zo gekozen dat zo veel mogelijk bestaande infrastructuur op zee gevolgd wordt, i.e. BOG kabels worden voorzien parallel aan bestaande leidingen, kabels en concessiezones. Langsheen het kabeltracé zal de onderlinge afstanden tussen de BOG kabels 100m bedragen, om de eventuele onderhouds- en herstellingswerken vlot te laten verlopen. Dit met uitzondering van de kustnabije zone en de aanlandingszone. Vanaf een bodempeil van om en bij de -9 m LAT liggen de kabels 50 m uiteen. Nabij de basislijn (de grens tussen federaal en Vlaams grondgebied, bepaald door de 0 m LAT lijn), zijn de kabels geconvergeerd tot 40 m om vervolgens nog verder naar elkaar toe te komen tot ca. 20 m ter hoogte van het intertidaal strand (zie ook § 2.3.4.1).

De ligging van de kabels t.o.v. pijpleidingen, telecommunicatiekabels en elektriciteitskabels die binnen een straal van enkele km t.o.v. het BOG voorkomen, is besproken in respectievelijk § 2.3.5.1, § 2.3.5.2 en §2.3.5.3.

2.3.4.2 Wijziging van de Northerkabels

De kabels B1 en B2 maken geen deel uit van de vergunningsaanvraag voor de kabelvergunning van het BOG. Het betreft hier immers de exportkabels zoals vergund aan Norther NV (Ministerieel Besluit van 26 juni 2012), welke overgedragen zouden worden aan ELIA. Alvorens ze overgedragen kunnen worden, zal Norther NV de kabelligging beperkt laten wijzigen, zodat de ligging overeenkomt met de geplande ligging van de BOG kabels B1 en B2, parallel aan de andere exportkabels en zo nauw mogelijk parallel aan de Concerto 1 South telecommunicatiekabel (zie Figuur 2-9).

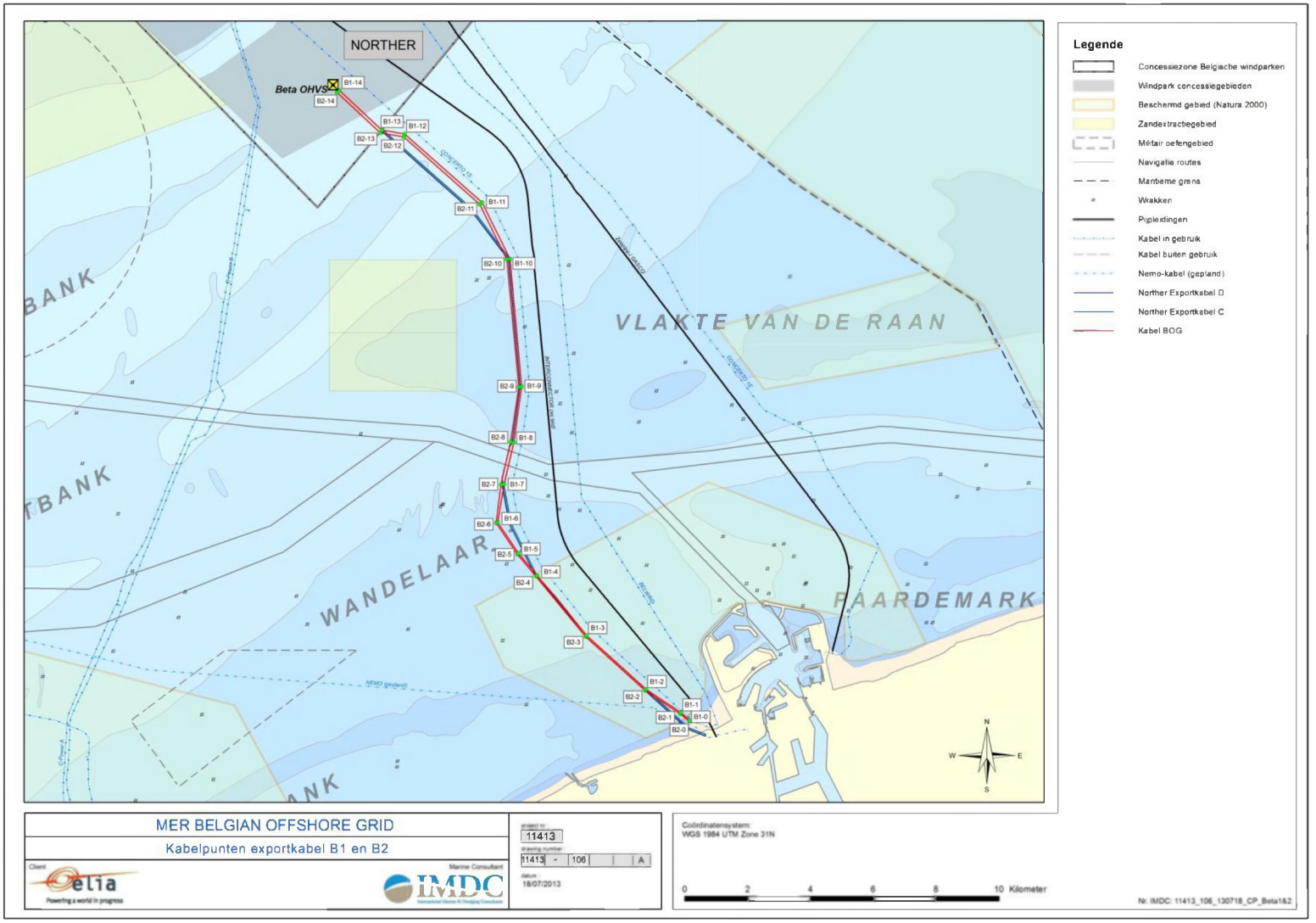
Aangezien B1 en B2 wel deel zullen uitmaken van het BOG en dan ook gelijktijdig of aansluitend met de andere exportkabels aangelegd zullen worden, wordt de impact van het kabelleggen voornamelijk besproken in het hoofdstuk 6 Cumulatieve effecten.

2.3.4.3 Situering van de aanlandingszone

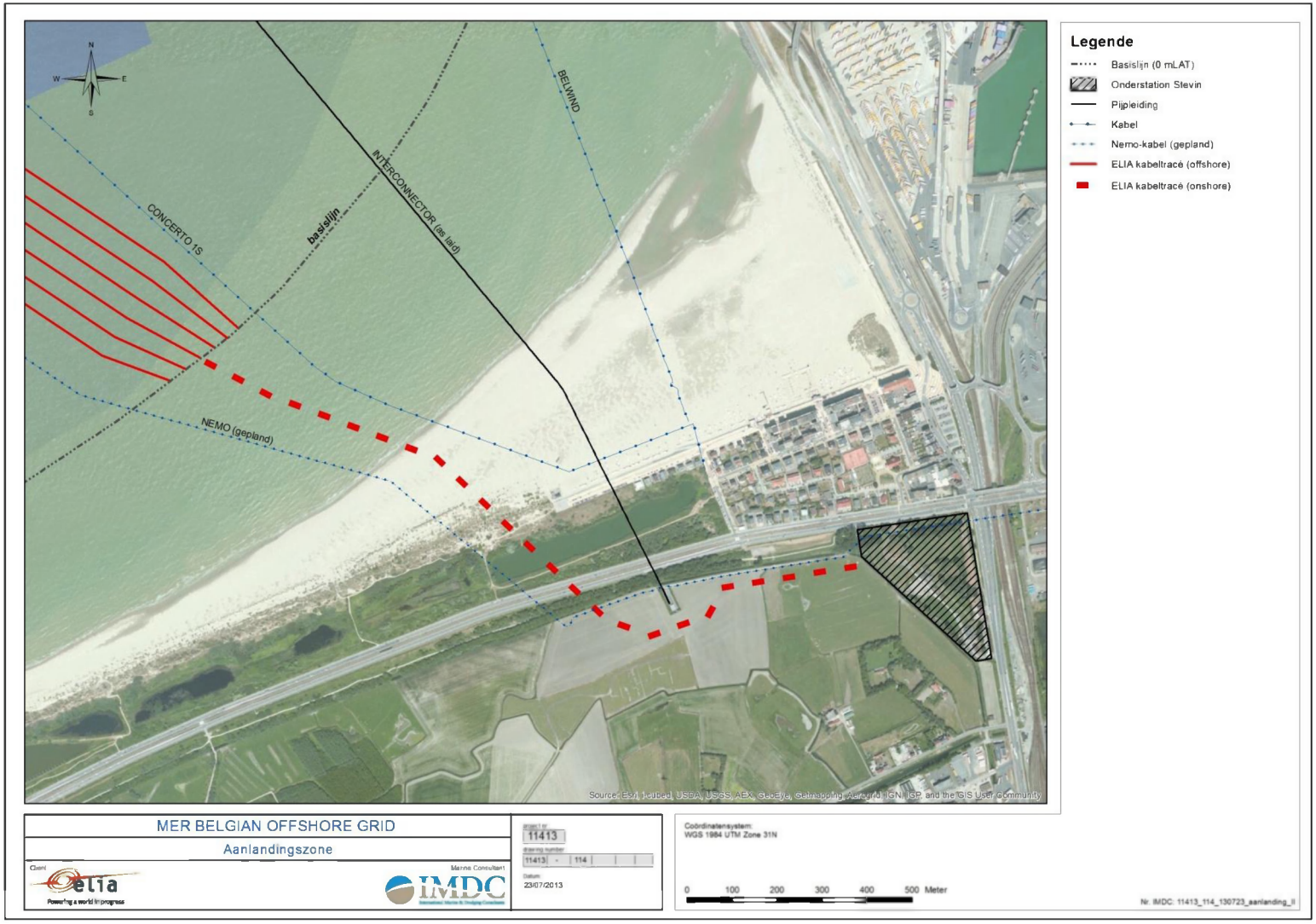
De kabels komen aan land op het strand ten westen van de haven van Zeebrugge, tussen de bestaande Concerto 1 South telecommunicatiekabel en de geplande Nemo kabel (zie Figuur 2-10). Van zodra de kabels de basislijn (0 m LAT) landinwaarts kruisen, liggen ze niet langer op federaal grondgebied, maar op grondgebied van het Vlaams gewest. Dit deel van het

kabeltraject maakt dan ook geen deel uit van de BOG offshore vergunningsaanvragen. Ter volledigheid wordt meegegeven dat de offshore kabels verbonden worden met de onshore kabels in een moffenput onder het hoogstrand. Van daaruit vertrekken de onshore kabels via een gestuurde boring onder de duinen en onder de Kustlaan door. Net ten zuiden van de Kustlaan buigen ze af richting het onderstation Stevin te Zeebrugge. Dit onderstation zal gebouwd worden ter hoogte van de kruising van de Kustlaan met de Baron de Maerelaan.

Voor het kabeltraject parallel aan de Kustlaan worden de kabels grotendeels aangelegd door middel van een open sleuf. Voor het uitgraven van de open sleuf dienen bemalingswerken uitgevoerd te worden. De invloed van deze bemalingswerken op de grondwaterstroming en zout-zoetwaterverdeling werd onderzocht, waarbij in het bijzonder gekeken werd naar de mogelijke invloed van het project ter hoogte van De Fonteintjes en het Natura-2000 gebied. De Universiteit Gent, Vakgroep Geologie en Bodemkunde, Cel Grondwatermodellering (o.l.v. Prof. L. Lebbe) heeft in opdracht van IMDC-TE een hydrogeologische modellering uitgevoerd van de grondwaterstroming en zoet-zoutwaterverdeling van het kustgebied ten westen van de haven van Zeebrugge (Claus & Lebbe, 2013). De impacten zijn uitgebreid besproken in het kader van de onshore vergunningsaanvraagdossiers (zie Passende Beoordeling BOG Onshore (TE, 2013a) en Milieutoets (TE, 2013b)).



Figuur 2-9: Situering van het BOG kabeltracé van B1 en B2 t.o.v. de vergunde Norther exportkabels (zie Bijlage D3 voor A3-kaart).



Figuur 2-10: Aanlanding van de kabels en situering van het onderstation Stevin te Zeebrugge (zie Bijlage D7 voor A3-kaart).

2.3.5 Ruimtelijke situering t.o.v. andere gebruikers

(Zie bij de volgende paragrafen Figuur 2-1 tenzij anders aangegeven.)

2.3.5.1 Situering t.o.v. submarine pijpleidingen

Interconnector

De Interconnector pijpleiding ligt ongeveer parallel ten oosten van het BOG. Deze pijpleiding wordt offshore nergens gekruist. Het projectgebied Alpha komt niet dichter dan 500 m bij deze pijpleiding (zie Figuur 2-7). De kabels blijven op een ruimere afstand, behalve in de aanlandingszone, waar ze de Interconnector aan de basislijn tot op ca. 450 m naderen. Verder landinwaarts komen de kabels stelselmatig nog dichter bij de Interconnector, om deze pijpleiding onshore te kruisen.

Franpipe

Deze pijpleiding ligt ten noordwesten van het BOG. Het BOG blijft op minstens een 3-tal km afstand van deze pijpleiding.

Zeepipe / GASSCO

De Zeepipe / GASSCO ligt op ten oosten van het BOG. Het BOG blijft op een minimaal een 3-tal km afstand afstand van deze pijpleiding.

2.3.5.2 Situering t.o.v. submarine telecommunicatiekabels

Concerto 1 South

Het projectgebied Alpha komt niet dichter dan 250 m bij de Concerto 1 South-telecommunicatiekabel (zie Figuur 2-7). Ter hoogte van het eiland ligt de Concerto 1 South ten westen van het eiland. De A-kabels en AB-kabels kruisen vervolgens de Concerto 1 South waarna deze richting kust ongeveer parallel ten oosten van het BOG ligt. Langsheen het volledige kabeltracé wordt er naar gestreefd om de BOG kabels op een minimale afstand van 250 m van de Concerto 1 South te leggen om zo weinig mogelijk ruimte in te nemen in zee. Uitzonderingen hierop zijn:

- Het deel van het tracé in de Norther concessiezone, waar de afstand meer dan 250 m bedraagt;
- Het kustnabije deel (vanaf een bodempeil van ca. -4.5 m LAT) waar de afstand gelimiteerd wordt tot 50m.

SEA-ME-WE3 SEG 10.4

Het projectgebied Alpha komt niet dichter dan 250 m bij deze telecommunicatiekabel, welke ten noordwesten van Alpha ligt (zie Figuur 2-7). De kabels liggen op een ruime afstand van deze telecommunicatiekabel.

Concerto 1E

Deze telecommunicatiekabel ligt ten oosten van het BOG. Het BOG blijft op een meer dan 3 km afstand van deze communicatiekabel.

Rembrandt 2

De BOG kabels vertrekkende uit Alpha kruisen de Rembrandt 2 kabel, die zich op ongeveer 3 km ten zuiden van Alpha bevindt. Deze telecommunicatiekabel is nooit in gebruik geweest en is op meerdere plaatsen reeds doorgeknipt.

Rioja 3

Deze communicatiekabel is buiten gebruik en ligt op ca. 1,5 km ten noordwesten van Alpha. De kabels kruisen deze kabel niet.

2.3.5.3 Situering t.o.v. onderzeese elektriciteitskabels

2.3.5.3.1 Situering t.o.v. onderzeese elektriciteitskabels

Belwind 1

De Belwind 1 kabel loopt ten oosten van de Interconnector. Enkel in de aanlandingszone, onshore, komen de BOG-kabels in de buurt van deze elektriciteitskabel (tot op ca. 400 m).

Aan land wordt deze kabel gekruist.

C-Power A en B

De C-Power exportkabels lopen vanaf het C-Power windmolenpark richting Oostende. De AB-kabels kruisen de C-Power infield kabels tussen C-Power area A en B.

De A-kabels kruisen de C-Power kabels ter hoogte van Norther.

2.3.5.3.2 Situering t.o.v. geplande onderzeese elektriciteitskabels

Nemo

Enkel in de aanlandingszone komt het BOG in de buurt van de geplande Nemo kabel. Ter hoogte van de basislijn liggen de BOG-export kabels op ca. 80 m ten oosten van de Nemo kabel. Verder aan land lopen ze parallel richting het hoogspanningsstation Stevin.

Northwind

De Northwind kabel zal parallel aan de Belwind 1 kabel ten oosten van de Interconnector lopen. In de aanlandingszone, onshore, komen de BOG-kabels in de buurt van deze elektriciteitskabel (tot op ca. 400 m).

Aan land wordt deze kabel gekruist.

Rentel

Rentel heeft in juli 2013 een vergunning aangevraagd om exportkabels vanuit hun concessiezone naar het Alpha-eiland te mogen leggen.

Norther

De Norther exportkabels lopen parallel aan de BOG kabels naar land, maar een wijzigings- en overdrachtsprocedure wordt momenteel voorbereid door Norther en ELIA, zodat deze kabels deel kunnen uitmaken van het BOG. Voor een uitgebreidere bespreking, zie § 2.3.4.2.

2.3.5.4 Situering t.o.v. de windmolenparken

De offshore windmolenparken en het BOG zijn inherent met elkaar verbonden, omdat het BOG ervoor moet zorgen dat de elektriciteit van de geplande windmolenparken Norther, Rentel, SeaStar en Mermaid op een efficiënte manier naar de kust getransporteerd kan worden. De OHVS'en van het BOG liggen dan ook zo dicht mogelijk bij de windmolenparken:

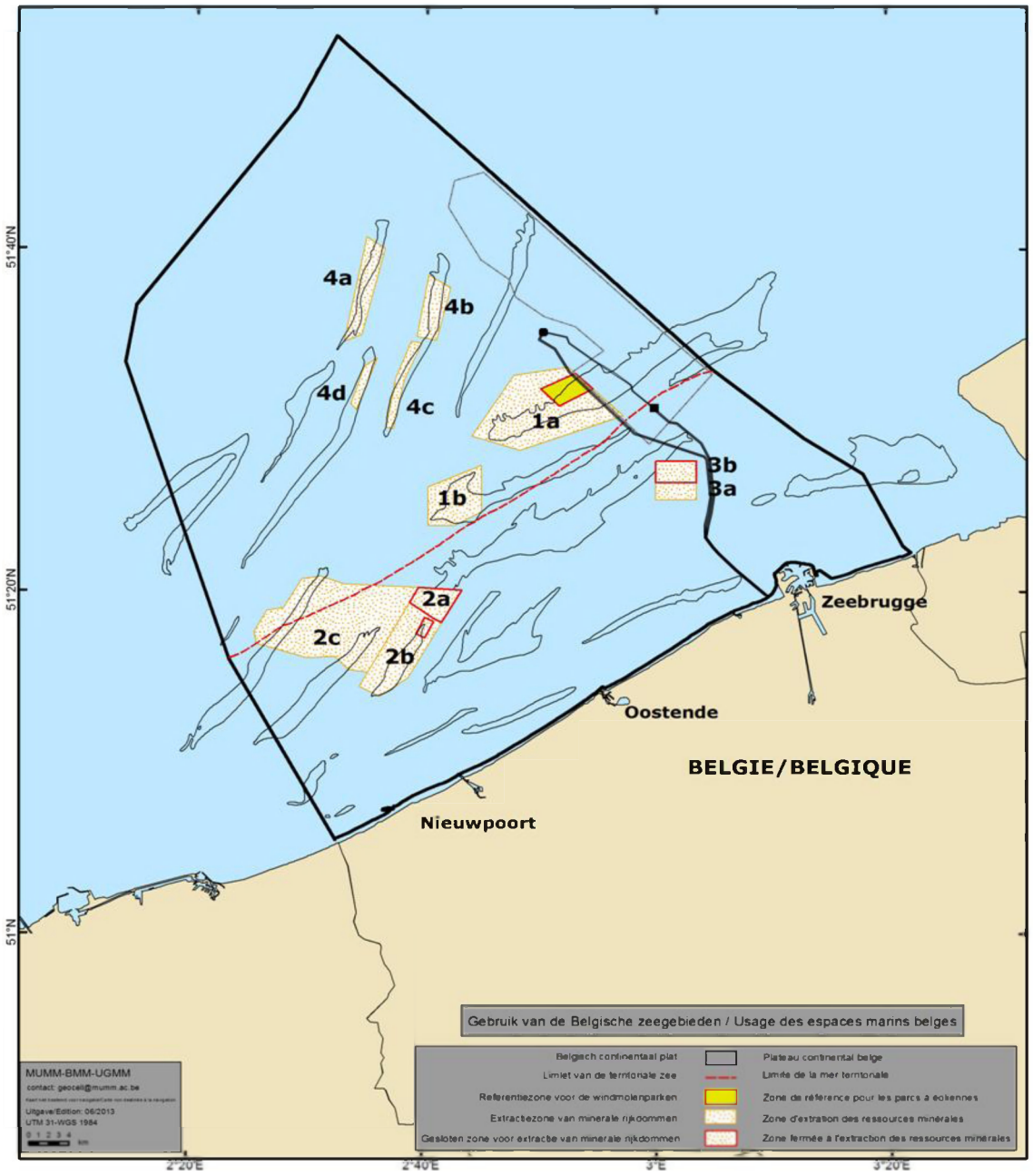
Alpha ligt ten noordwesten van Rentel, ten zuidwesten van SeaStar en ten zuiden van Mermaid. Northwind is het windmolenparkgebied dat het dichtst bij het projectgebied Alpha ligt. De tussenafstand is ruim 1 km, ondermeer bepaald door de Interconnector die er nog

tussen loopt en een veiligheidsafstand van minstens 500 m t.o.v. het Alpha-eiland met zich meebrengt.

De BOG-kabels passeren zowel de C-Power als de Norther concessiezone. Langsheen het volledige kabeltracé wordt er naar gestreefd om de A-kabels op een minimale afstand van 150 m van de concessiegrens van deze windmolenparken te leggen. Ook de AB-kabels in de C-Powerconcessie worden op minimaal 150 m afstand van de turbines gelegd. De AB en B-kabels ter hoogte van het Northerconcessiegebied zijn gelegen in het Norther concessiegebied. Daarnaast liggen de AB-kabels plaatselijk tot op ca. 1,5 km van de Rentel concessiezone.

2.3.5.5 Situering t.o.v. zandwinnings- en stortgebieden

De kabels van Alpha naar de kust (A1, A2 en A3) lopen door het uiterst oostelijk deel van zandwinningssector 1A, binnen de veiligheidszone rond de energieconcessies. Andere delen van het MER liggen niet in de nabijheid van bestaande zandwinningsactiviteiten op zee (zie Figuur 2-11).

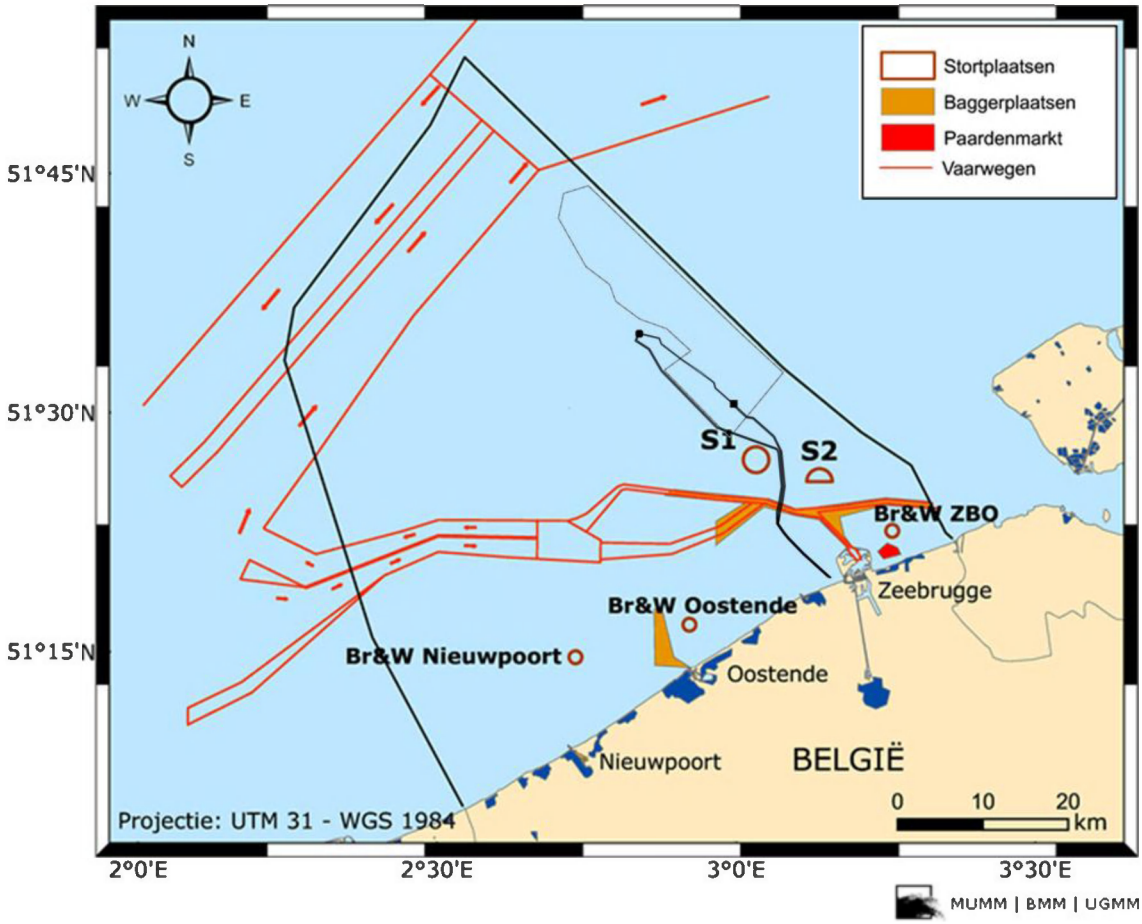


Figuur 2-11: Situering van het BOG t.o.v. zandwinningsactiviteiten in het BDNZ (Bron: BMM, 2013). Het BOG en ter referentie ook de concessiezone Belgische windparken zijn met zwarte contourlijnen toegevoegd aan de kaart.

In het kader van de aanleg van het Alpha-eiland zal een grote hoeveelheid zand nodig zijn (ca. 5 miljoen m³ in een worst case benadering), ruim meer dan de ca. 3 miljoen m³ die jaarlijks ontgonnen mag worden. Hiervoor is in overleg met BMM een zoekzone aangeduid op de Blighbank, waarvoor in de loop van 2014 een concessieaanvraag ingediend wordt om ten behoeve van een eenmalig project (aanleg Alpha-eiland) zand te winnen in dat gebied. Zandwinning ten behoeve van het Alpha-eiland zal besproken worden in een apart MER, dat samen met de concessieaanvraag voor zandwinning ingediend zal worden. In dat MER zullen de cumulatieve effecten van zandwinningsactiviteiten in het BDNZ in combinatie met

zandwinning op de Blighbank ten behoeve van de aanleg van het Alpha-eiland, uitvoerig worden besproken.

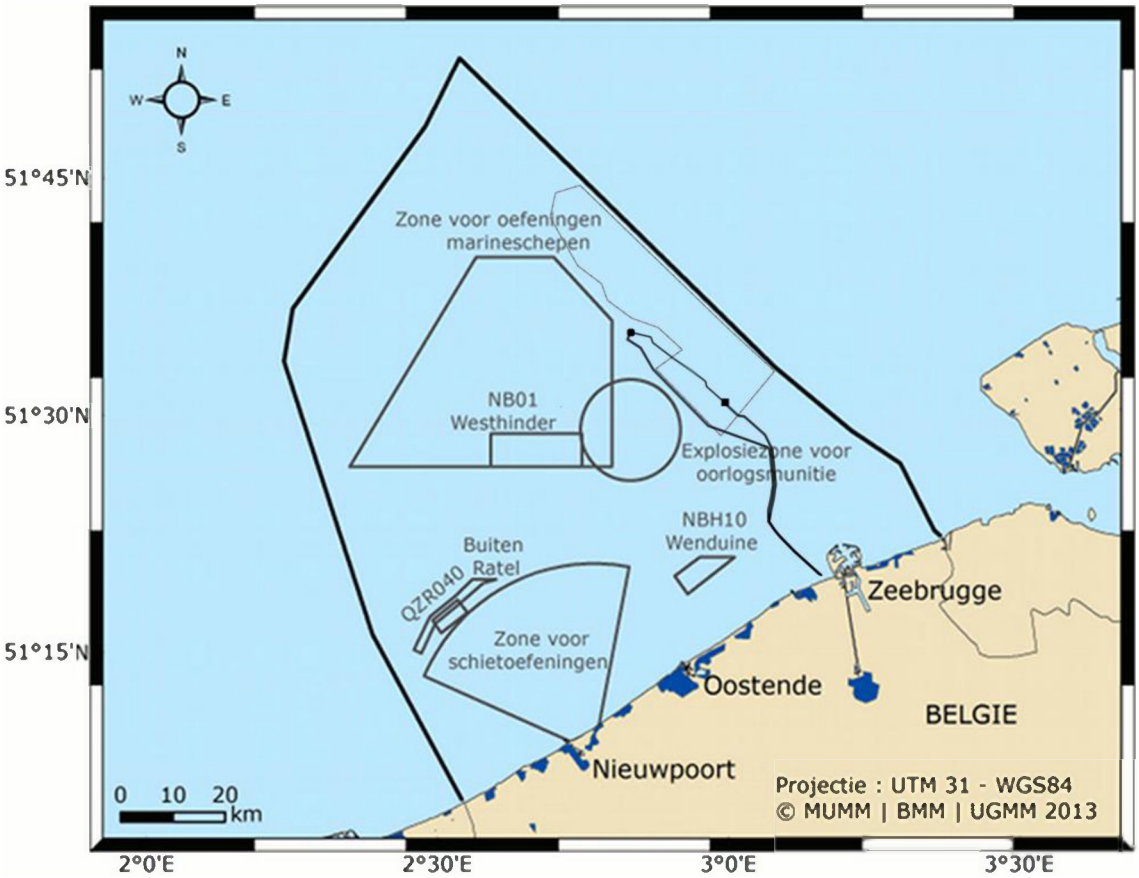
De kabels van het BOG liggen plaatselijk op ca. 300 m van de stortplaats S1 (zie Figuur 2-12). Andere stortplaatsen in het BDNZ liggen op grotere afstand verwijderd van het BOG.



Figuur 2-12: Situering van het BOG t.o.v. stortactiviteiten in het BDNZ (Bron: BMM, 2013). Het BOG en ter referentie ook de concessiezone Belgische windparken zijn met zwarte contourlijnen toegevoegd aan de kaart.

2.3.5.6 Situering t.o.v. militaire oefengebieden

Het BOG blijft op een veilige afstand van tenminste ca. 1 km van de militaire zones (zie Figuur 2-13).



Figuur 2-13: Situering van het BOG t.o.v. militaire zones in het BDNZ (Bron: BMM, 2013). Het BOG en ter referentie ook de concessiezone Belgische windparken zijn met zwarte contourlijnen toegevoegd aan de kaart.

2.3.5.7 Situering t.o.v. scheepvaartroutes, verkeersstromen en ankergebieden

Zoals uit Figuur 2-14 blijkt, kruisen de BOG-kabels de zeer belangrijke scheepvaartroute “Het Scheur” en ook de verkeersstroom “Westpitroute”. De kabels A1, A2 en A3 lopen min of meer parallel met de ferryverkeersstroom, maar blijven binnen de veiligheidszone rondom energieconcessies waarbinnen scheepvaart verboden is (KB Veiligheidsafstanden, 11 april 2012). Het Alpha-eiland zal op zo’n 2 à 3 kilomater ten oosten van deze ferryverkeersstroom liggen. Het Verkeersscheidingsstelsel (Traffic Separation Zone) ligt op ruime afstand ten noorden van het BOG-project.

De AIS (Automatic Identification System) data van 2012 zoals weergegeven in Figuur 2-14 tonen verder ook nog heel wat scheepstrafiek in en doorheen de concessiegebieden voor windenergie, maar dit zal veranderen bij iedere verder uitbouw van de windmolenparken, aangezien het KB Veiligheidsafstanden van 11/04/2012 scheepstrafiek doorheen de windmolenparken in principe verbiedt. Dit heeft wellicht als gevolg dat onder meer de Westpitroute een intensere verkeersstroom wordt.

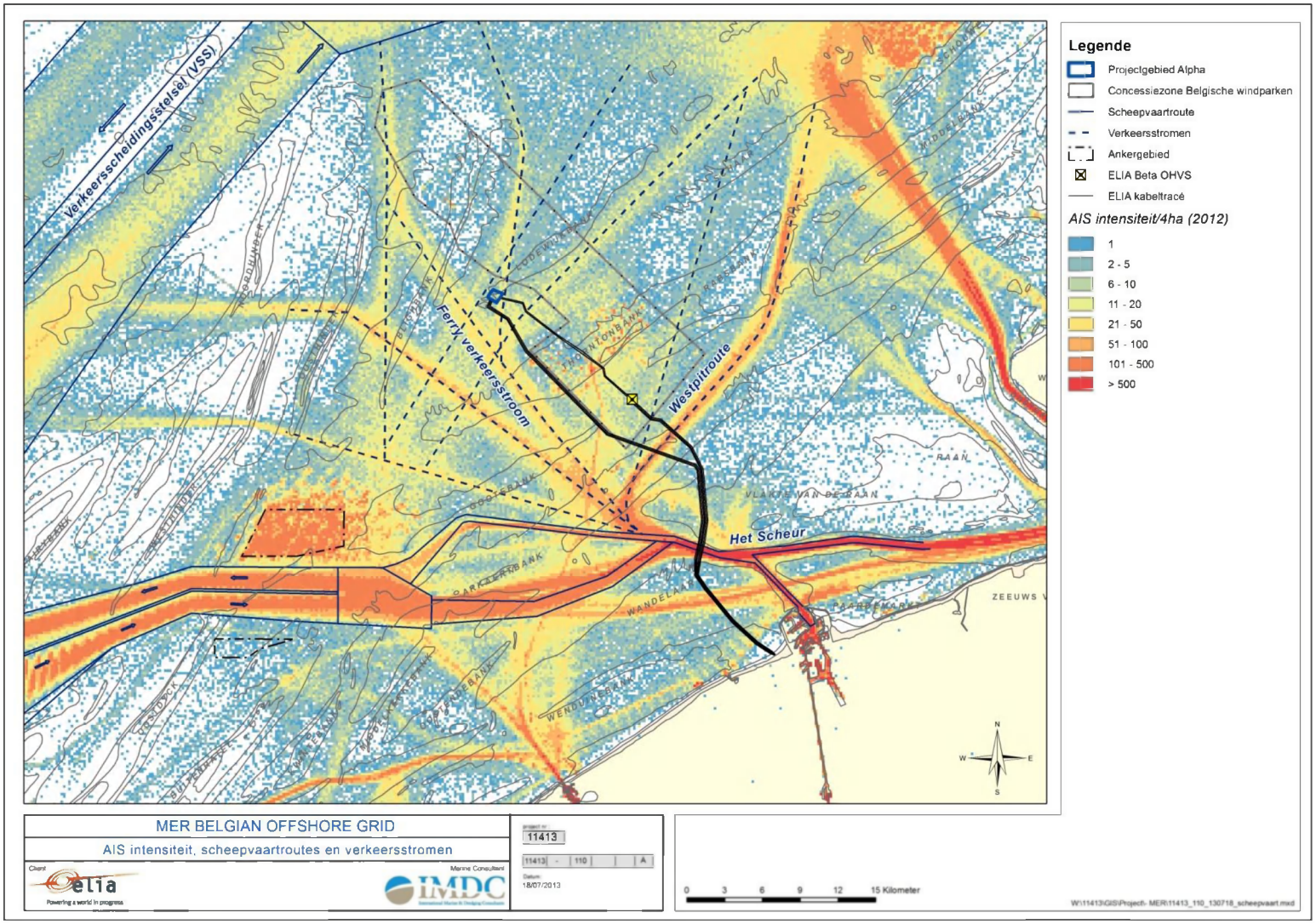
De situering van het BOG t.o.v. scheepvaartroutes en verkeersstromen komt verder uitgebreid aan bod in het hoofdstuk 5.7 (Risico- en veiligheidsstudie) en bijhorende externe bijlage (MARIN-IMDC, 2013).

Het BOG situeert zich op ca. 18 en ca. 30 km ten oosten van de ankergebieden in het BDNZ (respectievelijk ankergebied Westhinder en ankergebied Oostdyck) (zie Figuur 2-14).

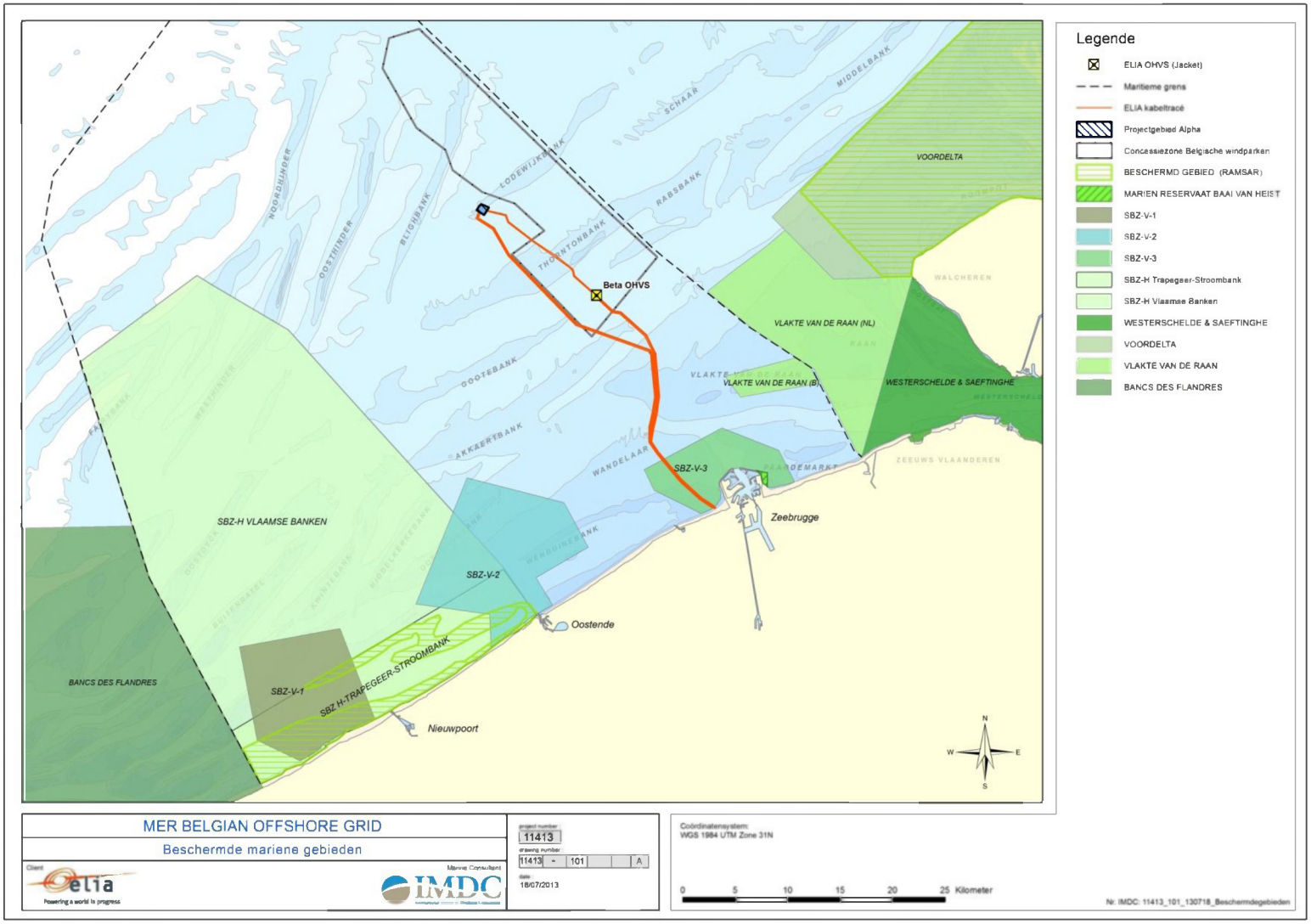
2.3.5.8 Situering t.o.v. beschermde mariene gebieden

Het BOG ligt relatief ver verwijderd van beschermde mariene Natura-2000 en Ramsargebieden, behalve in de kustnabije zone van de kabels (zie Figuur 2-15). Daar lopen de kabels doorheen de Speciale Beschermingszone SBZ-V-3, weliswaar ingegraven in de zeebodem.

De impact van het BOG op beschermde mariene gebieden wordt uitgebreid besproken in hoofdstuk 5.4 (Fauna en Flora), waar ook een passende beoordeling in het kader van Natura-2000 aan bod komt.



Figuur 2-14: Situering van het BOG t.o.v. scheepvaartroutes en verkeersstromen (zie Bijlage E voor A3-kaart).

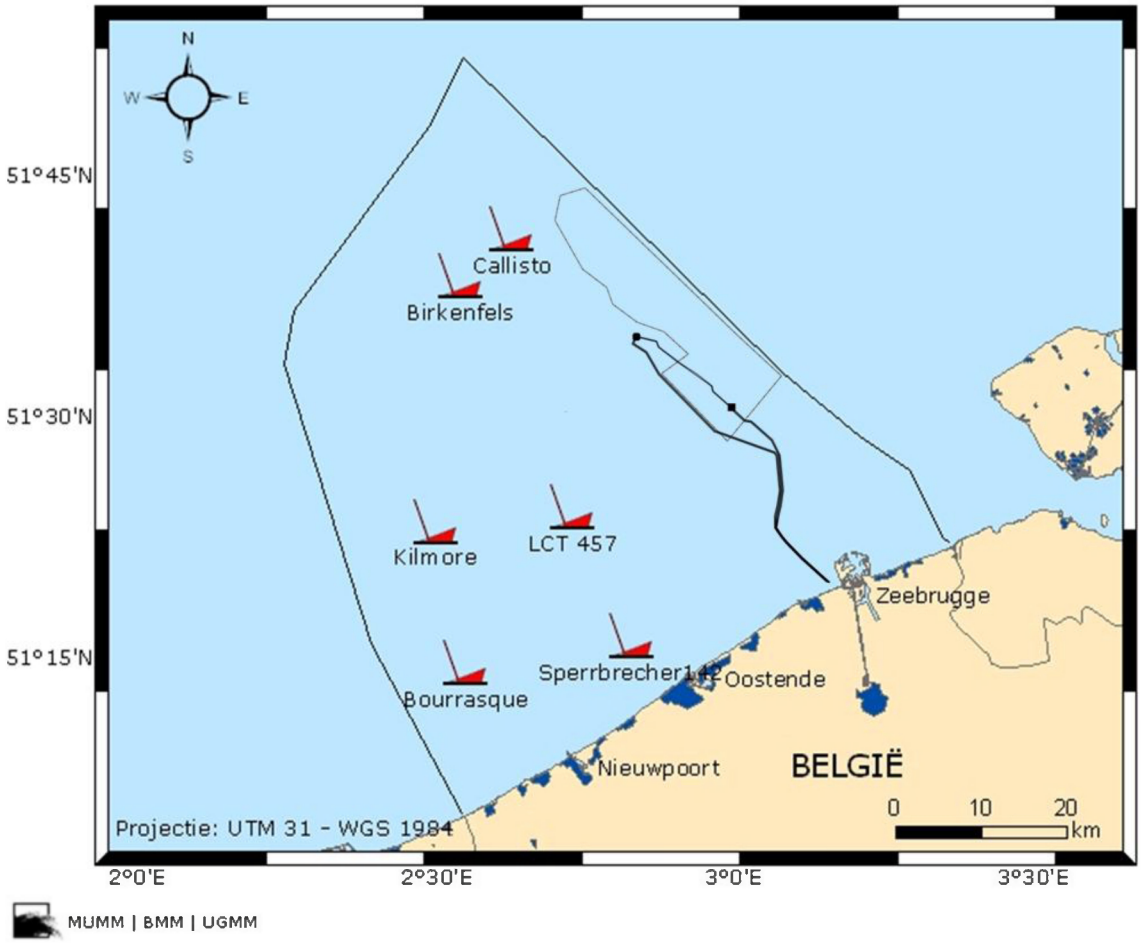


Figuur 2-15: Situering van het BOG t.o.v. beschermde mariene gebieden (Ramsar en Natura 2000) (zie Bijlage F voor A3-kaart).

2.3.5.9 Situering t.o.v. wrakken

Zoals uit Figuur 2-1 blijkt, werden de gekende wrakken vermeden bij het uittekenen van het kabeltracé en de locatiekeuze van het projectgebied Alpha.

Op ruimere schaal is de situering van het BOG t.o.v. ecologisch waardevolle wrakken afgetoetst. Uit Figuur 2-16 blijkt dat het BOG op zeer grote afstand blijft van de wrakken die als ecologisch waardevol aangeduid zijn.



Figuur 2-16: Situering van het BOG t.o.v. ecologisch waardevolle wrakken in het BDNZ (www.mumm.ac.be). Het BOG en ter referentie ook de concessiezone Belgische windparken zijn met zwarte contourlijnen toegevoegd aan de kaart.

2.4 TERMIJN EN FASERING VAN HET PROJECT

Het BOG zou eind 2017 operationeel moeten zijn. Er wordt gestreefd naar een volwaardig operationeel BOG in de loop van het tweede of derde kwartaal van 2017.

Een indicatief overzicht van de verschillende projectfasen is gegeven Tabel 2-4. De data zijn aangeduid per kwartaal.

Tabel 2-4: Indicatieve tijdsaanduiding van de voornaamste termijnen en faseringen. Vanaf de tweede helft van 2017 zou het BOG volledig operationeel zijn.

Projectfase	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Aanduiding marine consultant						
Gedetailleerde desktop studie / haalbaarheidsstudie						
BOG Vergunningstraject						
Opmaak MER offshore						
Indienen aanvraag milieu- en kabelvergunning						
Concessie exploratie en exploitatie Alpha						
Conceptueel ontwerp Alpha en Beta						
Zeebodemonderzoeken						
Post engineering (haalbaarheid & optimalisatie)						
Uitvoeringsfase						
Aanbesteding van de werken						
Gedetailleerd ontwerp						
Uitvoering van de werken						
Oplevering B kabels (Beta operationeel)						
Oplevering A & AB kabels + Alpha						

2.5 BESCHRIJVING VAN DE ACTIVITEITEN EN UITVOERINGSWIJZEN

2.5.1 Artificieel eiland

2.5.1.1 Algemeen

Een artificieel eiland is een eiland dat doorgaans opgebouwd is uit een bovenbouw en een onderbouw. De bovenbouw is meestal een beschermde kern bestaande uit opgespoten zand. De kern wordt afgeschermd door een harde zeewering (monoliete zeewering (caissons), stortstenen, betonnen deklaagelementen,…), een zachte zeewering (grind, zand,…) of een combinatie van verschillende types: de hybridevormen. Er kan daarbovenop nog een betonnen kruinelement voorzien worden met een extra overhoogte om golfoverslag tegen te gaan.

In § 2.5.1.2 worden enerzijds de caissons en anderzijds de opbouw met stortstenen of betonnen deklaagelementen nader toegelicht.

De onderbouw kan afhankelijk van de heersende hydrodynamische condities en de constructiemethode bestaan uit een zuiver zandlichaam (een zogenaamde zandpannenkoek) of deels afgedekt worden met grind of grover materiaal.

In paragrafen § 2.5.1.3, § 2.5.1.4 en § 2.5.1.5 worden respectievelijk de constructiefase, de operationele fase en de ontmantelingsfase voor verschillende bouwwijzen besproken.

Het gedetailleerd design van het eiland is in deze fase van het project nog niet gekend. Er moet nog een contractant toegewezen worden die het ontwerp en de realisatie van het eiland voor zijn rekening zal nemen. Dit finale ontwerp zal moeten voldoen aan randvoorwaarden die

door Elia opgelegd worden en de restricties die vanuit de vergunningen voortkomen. Het finaal ontwerp, de exacte locatie en de oriëntatie zal bovendien ook afhangen van fysische proeven en gedetailleerde modelstudies, maar zal ten alle tijden moeten voldoen aan de wettelijke bepalingen.

In het kader van onderhavig MER en om een duidelijk beeld te krijgen van hoe het Alpha-eiland er zou kunnen uitzien, zijn 4 voorbeeldontwerpen gemaakt. Deze zijn beschreven in § 2.5.1.6. Deze voorbeeldontwerpen hebben het mogelijk gemaakt een meer schematisch MER-ontwerp te tekenen waarbinnen elk van deze voorbeeldontwerpen past. Dit MER-ontwerp wordt in de daaropvolgende paragraaf (§ 2.5.1.7) voorgesteld. Het MER-ontwerp vormt het uitgangspunt waarop de impactanalyse van het MER grotendeels gebaseerd wordt (voor wat betreft het Alpha-eiland). Op basis van het MER-ontwerp zullen designvoorwaarden opgesteld worden waaraan de aannemer zich dient te houden, zodat het finaal ontwerp de milieu-impacten van het MER-ontwerp niet in negatieve zin overstijgt, waardoor de milieuvergunning ongeldig zou kunnen worden.

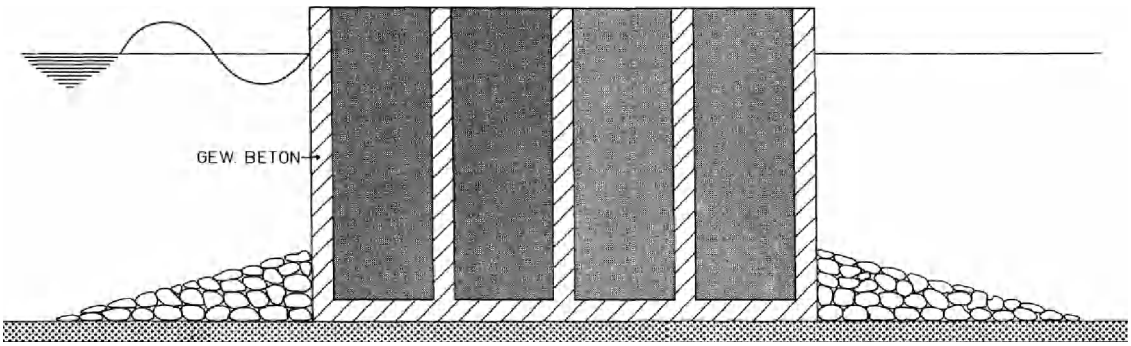
Voor een beschrijving aangaande het OHVS zelf, wordt verwezen naar § 2.5.2.

2.5.1.2 Opbouw harde zeewering

2.5.1.2.1 Caissons

Moderne monoliete zeewering bestaat quasi steeds uit caissons. Een caisson is een massieve betonnen constructie met afmetingen van grootteorde 50 à 70 m lengte en 25 m breedte. De breedte is doorgaans opgedeeld in compartimenten van ca. 5 m (zie Figuur 2-17).

Het gebruik van caissons heeft als voordelen dat men zeer grote elementen kan maken en dat de bouwtijd ter plaatse kort is. Bovenstaande eigenschappen zorgen ervoor dat caissons zeer geschikt zijn voor de plaatsing in de waterdieptes terug te vinden ter hoogte van de Alpha locatie. De constructie van caissons met dergelijke omvang vergt wel dat men moet beschikken over een bouwdok dat onder water gezet moet kunnen worden.



Figuur 2-17: Typische opbouw van een caisson (Paape, 1968).

Een caisson kan bezwijken of breken door impact van o.a. golven, schepen en aardbevingen. Verdere mogelijke faalmechanismen zijn kantelen en verschuiven in zeewaartse richting en grondbreuk (waarbij een volledige grondmassa wegglijdt, inclusief caisson). Het ontwerp van de caissons moet rekening houden met al deze schademechanismen. Het bezwijken van een caisson is in de meeste gevallen ontoelaatbaar en heeft ernstige gevolgen voor de veiligheid van de constructie.

De grootste golfbelasting op de caisson ontstaat wanneer een golf breekt tegen de verticale wand. Omdat de caisson een monoliet geheel vormt, is de kritieke golfbelasting een golf met zeer grote terugkeerperiode die de caisson in zijn geheel niet mag doen breken. Deze golf wordt als ontwerpconditie beschouwd. Er kan verhinderd worden dat de golf breekt tegen de verticale wand door de golf te doen breken voordat ze de constructie bereikt. De plaats van breking wordt beïnvloed door waterdiepte, bodemhelling en bathymetrie in de nabije omgeving van de constructie. Het breken van golven kan aanleiding geven tot het aanwenden van gecombineerde constructies, bijvoorbeeld een caisson geplaatst op een lage berm van zand.

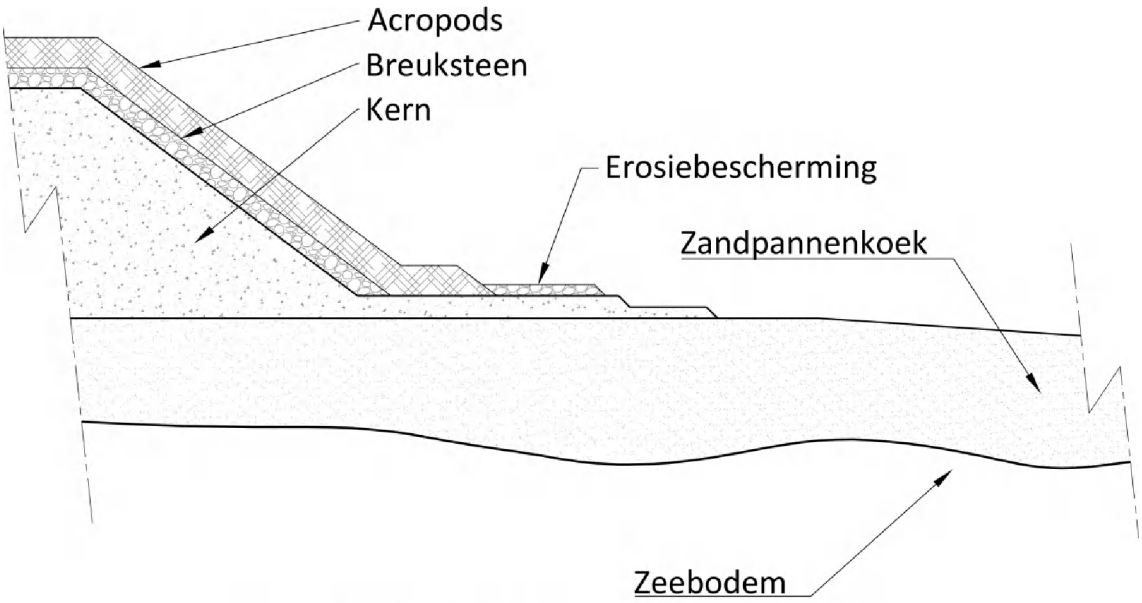
De perfect gladde verticale wand geeft aanleiding tot staande golven doordat een golf gereflecteerd wordt. De impact van golfreflectie is vooral van belang voor structuren in de onmiddellijke omgeving van de caisson en voor schepen die aangemeerd liggen in het te voorziene havengedeelte. Staande golven kunnen leiden tot onaanvaardbare golfcondities voor (aangemeerde) schepen.

De wand van de caisson hoeft echter niet noodzakelijk verticaal gebouwd te worden. Een voorzijde die bijvoorbeeld onder een hellingshoek van 60° geplaatst wordt, ondervindt een veel lagere dynamische golfbelasting dan bij een perfect verticale wand. De voorzijde kan ook poreus gemaakt worden om golfreflectie tegen te gaan. De energie wordt dan hoofdzakelijk gedissipeerd in de binnenzijde van de caisson en wordt niet gereflecteerd.

2.5.1.2.2 Stortstenen/betonnen deklaagelementen

Een klassieke zeewering bestaat uit een kern van vulmateriaal (zand, grind), één of meerdere filterlagen (bestaande uit grind of stortsteen van een kleiner kaliber) en een deklaag. De deklaag bestaat uit grote rotsblokken of betonnen prefab deklaagelementen (Figuur 2-18), afhankelijk van het heersende golfklimaat waartegen bescherming moet worden geboden en de beschikbaarheid van rotsblokken. Vaak wordt er voor een combinatie van beide gekozen. Om erosie te verhinderen wordt aan de teen een beschermlaag aangelegd. De teenconstructie bestaat uit een verlenging van de filterlagen, als steun voor de deklaag. De dimensionering ervan hangt hoofdzakelijk af van de plaatselijke waterdiepte.

Als betonnen prefab deklaagelementen wordt er sinds de jaren ’80 meer en meer gekozen voor Acropodes. Dit zijn blokken van ongewapend beton. Er zijn tal van vormen beschikbaar en de grootte van de blokken varieert van ca. 1 m³ tot meer dan 30 m³ (zie Figuur 2-19).



Figuur 2-18: Geschetste opbouw van de harde zeewering.

Figuur 2-19: Een voorbeeld van een zeewering met een toplaag van Ecopodes. Ecopodes zijn een type van Acropods met een natuurlijk uitzicht (Bron: www.concretelayer.com).

De helling van een zeewering hangt af van technische, economische en ecologische factoren. Vlakke taluds zorgen voor betere stabiliteit en meer mogelijkheden tot mitigatie, maar nemen veel meer ruimte en volume in. Steilere hellingen eisen een zwaardere deklaag, maar vragen minder materiaal en resulteren in een geringere inname van ruimte.

Om te vermijden dat het fijn kernmateriaal kan verdwijnen uit de constructie, moet tussen het kernmateriaal en de deklaagelementen één of meerdere filterlagen voorzien worden. De filterlaag bestaat uit stortsteen van een kleiner kaliber. Naast deze filterlaag worden ook horizontale filterlagen voorzien tussen het kernmateriaal en de zeebodem. Zij dienen om te

vermijden dat zandkorrels in de dam worden opgezogen, waardoor de stenen zich in de zandbodem 'inzakken'.

Een zeewering uit klassiek stortsteen of met betonnen deklaagelementen ondergaat, in tegenstelling tot een caisson die onmiddellijk bezwijkt, een geleidelijk schadepatroon. Deze zeewering wordt ontworpen voor een bepaalde ontwerpstorm, bijvoorbeeld stormcondities met een terugkeerperiode van 1/100 jaar. Pas bij een voldoende lange en zware stormperiode die de ontwerpstorm benadert of overschrijdt in combinatie met slecht onderhoud en/of lokale concentratie van belastingen kan de zeewering bezwijken. Het schademechanisme verloopt volgens volgende stappen (De Rouck, 2012):

- De positie van de blokken van de buitenste laag wordt geleidelijk verstoord doorheen de jaren. Deze schade moet tijdig hersteld worden;
- Indien dit niet gebeurt, kunnen bij verdere aanval een reeks blokken afglijden van het talud of naar opwaarts verplaatst worden, er ontstaat dan een ruimte welke niet meer beschermd is met de zware blokken van de deklaag;
- De golven tasten de ondergelegen tussenlaag aan. Het gevolg is dat deze laag snel wordt weggeslagen, zelfs indien de storm ondertussen is afgenomen;
- De bovenstructuur, indien aanwezig, kan reeds aangetast zijn als de deklaag haar functie niet meer vervult, maar zal zeker bezwijken als de tussenlaag is aangetast;
- Na de tussenlaag zal de kern vlug verdwijnen en ontstaat dus een bres in de zeewering;
- Bij aanhoudende storm of indien de opgedane schade niet voor een volgende storm kan worden hersteld, gaat het vernietigingsproces verder tot eventueel de totale vernietiging van de zeewering.

De kans op dergelijk falen wordt zoveel mogelijk beperkt door uitvoerige laboratoriumtesten en voldoende controle, zowel boven als onder water, tijdens en na uitvoering van de constructie.

2.5.1.3 Constructiefase

2.5.1.3.1 Monoliete zeewering (caissons)

De caisson zal in een droogdok gebouwd worden en wordt nadien over zee naar de juiste locatie gesleept. Ter plaatse wordt de caisson afgezonken door het toevoegen van water. Wanneer de caisson volledig afgezonken is, worden de compartimenten gevuld met een wegneembaar vulmateriaal, bijvoorbeeld zand of grind. Nadien wordt een betonnen deksel aangebracht. Rondom de voet van de caisson zal het aanbrengen van een erosiebescherming noodzakelijk zijn, deze erosiebescherming bestaat doorgaans uit een stortsteenlaag.

De caissons worden versleept wanneer de weersomstandigheden het toelaten (zie Figuur 2-20). Meestal zijn meerdere sleepboten noodzakelijk, wat de stabiliteit van de caisson tijdens het varen ten goede komt. Om veiligheidsredenen is de vaarsnelheid tijdens het transport gelimiteerd tot ongeveer 2 knopen.

Figuur 2-20: Verslepen van een caisson, Gangjeong sea, South Korea (Bron: cafe.daum.net).

Voor het afzinken van de caissons is het noodzakelijk dat het funderingsvlak vooraf geëffend wordt. Daarom wordt er onder de caissons een stortsteenlaag voorzien om de stabiliteit en verticaliteit van de constructie te verzekeren.

Een caisson dankt zijn stabiliteit aan het gewicht en de standzekerheid van dit massieve element. Verschillende caissons kunnen naast elkaar geplaatst worden en kunnen afhankelijk van het ontwerp verbonden worden om de stabiliteit verder te verhogen. De helling van de constructie is nagenoeg verticaal, maar afwijkingen hierop zijn mogelijk.

2.5.1.3.2 Harde zeewering met natuurlijke of betonnen deklaagelementen

Voor de constructie kan hoofdzakelijk een onderscheid gemaakt worden tussen twee bouwwijzen: ‘natte’ en ‘droge’ methoden.

Bij de **natte bouwwijze** wordt gebruik gemaakt van vlottende werktuigen:

- Zelflossende schepen, zoals sleephopperzuigers voor het storten (door de bodemdeuren), oppersen (door middel van een sproeiponton, zie Figuur 2-21) en het opspuiten (“rainbowen”, zie Figuur 2-21) van grind en zand;
- Steenstorters met zijdelingse storting (Figuur 2-23) die zorgen voor een gelijkmatige spreiding van de stortsteen;
- Splijtbakken (“split barges”) (Figuur 2-24), die een geconcentreerde storting van het zand of de stortsteen opleveren.

Figuur 2-21: Sproeiponton Bayard II (Bron: www.deme.be).

Figuur 2-22: "Rainbowen" met de sleephopperzuiger Oranje van Boskalis (Bron: www.columbusmagazine.nl).

Figuur 2-23: Zijdelingse steenstorter HAM602 (Bron: www.vanoord.com)

Figuur 2-24: "Split barge" (bron: www.southchinashipyard.com).

Met deze werktuigen kan praktisch maar tot ca. 3 m onder de waterspiegel gebouwd worden. Door te rainbowen of gebruik te maken van een sproeiponton kan er wel zand of grind ondieper en zelfs boven het waterniveau aangebracht worden. Om stenen onder water aan te brengen in waterdieptes kleiner dan 3 m, gebruikt men pontons met kranen en bijhorende aanvoerschepen.

Bij de **droge bouwwijze** wordt gebruik gemaakt van tijdelijke bruggen, kabelbanen of wordt de zeewering opgebouwd vanaf de wal. Deze constructiemethoden zijn minder relevant voor een constructie ca. 30 km offshore, doch kunnen ze toegepast worden indien bijvoorbeeld een droog oppervlak gecreëerd wordt door middel van afgezonken caissons. Deze caissons kunnen dan als wal fungeren om de droge bouwwijze toe te passen.

De constructiefase van de zeewering moet zo kort mogelijk worden gehouden. Zolang het kernmateriaal niet is afgeschermd door tussenlaag en deklaag, wordt het vrij onderworpen aan golfwerking en zijn deze materialen onderhevig aan erosie. Omwille van de weersomstandigheden kan er tijdens de wintermaanden slechts beperkt gewerkt worden. Indien het niet mogelijk is om de volledige constructie af te werken tussen twee winterperiodes in, moeten in elk geval bijvoorbeeld de koppen van de reeds afgewerkte zeewering vóór de winterperiode met stortsteen afgeschermd worden tegen afslag.

De constructiefasen kunnen verlopen in analogie met volgende fasering:

- Het nivelleren van de zeebodem;
- Het plaatsen van zinkstukken;
- Het storten van erosiegrind;
- Het storten van natte stortsteen als bescherming;
- Het storten van de stortsteen van de bermen;
- De natte bouw van de kern;
- Het plaatsen van de verticale filterlagen;
- Het plaatsen van de deklaag (stortsteen of betonnen elementen);
- Het afwerken van het bovenvlak van de zeewering.

Het precieze verloop hangt echter af van het uiteindelijke ontwerp. Opgemerkt wordt dat zeeweringen onderhevig zijn aan onderhoud en dat er periodiek materiaal bijgestort moet worden. Vooral het dieper gelegen materiaal dat de fundering vormt van het eiland zal voldoende moeten onderworpen worden aan monitoring en wanneer nodig aangevuld worden met nieuw materiaal (e.g. zand of grind).

2.5.1.3.3 Zachte zeewering

Het is theoretisch mogelijk een artificieel eiland te creëren met slechts zand en/of grind. Analoog aan het plaatsen van de kern van een harde zeewering, wordt het volledige eiland aangelegd in zand en/of grind. Zie als voorbeeld het artificiële zandeiland Nigehörn (Duitsland), afgebeeld in Figuur 2-25.

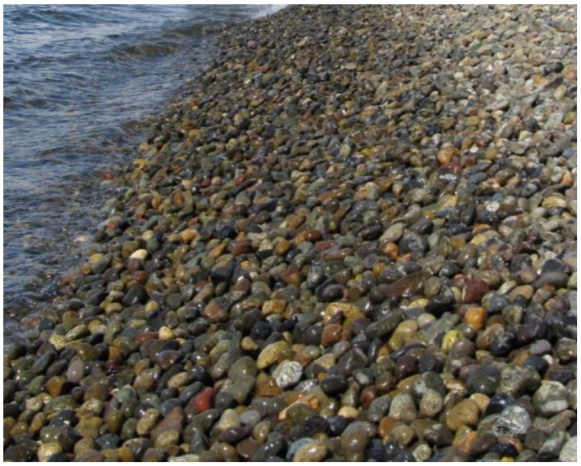
Figuur 2-25: Nigehörn, tot dusver het enige artificiële eiland in de Noordzee. Het is in 1989 aangelegd door 1,2 miljoen m³ zand op te spuiten. Het ligt in het Duitse nationaal park "Schleswig-Holstein Waddenzee" (bron: www.panoramio.com).

In het ontwerp van het eiland zal een veel flauwere helling aangenomen moeten worden ten opzichte van een eiland met harde zeewering. Dit vanwege de veel kleinere diameter van het gebruikte materiaal ten opzichte van de diameter van de deklaag in stortsteen of betonnen prefab-elementen. Hierdoor zal de oppervlakte-inname en het totale volume te gebruiken materiaal sterk toenemen. Een geotechnisch stabiele helling voor de onderwaterplaatsing van zand/grind varieert van 1/3 tot 1/30 (van 't Hoff, J. & Nooy van der Kolff, A.H. 2012), afhankelijk van de korreldiameter, plaatsingsmethodiek, het hydrologische milieu, de onderhoudsstrategie, enz.

Zelfs wanneer het talud onder een geotechnisch stabiele helling aangelegd wordt, zal deze niet bestand zijn tegen extreme stromingen, golven, stormen, wervels, enz. Na verloop van tijd zal een deel van het materiaal eroderen en dient het opnieuw aangevuld te worden om het eiland intact te houden. Bij het ontwerp dient hiermee rekening gehouden te worden en voldoende marge aangehouden te worden om erosie in bepaalde mate toe te staan.

Figuur 2-26 toont een zand- en grindstrand. Het grindstrand kan bestaan uit een zandlaag afgedekt met grind.

Zandstrand (Noordwijk, Nederland) (www.nufoto.nl).



Grindstrand (Elliott Bay, VS) (gravelbeach.blogspot.com).

Figuur 2-26: Gebruikte materialen voor zachte zeewering.

2.5.1.3.4 Hybridevormen

Hybridevormen, die een combinatie zijn van de harde zeewering met de zachte zeewering vormen een mogelijk alternatief voor het Alpha-eiland. Hierbij zal een deel van het eiland kunnen gerealiseerd worden met de techniek zoals beschreven in § 2.5.1.3.1 en een ander deel met de techniek zoals beschreven in § 2.5.1.3.2. De combinatie van beide technieken kan voordelig zijn met het oog op limiterende uitvoeringstermijn, oppervlakte inname, invloed op de morfodynamiek, enz.

2.5.1.3.5 Heien van palen en damplanken

In elk van de besproken bouwtypes van een artificieel eiland wordt er van uitgegaan dat een voldoende stabiele fundering kan gebouwd worden voor de installatie van het OHVS. In functie van de eigenschappen van de ondergrond kan het noodzakelijk zijn om een grondverbetering toe te passen en kan bijvoorbeeld de slechte bodem vervangen worden door een betere bodem of kunnen er grindkolommen gecreëerd worden. In principe zal het voor de fundering van het eiland en het OHVS het niet nodig zijn om lange palen in de zeebodem te heien. Mogelijks kunnen er wel paalfunderingen of damplanken toegepast worden ten behoeve van de kade op het eiland. Een van de functionaliteiten van het eiland zal een aanmeermogelijkheid voor schepen zijn. De oplossing hiervoor zal afhangen van de voorstellen van de aannemers. Een van de mogelijke oplossingen is het bouwen van een open steiger gefundeerd op stalen palen. De diameter van deze palen is op heden niet gekend, maar zal met een diameter van ca. 60 cm vele malen kleiner zijn dan deze gebruikt voor de windmolens, waar het afhankelijk van het type fundering om palen met een diameter van ca. 2 tot 7 meter gaat. Voor de palen voor de aanlegsteiger zal er dus veel minder kracht nodig zijn om ze in te zeebodem te slaan dan funderingen voor windmolens. Bovendien zullen deze palen een stuk minder diep in de zeebodem moeten vastgezet worden dan bij windmolenfunderingen.

2.5.1.4 Operationele fase

De vooropgestelde levensduur van het artificiële eiland bedraagt ca. 50 jaar. Dit houdt in dat gedurende deze periode alle vooropgestelde functies gegarandeerd moeten blijven. De werkelijke levensduur van de constructie kan (veel) groter zijn dan deze vooropgestelde periode. Tijdens de levensduur van de constructie zijn monitoring en onderhoud een continu proces. Inspecties zullen plaatsvinden op geregelde tijdstippen, bijvoorbeeld ieder kwartaal en in functie van het voorkomen van stormen met een bepaalde retourperiode. Zowel de integriteit van de structurele elementen, als de topografie en bathymetrie rond het eiland zullen moeten geïnspecteerd worden, samen met een monitoring van de hydrodynamische condities (golven, stroming, waterstanden).

De monitoring gebeurt via een vooraf gedefinieerd monitoringsprogramma. Het omvat onder andere:

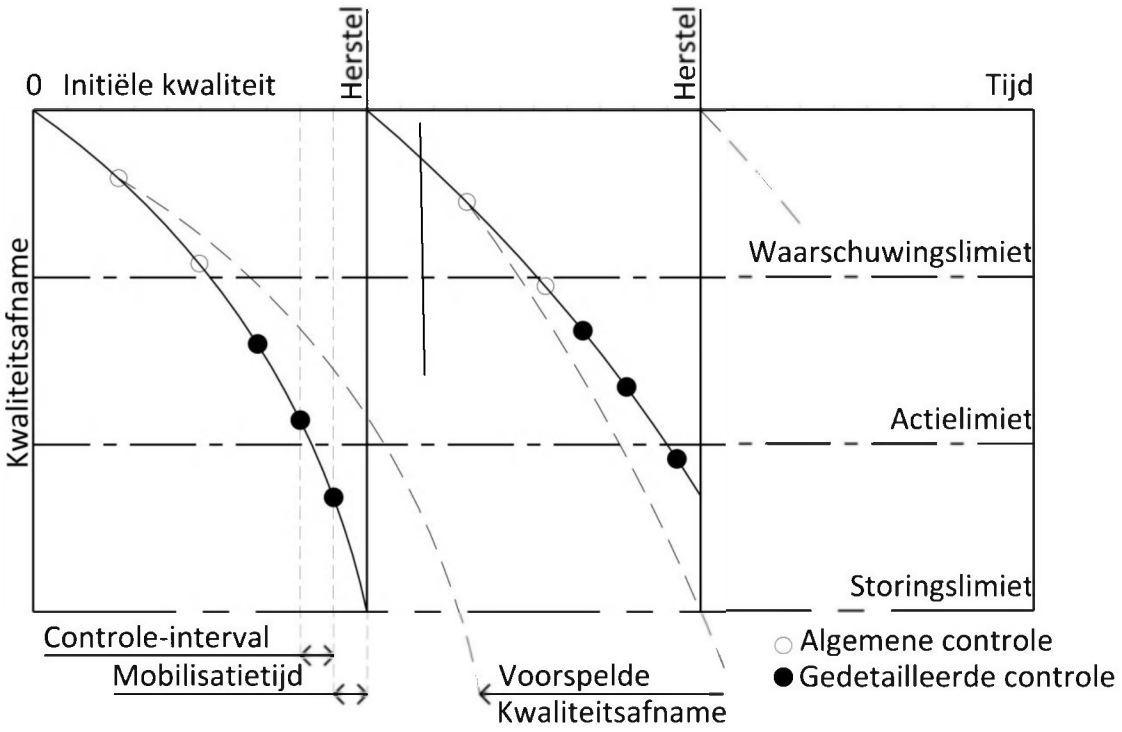
- Het voorzien van data voor het ontwerp en evaluatie van toekomstige veranderingen;
- Het verzekeren dat herstellingswerkzaamheden tijdens en na de constructiefase op tijd plaatsvinden;
- Het vastleggen van interventiecriteria (waarschuwing, actie, falen) ter voorkoming van significante schade of uitvallen van de functionaliteiten van de infrastructuur op het eiland;
- Het optimaliseren van de werkzaamheden voor een optimaal resultaat;
- Het evalueren van de uitgevoerde werkzaamheden;
- Het voorzien van ontwerpdata voor gelijkaardige constructies in de toekomst;
- …

Het onderhoud kan bestaan uit:

- Voor caissons: het tegengaan en herstellen van afbrokkeling van het beton en corrosie van de bewapening, het herstellen van erosiebescherming, …;
- Voor klassieke zeewering: het vervangen van verplaatste deklaagelementen, herstellen van filterlagen, het herstellen van erosiebescherming, …;
- Voor grind- of zandsuppleties: het aanvullen van weggeërodeerde hoeveelheden, …;
- …

Naast bovenstaande opsomming kan het onderhoud ook bestaan uit het doorvoeren van kleinere structurele veranderingen aan de opbouw van het eiland wanneer er bijvoorbeeld onvoorziene effecten zijn op stromingen, nabijgelegen constructies, fauna, ….

Een schematische voorstelling van het proces inspectie-onderhoud wordt weergegeven op Figuur 2-27.



Figuur 2-27: Schematische voorstelling van het inspectie-onderhoud proces voor offshore constructies (naar Pilarczyk & Zeidler, 1996).

2.5.1.5 Ontmantelingsfase

2.5.1.5.1 Monoliete zeebreker (caissons)

De caissons kunnen zijn zo ontworpen worden dat ze als pregefabriceerde elementen drijvend gepositioneerd worden op hun eindbestemming waar ze gestabiliseerd worden door eerst meer water en daarna zand toe te voegen. Bij ontmanteling, zou de caisson weer drijvend gemaakt kunnen worden. Het zand wordt eerst uit de caisson weggepompt en vervangen door water. Vervolgens kan het water gecontroleerd worden weggepompt, waardoor de caisson terug gaat opdrijven. De caisson wordt naar een nieuwe locatie gesleept om ontmanteld te worden.

Er is weinig praktijkervaring met deze techniek en er zijn belangrijke veiligheidsaspecten mee gemoeid in termen van stabiliteit bij het terug drijvend maken van de caisson. Ook moet men rekenen met mogelijke milieu-impacten tijdens de werken, afhankelijk van de huidige situatie op het moment van ontmantelen.

Een alternatief bestaat er in de caisson ter plaatste af te breken analoog aan de betonafbraakwerken die op land gebeuren.

2.5.1.5.2 Harde zeewering met natuurlijke of betonnen deklaagelementen

De natuurlijke of betonnen deklaagelementen kunnen met kraanpontons en bijhorende afvoerschepen verwijderd en weggebracht worden. Indien hun toestand het toelaat, kunnen ze hergebruikt worden voor andere projecten.

Het zand en grind van de kern kan met een baggerschip terug opgebaggerd worden zodat het opnieuw beschikbaar is voor andere projecten of teruggestort kan worden op de oorspronkelijke winlocatie.

2.5.1.5.3 Zachte zeewering

Net als bij de kern van een harde zeewering, kan het zand en grind bij een zachte zeewering opgebaggerd en weggebracht worden.

Het eiland of een gedeelte ervan kan men onder invloed van de natuurlijke zeewerking laten eroderen.

2.5.1.5.4 Hybridevormen

Ook hybride vormen zijn te ontmantelen. Voor de hybride vormen zal de ontmanteling gefaseerd gebeuren waarbij de impact van het weghalen van een element (bv. zand of grindbestorting) op een ander element (bv. caisson) zal bepalen hoe de ontmanteling dient te gebeuren.

2.5.1.6 Vier realistische voorbeeldontwerpen

2.5.1.6.1 Functionele eisen van het eiland

De functionele eisen van het eiland zijn nog niet definitief vastgelegd. Er wordt in het kader van het MER uitgegaan van 3 technische eisen:

- Ruimte voor een OHVS (100 m x 80 m).
- Ruimte voor een helikopterdek.
- De mogelijkheid om aan te meren met een “klein” schip. Dit wordt gekoppeld aan de aanwezigheid van een kaaimuur en ruimte op de kade voor het laden, lossen en stockeren van goederen.

Een eiland met een nuttige oppervlakte van ca. 15.000 m² is voldoende om te voldoen aan deze functionele eisen.

Er kunnen haast oneindig veel voorbeeldontwerpen getekend worden die voldoen aan deze voorlopige functionele eisen. Uitgaande van de beperkte grootte van het projectgebied en de bathymetrie, zijn 4 realistische voorbeeldontwerpen op hoofdlijnen uitgewerkt. Ze verschillen opvallend, ofwel qua materiaalkeuze ofwel in termen van vorm. Ze hebben alle vier gemeen dat hun kern opgevuld wordt met zand. Ter bescherming tegen extreem springtij, is de buitenrand van elk van deze ontwerpen vastgelegd op ca. 12 m LAT. Het OHVS kan ongeveer 20 m hoog zijn, waardoor de bovenkant van de hoogste structuur van het eiland op circa 32 m LAT uitkomt.

De voorgestelde ontwerpen moeten aanzien worden als voorbeelden om een concreter beeld te krijgen van dergelijk eiland.. Ze zijn veel realistischer dan de schetsen gepresenteerd in het MER-ontwerp, maar hebben geen enkele betekenis in functie van de vergunningsaanvraag.

2.5.1.6.2 Voorbeeldontwerp 1

Bijlage G1 geeft op de eerste pagina een bovenaanzicht en op de tweede pagina twee dwarsdoorsneden weer.

Het eerste voorbeeldontwerp heeft een nuttige oppervlakte van ca. 15.250 m². Concrete afmetingen staan op de tekeningen aangeduid.

Het ontwerp is ruwweg als volgt opgebouwd:

- Een “zandpannenkoek” op de zeebodem, van ca. -25 m LAT tot ca. -10,5 m LAT.
- De zeewering van het eiland bestaat uit breuksteen of iets gelijkaardigs (bv. Betonnen geprefabriceerde elementen).
- Om de golfagitatie tijdens het aanmeren van schepen te beperken, wordt er een strekdam gebouwd die bestaat uit betonnen caissons.

2.5.1.6.3 Voorbeeldontwerp 2

Bijlage G2 geeft op de eerste pagina een bovenaanzicht en op de tweede pagina twee dwarsdoorsneden weer.

Het tweede voorbeeldontwerp heeft een nuttige oppervlakte van ca. 15.150 m². Concrete afmetingen staan op de tekeningen aangeduid.

Het ontwerp is nagenoeg identiek aan Voorbeeldontwerp 1, met als voornaamste verschil dat de strekdam niet uit caissons bestaat, maar uit breuksteen. Doordat breuksteen steeds onder helling aangelegd dient te worden, is bijgevolg de oppervlakte-inname van dit eiland groter dan bij Voorbeeldontwerp 1. Er is dus iets meer zand nodig voor de aanleg van de zandpannenkoek.

2.5.1.6.4 Voorbeeldontwerp 3

Bijlage G3 geeft op de eerste pagina een bovenaanzicht en op de tweede pagina twee dwarsdoorsneden weer.

Het derde voorbeeldontwerp heeft een nuttige oppervlakte van 19.100 m². Concrete afmetingen staan op de tekeningen aangeduid.

Het ontwerp is qua materiaalkeuze gelijk aan Voorbeeldontwerp 2, maar heeft een opvallende hoefijzervorm. Voorbeeldontwerp 3 heeft de grootste nuttige oppervlakte en ook de grootste oppervlakte-inname.

Het ontwerp, door zijn ronde vorm, optimaliseert de mogelijke inneembare oppervlakte van het MER-Ontwerp. De manoeuvreerruimte tussen beide einden van het hoefijzer, waar de golfagitatie beperkt is, is eveneens het grootste in voorbeeldontwerp 3.

2.5.1.6.5 Voorbeeldontwerp 4

Bijlage G4 geeft op de eerste pagina een bovenaanzicht en op de tweede pagina twee dwarsdoorsneden weer.

Het vierde voorbeeldontwerp heeft een nuttige oppervlakte van ca. 15.500 m². Concrete afmetingen staan op de tekeningen aangeduid.

Dit ontwerp bestaat volledig uit caissons. Deze caissons liggen op een iets minder dikke zandpannenkoek dan bij de andere voorbeeldontwerpen, hoewel het technische evengoed mogelijk zou zijn om de caissons tot de huidige zeebodem te laten zinken (ca. -25 m LAT). Daardoor zou de oppervlakte-inname van het eiland aanzienlijk verkleinen. Er dient uiteraard rekening gehouden te worden met de nodige erosiebescherming rondom de caissons.

2.5.1.7 Het MER-ontwerp

2.5.1.7.1 Beschrijving van het MER-ontwerp

Het MER-ontwerp is meer schematisch dan elk van de hierboven besproken voorbeeldontwerpen. Dit laat toe om de impacten van het nog ongekende eilandontwerp op de omgeving te bespreken, zonder zich te verliezen in kleine details die weinig correct zouden zijn noch enige invloed hebben op de beoordeling van de uiteindelijke effecten. Het OHVS is op het MER-ontwerp niet ingetekend. De ligging van het OHVS kan immers op veel plaatsen in het MER-ontwerp liggen, afhankelijk van hoe de kabels binnenkomen in het finaal ontwerp. Naast het OHVS moet voldoende ruimte voor kabelcorridors voorzien worden op het eiland. De grootste impacten van het eiland op de omgeving worden verwacht door de aard van de onder- en bovenbouw van het eiland, niet door het OHVS die op de bovenbouw wordt geplaatst. Dit met uitzondering van het effect van het eiland op radar. Hiertoe is het OHVS wel belangrijk. In de radarstudie (zie hoofdstuk 5.7 en externe bijlage Flemtek-IMDC, 2013) wordt het OHVS bijgevolg uiteraard wel in rekening gebracht.

Het MER-ontwerp is in bovenaanzicht en met dwarsdoorsneden voorgesteld in Figuur 2-28. Het betreft een cirkelvormig eiland, bestaande uit een basis van zand (een zandpannenkoek) met een oppervlakte van ca. 0,5 km². Daarboven komt een bovenbouw met zeewering uit breuksteen en een kern uit fijner materiaal. Dit lichaam strekt zich uit van ca. -12,5 m LAT tot +12 m LAT. Op -12,5 m LAT kent het eiland een oppervlakte van ca. 0,15 km² en aan het wateroppervlak bedraagt de oppervlakte minder dan 0,1 km² (MSL, +2 m LAT).

Voor het MER-ontwerp is er gekozen voor breuksteen als hard substraat. Naar impact op het milieu verschilt dit niet veel met een betonnen caisson. Breuksteen en caissons zijn beide onnatuurlijke substraten ter hoogte van de Lodewijkbank. Breuksteen heeft een onregelmatiger reliëf dan een betonnen caisson en dus meer mogelijkheden naar schuilplaatsen voor fauna en kolonisatiemogelijkheden voor biofoulers. Een caisson heeft echter ook een erosiebescherming waar breuksteen bij komt kijken en daarnaast heeft het een kleinere oppervlakte-inname, aangezien een caissonwand volledig verticaal is.

Door te kiezen voor een MER-ontwerp bestaande uit een lichaam met een zeewering uit breuksteen, zal een finaal ontwerp bestaande uit caissons ook zeker binnen de voorziene milieu-impacten vallen.

Wat de milieu-impact betreft zijn de volgende drie maten van het MER-ontwerp het voornaamste om te bespreken:

- De oppervlakte-inname op de zeebodem, m.a.w. de oppervlakte van de zandpannenkoek bovenop de huidige bathymetrie.
- De oppervlakte-inname van het lichaam met de breukstenen zeewering, inclusief bijhorende erosiebescherming. Het oppervlak van het zandig substraat dat bedekt wordt met hard substraat komt overeen met de oppervlakte van het originele biotoop (zacht substraat) dat permanent verloren gaat.
- De oppervlakte van het eiland dat boven water uitsteekt (dwarsdoorsnede op MSL, +2 m LAT). Dit laat toe de maximale grootte van het eiland vast te leggen, wat een impact heeft op onder meer scheepvaart, stroming, uitzicht, etc. …

Het MER-ontwerp is net groot genoeg zodat elk van de voorbeeldontwerpen met inbegrip van de strekdam(men) nog in alle richtingen georiënteerd kunnen worden, zonder daarbij de maatgevende grenzen van het MER-ontwerp te overschrijden (zie Tabel 2-5 en ook Figuur

2-28). Op deze manier komen we uit op een cirkelvormig eiland. In realiteit zal er geen cirkelvormig eiland gebouwd worden, omdat er onder meer voorzien moet worden in een soort van golfbreker en kaaimuur voor het aanmeren van een klein schip. De nuttige oppervlakte van het MER-ontwerp is daardoor veel groter dan in de praktijk het geval zal zijn.

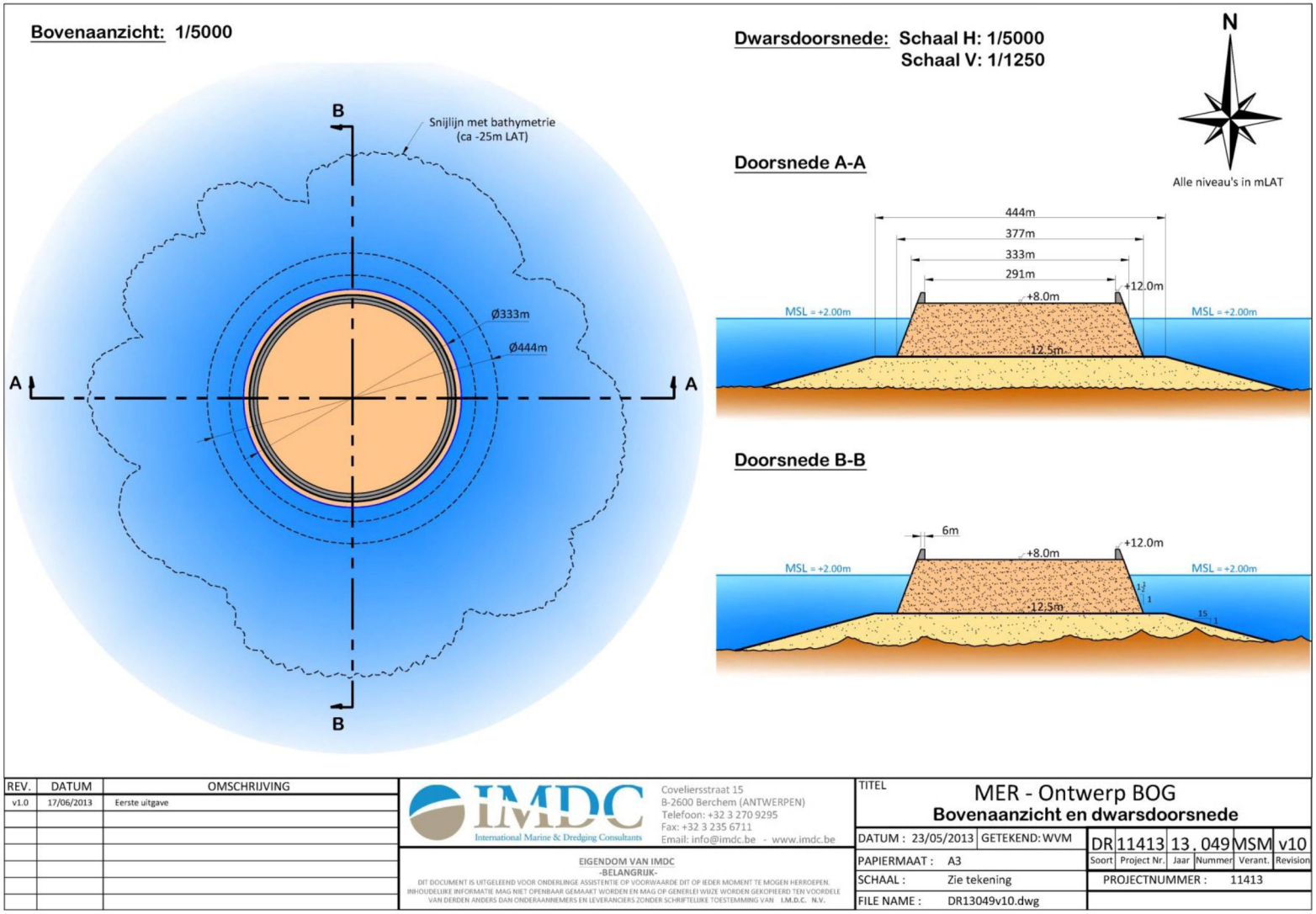
Tabel 2-5: Belangrijkste afmetingen van het MER-ontwerp.

MER-ontwerp	Afmetingen	
	Oppervlakte (m²)	Diameter (m)
Oppervlakte-inname zeebodem	467.600	812
Oppervlakte-inname hard substraat	154.850	444
Eiland boven MSL	87.100	333

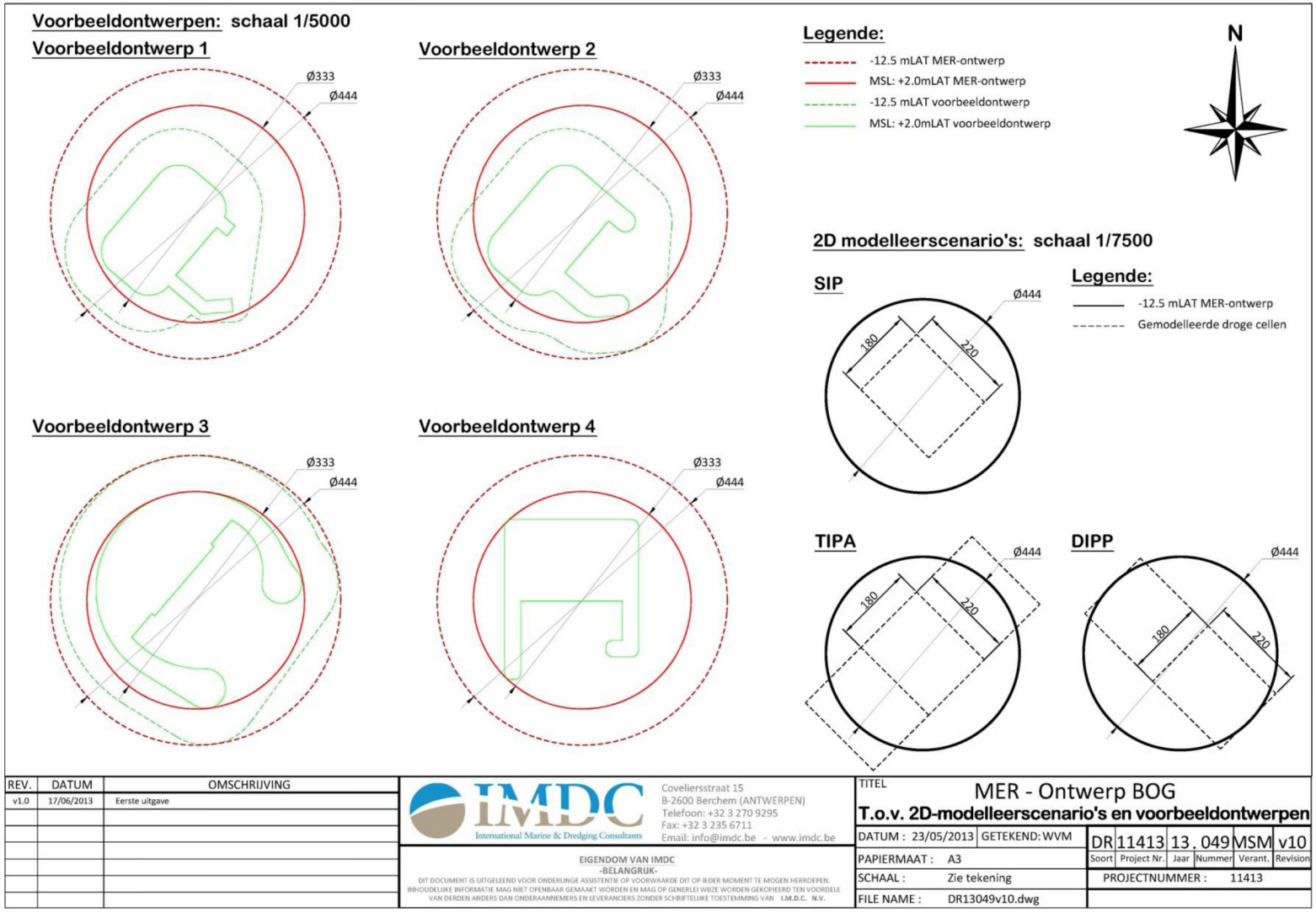
De volumes van de belangrijkste constructiematerialen, zoals ruim berekend op basis van het MER-ontwerp en om een worst-case benadering mogelijk te maken, zijn weergegeven in Tabel 2-6. De volumes zijn dermate ruim genomen dat een eilandvorm met een groter oppervlak dan het MER-ontwerp (zoals bv. het hoefijzervormig voorbeeldontwerp 3), ook binnen deze maten vallen.

Tabel 2-6: Volumes van de belangrijkste constructiematerialen voor het MER-ontwerp.

MER-ontwerp	Materiaal	Volume (m³)
Onderbouw (zandpannenkoek)	Zand	3.230.000
Bovenbouw	Kernmateriaal (zand/grind/…)	1.835.000
	Breuksteen	75.000
	Acropods (9 m³/stuk)	63.000



Figuur 2-28: Bovenaanzicht en dwarsdoorsneden van het MER-ontwerp (zie Bijlage C2 voor A3-kaart).



Figuur 2-29: Dimensies van het MER-ontwerp vergelijken met de voorbeeldontwerpen en de 2D modelleerscenario's (zie Bijlage C3 voor A3-kaart).

2.5.1.7.2 Vergelijking met voorbeeldontwerpen

Op Figuur 2-29 zijn de 4 voorbeeldontwerpen geprojecteerd op het MER-ontwerp.

De -12,5 m LAT en de +2,0 m LAT lijn zijn weergegeven, welke staan voor respectievelijk de oppervlakte-inname van het lichaam met zeewering uit hard substraat en de contour van het gedeelte van het eiland dat gemiddeld gezien boven water uitsteekt.

Voor Voorbeeldontwerp 4 is de -12,5 m LAT lijn niet weergegeven. Het betreft een volledig caisson ontwerp. De -12,5 m LAT lijn valt samen met de +2 m LAT contour.

Voor elk van de voorbeeldontwerpen is het duidelijk dat ze binnen de afmetingen van het MER-ontwerp passen. De oppervlakte-inname van de zandpannenkoek is niet aangeduid, maar er mag gesteld worden dat die bij geen enkel voorbeeldontwerp groter is dan die van het MER-ontwerp, aangezien de -12.5 m LAT contour bij geen enkel voorbeeldontwerp die van het MER-ontwerp overschrijdt.

2.5.1.7.3 Vergelijking met modelleerscenario's (sedimenttransportstudie)

In het kader van het MER is een numerieke 2D modelleerstudie uitgevoerd (zie hoofdstuk 5.1 en externe bijlage IMDC, 2013a).

Er zijn 3 types van eilandlayout doorgerekend:

- SIP: Een inactieve (droge) cel.
- TIPA: Drie inactieve cellen parallel met de dominante stroomrichting.
- DIPP: Twee inactieve cellen loodrecht op de dominante stroomrichting.

Deze inactieve cellen kunnen geïnterpreteerd worden als een niet-erodeerbare kolom van 180m x 220m die zicht uitstrekt vanaf de zeebodem tot aan het wateroppervlak.

De projectie van elk van deze 3 scenario's op de -12,5 m LAT contour van het MER-ontwerp (de oppervlakte-inname van het lichaam met zeewering uit hard substraat) is weergegeven in Figuur 2-29.

De SIP layout is kleiner dan het MER-ontwerp en mag geïnterpreteerd worden als de caisson oplossing. Het TIPA en het DIPP scenario liggen qua dimensies in gelijkaardige grootteorde als het MER-ontwerp.

2.5.1.7.4 Voorwaarden naar finaal design

Om te vermijden dat de milieu-impacten van het finaal eilandontwerp de milieu-impacten van het MER-ontwerp in negatieve zin zouden overstijgen, worden hieronder voorwaarden opgesomd die aan de aannemer van het Alpha-eiland opgelegd zullen worden:

- De aannemer kan de exacte locatie van het finaal eilandontwerp zelf bepalen, zolang de oppervlakte-inname volledig binnen het projectgebied ligt dat afgebakend is op het zuidelijke eind van de Lodewijkbank en in het totaal niet groter is dan 0,7 km².
- Er mag bij het finaal ontwerp niet meer oppervlakte van de zeebodem ingenomen worden dan bij het MER-ontwerp.
- De oppervlakte van het eiland dat boven water uitsteekt (bovenbouw) mag niet groter zijn dan bij het MER-ontwerp.
- Het oppervlak van het zacht substraat (zandpannenkoek of origineel habitat) dat bedekt wordt met hard substraat mag niet groter zijn dan de oppervlakte-inname van de

bovenbouw van het MER-ontwerp dat bestaat uit een zeewering van breuksteen en acropods met bijhorende erosiebescherming.

- De bovenkant van de hoogste structuur van het eiland (i.e. het OHVS), mag niet hoger komen dan +35 m LAT, m.u.v. kleine structuren zoals bv. een radartoren of bliksemafweer.
- De maximale breedte van het eiland mag tussen -10 m LAT en de bovenkant van het eiland nergens groter zijn dan 450m. Dit om te vermijden dat een eiland ontworpen kan worden dat weliswaar in oppervlakte niet groter is dan het MER-ontwerp, maar wel veel langgerekter en daardoor een niet voorziene impact op de omgeving kan hebben.

2.5.2 OHVS

2.5.2.1 Algemeen

Een Offshore High Voltage Station is een offshore transformatorstation dat de spanning van de inkomende stroom verhoogt vooraleer deze naar land te transporteren. Aangezien het Beta-OHVS geen deel uitmaakt van voorliggend MER, focust onderstaande beschrijving zich op het Alpha-OHVS.

Het Alpha-OHVS zal op het Alpha-eiland geplaatst worden en heeft als maximale afmetingen 100 m x 80 m. In het kader van het de radarstudie (zie externe bijlage Flemtek-IMDC, 2013) wordt er uitgegaan van 55 m x 36 m x 20 m (LxBxH) als basisafmetingen voor het OHVS (hoofdgebouw + transformatormodules), aangezien op basis van het meeste recente design van het OHVS gebleken is dat deze afmeting zeer dicht bij de finale afmetingen zullen liggen.

Het Alpha-OHVS vormt een deel van het ‘stopcontact’ waarop verschillende windmolenparken aangesloten worden op spanningen van 66 kV (Rentel en SeaStar) en 220 kV (Mermaid). (Het windmolenpark Norther zal aangesloten worden op het Beta-OHVS)

De windenergie komt via de kabels van de windmolenparken binnen op het Elia onderstation (Alpha-OHVS), waar deze verzameld wordt op de 33 kV of 220kV schakel- en verdeeltoestellen van het GIS-type (gas-insulated switchgear). De 66kV verdeeltoestellen zijn via middenspanningskabelbundels verbonden met de hoofdtransformatoren (olie- en luchtgekoeld). Deze transformeren de windenergie naar de gewenste transportspanning 220kV. Via de 220kV hoogspanning schakel- en verdeeltoestellen van het GIS- type wordt de getransformeerde windenergie vervolgens verdeeld over het kabelsysteem naar land.

Alle kabels die aankomen op het onderstation (66 kV en 220 kV) zijn ter hoogte van de schakel- en verdeeltoestellen beveiligd met vermogenschakelaars. Deze vermogenschakelaars worden aangestuurd door beveiligingsapparatuur, die hiervoor op verschillende punten stromen en spanningen meet. Alle beveiligingen zijn redundant uitgevoerd, dwz. dat elk netonderdeel (kabels, transformatoren, etc.) beveiligd is door minstens twee beveiligingsapparaten.

Het ontwerp van de transformatoren en de onderstations is gebaseerd op koeling door natuurlijke circulatie. Vanwege het grote vermogen en de hoge spanning worden in de onderstations oliegevulde transformatoren toegepast om de vereiste koeling te bekomen. Onder de transformatoren zijn lekbakken aangebracht, waarmee eventueel uit de transformatoren lekkende olie wordt opgevangen in speciale tanks.

Verder is volgende apparatuur aanwezig in het OHVS:

- Controle- en beveiligingssystemen die een veilige en bedrijfszekere uitbating mogelijk maken;
- Communicatievoorzieningen die zorgen voor de verbinding van alle apparatuur met de controleposten op het land. Deze datacommunicatie gebeurt via glasvezels die ingebouwd zijn in de hoogspanningskabels. Het transformatorstation is ontworpen om met een minimum aan onderhoud te kunnen functioneren. Voor het jaarlijkse onderhoud en voor eventuele reparatiewerkzaamheden is het station voorzien van eenvoudige verblijfsruimten voor de onderhouds- en reparatieploeg;
- Ondersteunende systemen, die de werking van het OHVS mogelijk maken:
  - Hulpdiensttransformatoren, batterijen, gelijkrichters en bijhorende laagspanningsverdeelnetten, voor voeding van de ondersteunende systemen;
  - Nulpuntstransformatoren en compensatiespoelen, voor uitbating en beveiliging van het hoogspanningsnet;
  - Dieselgenerator, voor ondersteuning van de vitale functies van het onderstation in noodgevallen;
  - Branddetectie- en bestrijdingssystemen, klimatisatiesystemen, noodverblijf voor technici, toegangscontrolesystemen, toegangsvoorzieningen, manipulatietoestellen voor onderhoud en andere interventies;
  - Opslagtanks voor brandstoffen en afvalstoffen;
  - Opslag van kritische reservestukken;
  - Licht- en bebakeningssystemen.

2.5.2.2 Constructiefase

De eigenlijke structuur van het OHVS, bestaande uit transformator(en), schakelapparatuur, stuur- en controlekasten, worden volledig op land gebouwd en samengesteld. De complete stations worden op land bekabeld en getest. Alle apparatuur wordt in een gesloten behuizing ingebouwd die op een metalen draagstructuur rust. Het transport van het OHVS gebeurt op een ponton, al dan niet gedeeltelijk gedemonteerd (Figuur 2-30). Voor de installatie op het eiland wordt een zwaar hefkraanschip gebruik. Het OHVS kan bij ontmanteling met een gelijkaardige kraan via een ponton weer naar land gebracht worden om daar gerecycleerd te worden.

Figuur 2-30: Een OHVS wordt op een ponton geplaatst om naar de bestemming (het Windmolenpark Belwind) te varen (Bron: www.cofelyfabricom-gdfsuez.com).

2.5.2.3 Operationele fase

2.5.2.3.1 Organisatie - algemeen

De exploitatie zal verlopen conform de geldende regelgeving betreffende veiligheid, gezondheid en milieu. Een team van gekwalificeerde technici zal worden belast met preventieve en curatieve onderhoudstaken.

2.5.2.3.2 Afstandscontrole en besturing

De afstandscontrole laat het melden van storingen toe, alsook het corrigeren van storingen van op afstand en het monitoren van de nodige werkingsparameters, met het oog op preventief onderhoud.

2.5.2.3.3 Toegang voor het onderhoudspersoneel

Er zal toegang tot het OHVS zijn met behulp van een onderhoudsschip dat kan aanmeren aan een kaaimuur op het Alpha-eiland. Het is ook mogelijk om per helikopter het eiland en dus het OHVS te bereiken (bijvoorbeeld bij nood, of bij dringende interventies in slechte weersomstandigheden).

2.5.2.3.4 Transportbewegingen tijdens de exploitatiefase

Transportbewegingen tijdens de exploitatiefase beperken zich tot de onderhouds- of reparatiewerken.

2.5.2.4 Ontmantelingsfase

Na afloop van de exploitatieperiode van 30 jaar, zal het OHVS ontmanteld worden of wordt een verlenging van de vergunningen aangevraagd. Op het BDNZ is momenteel nog geen OHVS of iets gelijkaardig ontmanteld, dus praktische werkervaring is in België niet beschikbaar. Daardoor zullen volgende documenten als richtlijn gebruikt worden: DECC (2011), DTI (2006), DEFRA (2002), IMO (1989), UNCLOS (1982) en de OSPAR richtlijnen voor offshore windmolenparken, aangezien een OHVS ook vaak onderdeel uitmaakt van een windmolenpark.

Andere relevante wetgeving zijn de afvalrichtlijnen uitgegeven door de Britse regering (UK Government, 2005) , de 'London Convention 1972' en het 1996 protocol (IMO, 1972, 1996) over de preventie van mariene vervuiling door afvaldumping.

Het OHVS kan verwijderd worden van het eiland op de wijze waarop de structuur gebouwd werd: de volledige structuur wordt verwijderd met een hefkraanschip. De verdere ontmanteling gebeurt dan aan land.

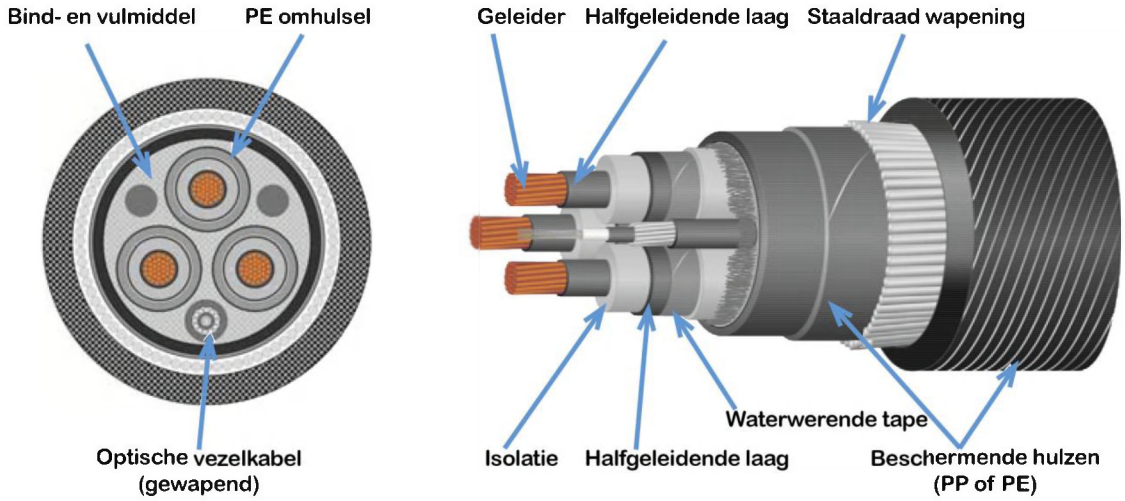
Voor de ontmanteling zal er voorbereidend werk gebeuren zoals het verwijderen van losse onderdelen en vloeistoffen (oliën en transformatorvloeistoffen), de installatie en certificatie van hefpunten en het "hot bolting" van bouten om het verwijderen van bouten te vergemakkelijken.

2.5.3 Bekabeling

2.5.3.1 Ontwerp en type

Betreffende de kabelproducent werd nog geen definitieve beslissing genomen. Onderstaande specificaties dienen dan ook eerder als richtlijnen opgevat te worden en zijn geen bindende voorwaarden.

In principe zijn alle kabels (Alpha-kust, Beta-kust, Alpha-Beta) identiek. De kabels zijn van het type 220kV 3-fase HVAC submarine kabelsysteem met geïntegreerde optische vezels van het type XLPE (cross-linked polyethylene), zoals afgebeeld op Figuur 2-31. De buitenafmeting van de kabels bedraagt ca. 220 à 260 mm en de kabel weegt 100 à 130 kg/m (in lucht). De transportcapaciteit van een 220 kV kabel met drie geleiders van 1000 mm² bedraagt in theorie 350 MVA (afhankelijk van omgevingsfactoren).



Figuur 2-31: Schematische opbouw van de kabel (naar CABLEL Hellenic Cables, 2013).

2.5.3.2 Elektromagnetische velden en warmteontwikkeling

In volgende paragrafen wordt kort ingegaan op enkele energetische aspecten die specifiek zijn voor submariene HVAC verbindingen.

2.5.3.2.1 Elektromagnetische velden

Een belangrijke eigenschap van hoogspanningskabels in werking is het ontstaan van elektrische en magnetische velden. Een elektromagnetisch veld is een combinatie van een elektrisch veld, dat ontstaat door spanning of elektrische lading, en een magnetisch veld dat ontstaat door een elektrische stroom. De elektrische veldsterkte neemt toe bij toenemende spanning, de sterkte van een magnetisch veld is afhankelijk van de stroomsterkte.

Het elektrisch veld wordt zo goed als volledig afgeschermd door de verschillende metalen schermen aan de buitenzijden van de isolatie rondom elke afzonderlijke geleider. Magnetische velden daarentegen worden hierdoor niet tegengehouden.

Het totaal magnetisch veld bij wisselstroomkabels met drie geleiders wordt echter grotendeels geneutraliseerd door de magnetische velden rondom elke individuele geleider die elkaar opheffen.

Ingraven van de kabels zal het magnetische veld niet effectief milderen, maar er kan wel verondersteld worden dat blootstelling van organismen die gevoelig zijn aan magnetische velden sterk gereduceerd zal worden door de aanwezigheid van een fysische barrière. Bovendien neemt de veldsterkte snel af met de afstand tot de kabel.

Verschillende studies in Europa hebben ondertussen de mogelijke effecten van elektromagnetische velden veroorzaakt door onderzeese kabels op de omgeving onderzocht. Ze komen allemaal tot het besluit dat de invloed hiervan heel beperkt is.

Doordat zeewater door het magnetisch veld van de kabels stroomt, ontstaan geïnduceerde elektrische velden. Deze geïnduceerde elektrische velden zijn echter klein. Zeker als door bundeling van de kabels de magnetische velden grotendeels geneutraliseerd worden en met een ingraafdiepte van minimaal 1 m zijn de in het zeewater opgewekte spanningen verwaarloosbaar.

Voor een bespreking van de effecten van magnetische velden op het marien milieu, wordt verwezen naar 5.4.3.2.4.

2.5.3.2.2 Warmteontwikkeling

Bij het transport van elektrische energie treden energieverliezen op, als gevolg van de interne weerstand, waardoor de stroom wordt omgezet in warmte. Het type kabelsysteem (gelijkstroom of wisselstroom, mono- of bipolair, gebundeld of niet gebundeld, type isolatiemateriaal, dikte en materiaal van de geleider, diepte waarop de kabels worden gelegd), de spanning en de karakteristieken van de omgeving (thermische conductiviteit en weerstand) bepalen de hoeveelheid warmte die vrijkomt (OSPAR, 2009a). Warmteverlies in de kabels is bij wisselspanning groter dan bij gelijkspanning voor eenzelfde transportcapaciteit.

Deze warmteontwikkeling heeft niet alleen effect op de omgevingstemperatuur van het kabelsysteem, maar ook op de kabel zelf. Voor de kabel zelf is het van belang dat deze niet te warm wordt. Een te hete geleider tast de kabelisolatie aan, wat tot snelle veroudering en falen van de kabels kan leiden. Bij een XPLE type kabel bedraagt de maximale geleidertemperatuur ca. 90 °C. Aan de buitenzijde van de kabel is de temperatuur 10 tot 20°C lager dan ter hoogte van de geleider.

2.5.3.3 Elektrische beveiliging

Zoals vermeld in paragraaf 2.5.2.1, zijn alle kabels die aankomen op de offshore onderstations beveiligd via vermogenschakelaars in de schakel- en verdeeltoestellen 33, 66 en 220kV. Deze vermogenschakelaars worden aangestuurd door beveiligingsapparatuur, die hiervoor op verschillende punten stromen en spanningen meet. Alle beveiligingen zijn redundant uitgevoerd, dwz. dat elk netonderdeel (kabels, transformatoren, etc.) beveiligd is door twee beveiligingsapparaten.

2.5.3.4 Constructiefase

2.5.3.4.1 Algemeen

Er zijn verschillende technieken mogelijk om de kabel onder de zeebodem te leggen. Welke techniek aangewezen is, zal blijken uit een zogenaamde “cable burial assessment”. Er wordt in het MER uitgegaan dat alle kabelsleuven getrencht worden, aangezien dit het worst case scenario is. Dit houdt in dat een sleephopperzuiger een grote geul maakt. Daarna wordt de kabel erin gelegd en vervolgens wordt de geul terug opgevuld. Indien er sedimentatie optreedt in de periode tussen het baggeren van de kabelgeul, kan de geul lokaal terug dieper gemaakt worden door de inzet van een ploeg of een jet. In de onderliggende paragrafen wordt eerst het kabellegschip en vervolgens de verschillende technieken om de kabel op diepte te krijgen, besproken.

2.5.3.4.2 Kabellegschip

Op zee gebeurt het kabelleggen met een kabellegschip (Figuur 2-32). Het schip is uitgerust met:

- Een oppervlaktereferentiesysteem: GPS;
- Een onderwaterreferentiesysteem: sonar;
- Een dynamisch positioneersysteem: DP2 of beter;
- Eventueel een onderwaterploeg of jet-ingravingsuitrusting.

Tijdens het kabelleggen wordt regelmatig een ROV ingezet voor visuele inspectie van de kabelconfiguratie en de plaatsing op de zeebodem. Het kabellegschip zal eventueel geassisteerd worden door multi-inzetbare schepen voor het neerlaten van de ankers en tijdens sterke stroming.

Figuur 2-32: Het kabellegschip Willem De Vlamingh (Bron: www.jandenul.com).

2.5.3.4.3 Jetting

In een korrelige zeebodem wordt met een waterstraal onder hoge druk een beperkte sleuf gemaakt waardoor de bodem ter plaatse gefluïdiseerd wordt. 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 (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 m diepte, afhankelijk van de bodemgesteldheid.

In een cohesieve zeebodem (klei) worden brokken door de waterstraal weggesneden en wordt een sleuf gevormd waarin de kabel wordt geleidt.

2.5.3.4.4 Ploegen

Voor het leggen van de kabels kan eveneens gebruik gemaakt worden van een ploeg (Figuur 2-33). Er zijn in principe twee types ploegen:

- Grondverplaatsende ploeg: De grondverplaatsende ploeg maakt een brede (tot 5 m), open V-vormige sleuf in de zeebodem waar de kabel in komt te liggen. Een grondverplaatsende ploeg is geschikt voor de meeste sedimenttypes, inclusief zacht gesteente.
- Niet-grondverplaatsende ploeg: Deze ploeg snijdt (met een soort zwaard) de zeebodem open zonder de grond te veel te verplaatsen (30 cm tot 1 m). De kabels lopen doorheen de hiel van de ploegschaar en worden op die manier in de bodem gedrukt. Deze techniek kan worden gebruikt in vrijwel alle soorten sediment, maar minder goed in

sedimenten die door hun samenstelling een grote interne wrijving hebben. Om die reden is er ook een zogenaamde 'jet ploeg' ontwikkeld die de zeebodem rond het ploegzwaard weker maakt door middel van waterstralen onder druk. De jet ploeg is inzetbaar in alle sedimentsoorten.

- Een andere ontwikkeling van de niet-grondverplaatsende ploeg is de vibroploeg, die trillingen gebruikt om de wrijving op de ploegschaar te verminderen.

Figuur 2-33: Illustratie van de kabelploeg Sea Stallion IV (Visser & Smit Marine Contracting) (Bron: www.quora.com).

2.5.3.4.5 Injectoren

Injectoren zijn een gecombineerde technologie van jetting en ploegen. Een grote ploeg is uitgerust met hoge druk spuitkoppen die 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 m diepte. Ook hier sluit de sleuf zich op korte termijn op een natuurlijke wijze. De diepte is instelbaar langsheen het traject.

2.5.3.4.6 Baggeren ("trenchen")

Waar de vereiste diepte niet bereikt kan worden door de aanwezigheid van bvb. stijve klei of wanneer er anomalieën zoals rotsblokken of andere objecten verwacht worden, kan er een geul gebaggerd worden door middel van een sleephopperzuig (Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD)) (Figuur 2-34), of een ander baggertuig. Hierbij worden de anomalieën samen verwijderd met het baggermateriaal en wordt een vrije sleuf aangelegd waarin de kabel nadien zonder grote hindernissen gelegd kan worden. Na het installeren van de kabel, zal de geul opgevuld worden met een baggerschip. Hetzelfde zand als dat van de uitgravingswerken kan hiervoor gebruikt worden. Een tijdelijke zandstockageplaats dient voorzien te worden. Er

wordt in het MER aangenomen dat Sector 3a hiertoe aangewezen wordt (zie Figuur 2-11). Aangezien het om een officiële stortzone zal gaan, mag het zand gewoon geklept worden vanaf het baggerschip.

In Het Scheur dient aanzienlijk minder zand gebackfilld te worden in vergelijking met de baggerhoeveelheid. Er moet immers tot 10 m uitgegraven worden, maar de kabel hoeft nadien maar met 4 m zand bedekt worden. Het backfillen is eerder tijdsintensief, aangezien men het zand wellicht via de pijpleiding van de sleephopperzuiger terug in de geul perst. Dit is een meer gecontroleerd proces dan de baggerspecie gewoon boven de geul te kleppen.

De bodembreedte van de sleuf bedraagt om baggertechnische redenen minimum 5 m. De helling van het talud is sterk afhankelijk van de karakteristieken van de aanwezige grond. In zanderige bodems met een kleifractie is een aanname van 1/5 aan de veilige kant. De diepte van de geul is afhankelijk van de vereiste ingraafdiepte van de kabel en de hersedimentatie.

Figuur 2-34: Illustratie van de sleephopperzuiger Nile River (Baggerwerken Decloedt & Zn) (Bron: www.deme.be).

Er wordt in een worst case scenario verwacht dat het volledige kabellegproces voor het BOG tot maximaal 16 maanden kan duren:

- Het uitbaggeren van de geulen duurt tot 6 maanden voor het volledige kabeltracé.
- Het kabelleggen duurt tot 4 maanden rekening houdende met oponthoud door bv. te hoge golven of door het bevoorraden van het kabellegschip, …
- Het backfillen duurt ook tot 6 maanden.

Wellicht zal dit in realiteit minder lang duren, door de inzet van meerdere schepen tegelijkertijd.

2.5.3.4.7 Kruisingen met andere kabels

Wat betreft de kruising van kabels is er naast de bepalingen van het KB Kabels ook rekening gehouden met de ICPC (2007) aanbevelingen. Het principe van de kruising zal afhankelijk van de lokale condities uitgevoerd worden met matten en/of bestorting. In het geval van een combinatie van matten en bestorting gebeurt de uitvoering als volgt:

- De bestaande kabel wordt beschermd over een lengte van minstens 10 m met een 50 m lange beschermingsmat van milieuvriendelijk materiaal.
- De BOG-kabel wordt ter hoogte van de kruising gewoon aan de oppervlakte over de beschermingsmat heen gelegd. Het trenchen, inploegen of injetten stopt op een vooraf bepaalde afstand vóór de te kruisen kabel en herstart terug op een veilige afstand na de te kruisen kabel.
- Nadat de BOG-kabel is gelegd wordt ook deze afgedekt met beschermingsmatten om het risico op beschadiging tijdens de daaropvolgende steenstortwerken te beperken.
- De BOG-kabel wordt beschermd door middel van een erosiebescherming van ongeveer 1m hoog, zijnde natuurlijke breuksteen en dit over de ganse lengte waar de kabel niet op een diepte van minimaal 1 m is ingegraven (ongeveer 50 m) en over een breedte van 10 m.

Afhankelijk van de werkelijke diepte van de kabels zou het nodig kunnen blijken om een metalen ondersteuningsstructuur te installeren om een voldoende afstand tussen de elektriciteitskabel en de kabels te garanderen. Dit is echter een beperkt lokale structuur met enkel een ondersteuningsfunctie. Deze zal enkel aangebracht worden indien detailonderzoek de noodzaak hiervan aantoont.

2.5.3.5 Operationele fase

2.5.3.5.1 Algemeen

De kabels blijven onaangeroerd gedurende de volledige ontwerpduur. Regelmatig dient geïnspecteerd te worden of de kabels overal voldoende bedekt zijn. Indien nodig kan er ofwel plaatselijk een harde deklaag op de kabel geplaatst worden, bv. met breuksteen, ofwel kan er terug extra zand bovenop de kabel gestort worden.

Indien het nodig zou blijken om herstellingswerkzaamheden uit te voeren aan een kabel, wordt de beschadigde kabelsectie lokaal uitgesneden en vervangen (zie § 2.5.3.5.2).

2.5.3.5.2 Onderhoud van de elektrische installatie

Het repareren van een kabel verloopt als volgt:

- Via een impuls-echo meting aan één van de kabeluiteinden wordt bepaald waar de storing aan de kabel zich bevindt. Dit kan met een nauwkeurigheid van meer dan 1%;
- De kabel wordt dan 20 tot 50 m (ca. 3 x de waterdiepte) aan beide zijden van de foutplaats opengelegd;
- Op de foutplaats wordt de kabel doorgeknipt en beide delen worden op pontons naar boven gebracht;
- Door het indringen van water zal een gedeelte van de kabel moeten worden verwijderd (ca. 15 m);
- Daarna worden de beide kabeldelen met een stuk reservekabel en twee moffen aan elkaar verbonden;

- De herstelde kabel wordt in een Ω–vorm terug op de bodem van de zee gebracht, waarna hij wordt ingegraven met de gekende technieken. Dicht bij de kust waar de kabels zeer dicht bij elkaar liggen kan de herstelling in-line gebeuren daarbij wordt één natte en één droge joint uitgevoerd. De droge joint wordt uitgevoerd ter hoogte van de landkabel. De herstelde kabel wordt hierbij recht op recht gelegd.

2.5.3.6 Ontmantelingsfase

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°).

De keuze voor het al of niet verwijderen van de elektrische kabels en de uitvoeringswijze moet op het einde van de exploitatie bepaald worden in samenspraak met de vergunningverlener en dit op basis van:

- Technisch-financiële evaluatie van de beschikbare technologieën;
- Ecologische criteria.

2.5.4 Bebakening en verlichting

2.5.4.1 Bebakening

Er wordt steeds gewerkt volgens de IALA richtlijnen (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities) en volgens mogelijke bijkomende richtlijnen van scheepvaartveiligheid. Om tijdens de bouw en ontmanteling van het eiland haar aanwezigheid voor de scheepvaart te signaliseren, wordt het voorzien met een signalisatie conform de aanbevelingen van de IALA Maritime Buoyage System (MBS richtlijnen). Conform het KB Veiligheidsafstanden (11 april 2012) zal naar verwachting rondom het eiland een bufferzone van 500 m voorzien worden als veiligheidszone verboden voor scheepvaartverkeer (met uitzondering van de vaartuigen vereist voor bouw, onderhoud en monitoring van de installaties). De zone wordt als dusdanig aangeduid op de navigatiekaarten en gemarkeerd met boeien.

Alpha zal voorzien worden van een 'Automatic Identification System' (AIS) dat een signaal uitzendt naar alle zeeverkeer. Het signaal bevat de grenzen van het eiland en andere relevante details. Daarnaast zal het eiland bebakend worden met lichten, misthoorns en radar reflectoren conform de aanbevelingen van Belgocontrol. Indien blijkt dat de bebakeningsvereisten kunnen verminderd worden, om zo ook de visuele impact van de flitslichten te beperken, kunnen mogelijkheden tot optimalisatie overwogen worden.

Communicatie/informatieverstrekking aan alle betrokken partijen (Scheepvaartpolitie, Bestuur Maritieme Zaken en Scheepvaart, Zeevisserijsector, Marine…) die relevant is m.b.t. de nautische veiligheid van het BOG zal uitgewerkt worden in een communicatieplan.

2.5.4.2 Verlichting

Het verlichtingsplan dat voorgelegd zal worden aan de Maritieme Dienstverlening en Kust, Afdeling Scheepsvaartbegeleiding, is gebaseerd op de IALA aanbevelingen:

- Het eiland wordt voorzien van een (of meerdere) geel flitsende maritieme lantaam(s) met een zichtbaarheid van minimaal 5 NM (nautical miles) bij een ATF (atmosferische transmissie factor) van 0.74 en een morse code <U> iedere 15 seconden.
- De scheepvaart verlichting heeft een minimale beschikbaarheid van 99,0% (IALA category 2).
- De maritieme lantaarns worden op een hoogte tussen 6 m en 15 m boven LAT-zeeniveau geïnstalleerd en zijn vanaf de buitenzijde van het eiland zichtbaar.
- Van zodra de structuur meer dan 30 m boven het water uitsteekt dient een rood luchtvaart waarschuwingslicht geïnstalleerd te worden van minstens 50 candela. De hoogte van de hoogste structuur zal afhangen van het finaal ontwerp.

2.5.4.3 Misthoorns en radar reflectoren

- Er worden voldoende misthoorns voorzien om een dekking van 2 NM rondom eiland te garanderen. De misthoorn zal een morse code <U> blazen om de 30 seconden. Het geluidssignaal treedt in werking bij een meteorologische zichtbaarheid van 2 NM of minder, gedetecteerd door een mistdetector geplaatst op elke SPS (significant peripherical structure).
- Het eiland wordt voorzien van een radar reflector.

2.5.4.4 Specifieke markering tijdens de constructiefase

De markering op de site tijdens constructie is afhankelijk van de fase waarin de werken zich bevinden en zal bepaald worden in nauwe samenwerking met de lokale kustwacht. Tijdens constructie wordt het gebied gemarkeerd volgens de IALA Maritime Buoyage System en zal er een veiligheidsschip standby zijn op site. Geluidssignalen worden geproduceerd door de schepen op site tijdens de constructiewerken.

3. JURIDISCHE EN BELEIDSMATIGE RANDVOORWAARDEN

3.1 JURIDISCHE RANDVOORWAARDEN

3.1.1 Algemeen

Vooraleer vergund of geweigerd te worden, dient elk constructie op zee een milieuvergunningsprocedure te doorlopen, conform de wet ter bescherming van het mariene milieu (20 januari 1999), kortweg de Wet Mariene Milieu, en twee Koninklijke besluiten. Deze twee Koninklijke besluiten, en dus de milieuvergunningsprocedure, werden in 2003 gewijzigd (publicatie Belgisch Staatsblad 17 september 2003). Samengevat houdt deze regelgeving een milieueffectenbeoordeling (MEB) in door de BMM, die gebaseerd is op het milieueffectenrapport (MER) ingediend door de aanvrager. Analoog volgt uit de Wet Mariene Milieu en het Koninklijk Besluit van 12 maart 2002 (publicatie 9 mei 2002) met betrekking tot de voorschriften voor het leggen van elektriciteitskabels in de territoriale zee en de exploitatie van niet-levende rijkdommen, dat voor het leggen en exploiteren van kabels een milieueffectenrapport bij de vergunningsaanvraag dient gevoegd te worden.

Voorliggend MER behandelt de milieueffecten van zowel de bouw, exploitatie en ontmanteling van het BOG, als van de kabellegging en eventuele verwijdering van de kabels. De aanvragen worden ingediend bij de FOD Economische zaken, die de minister van Energie adviseert. Het MER is opgesteld in overeenkomst met het Koninklijk Besluit van 9 september 2003, met betrekking tot de regels betreffende de milieueffectenbeoordeling in toepassing van de Wet Mariene Milieu.

Naast deze federale regelgevingen dient ook rekening gehouden te worden met de Vlaamse bevoegdheden die op zee en in de kustzone worden uitgeoefend. Deze zijn onder meer bepaald in het Decreet van 16 juni 2006 (gewijzigd op 6 juli 2012 – B.S. 1/08/2012) betreffende de begeleiding van de scheepvaart op de maritieme toegangswegen en de organisatie van het Maritiem Reddings- en Coördinatiecentrum.
Daarnaast worden door afdeling Maritieme Toegang, dat deel uitmaakt van het beleidsdomein Mobiliteit en Openbare Werken van de Vlaamse Overheid, voorwaarden opgelegd met betrekking tot de diepteligging van de kabel in de scheepvaartroutes, welke hun juridische grondslag vinden in de bevoegdheden van het Vlaamse Gewest zoals vastgelegd in artikel 6, §1, X, van de Bijzondere Wet van 8 augustus 1980 op de Hervorming der Instellingen.
Verder is in dit kader ook belangrijk aan te geven dat de Werkgroep Windmolenparken een belangrijke rol speelt in de adviesverleningsprocedure. Deze werkgroep is opgericht conform artikel 13 van het Samenwerkingsakkoord van 8 juli 2005 tussen de Federale Staat en de Gewesten betreffende de oprichting van en de samenwerking in een structuur Kustwacht.

3.1.2 Wetgeving in België

De wet van 13 juni 1969 inzake de exploratie en exploitatie van niet-levende rijkdommen van de territoriale zee en het Continentaal Plat (publicatie Belgisch Staatsblad 8 oktober 1969) werd gedeeltelijk herzien in de wet van 20 januari 1999 betreffende de bescherming van het

mariene milieu en in de wet van 22 april 1999 betreffende de exclusieve economische zone. In de wet van 13 juni 1969 art. 4 staat vermeld dat voor het leggen van kabels en pijpleidingen een machtiging vereist is die wordt verleend volgens de regels die de Koning bepaalt.

De wet ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België van 20 januari 1999 (publicatie Belgisch Staatsblad 12 maart 1999, gewijzigd bij wet van 17 september 2005 en bij wet van 21 april 2007), i.e. de Wet Mariene Milieu, vormt een mijlpaal in de marine wetgeving. Deze wet bepaalt verschillende principes die de 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 herstelprincipe

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

Aansluitend bij het 5de principe (herstelprincipe) wordt het beginsel van objectieve aansprakelijkheid vastgelegd. Dit bepaalt dat bij elke schade of milieuverstoring van de zeegebieden veroorzaakt door bijvoorbeeld een ongeluk of een inbreuk op de wetgeving, deze verplicht moet hersteld worden door diegene die de schade of milieuverstoring heeft veroorzaakt, zelfs al heeft hij geen fout begaan.

Naast de algemene beginselen, hierboven opgesomd, werd in de wet op de bescherming van het mariene milieu ook de basis gelegd voor de instelling van mariene reservaten en de bescherming van planten en dieren.

Verder worden in Art. 25 van de Wet Mariene Milieu de activiteiten opgesomd, waaronder de activiteiten van burgerlijke bouwkunde zoals het oprichten van windturbines, die onderworpen zijn aan een voorafgaande vergunning of machtiging verleend door de minister.

Bij deze milieuvergunningsprocedure horen volgende gewijzigde Koninklijke Besluiten (KB):

- KB van 7 september 2003 (publicatie Belgisch Staatsblad 17 september 2003) houdende de procedure tot vergunning en machtiging van bepaalde activiteiten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België. Een vergunning wordt verleend voor een termijn van hoogstens 20 jaar (art. 41 §1). Een machtiging wordt verleend voor de termijn vereist voor de voltooiing van de gemachtigde activiteit (max. 5 jaar, met uitzonderlijk verlenging met 5 jaar) (art. 41 §1); Art. 19 van dit koninklijk besluit stelt dat: Wanneer de aanvraag een activiteit met grensoverschrijdende dimensie betreft, zendt het bestuur een exemplaar van de aanvraag naar de bevoegde overheden van een lidstaat van de Europese Unie of Verdragsluitende Partij bij het Verdrag van ESPOO in de gevallen waar door het bestuur is vastgesteld dat de voorgenomen activiteit aanzienlijke effecten kan hebben op de mens of het milieu in deze lidstaat of Verdragsluitende Partij en in de gevallen waar de bevoegde overheden van deze lidstaat of Verdragsluitende Partij hierom verzoeken omdat de voorgenomen activiteit er vermoedelijk aanzienlijke effecten zal hebben. Gezien de ligging van het project op minimaal ca. 6 km van de Nederlandse grens, is dit artikel bijgevolg van toepassing.

- KB van 9 september 2003 (publicatie Belgisch Staatsblad 17 september 2003) houdende de regels betreffende de milieueffectenbeoordeling in toepassing van de wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België specificeert de te volgen procedure en de inhoud van het milieueffectenrapport;

Op federaal vlak is ook het KB van 12 maart 2002 (publicatie Belgisch Staatsblad 9 mei 2002) betreffende het leggen van elektriciteitskabels op het Continentaal Plat onder de rechtsbevoegdheid van België van belang.

De wet betreffende de exclusieve economische zone van België in de Noordzee van 22 april 1999 (publicatie Belgisch Staatsblad 10 juli 1999) breidt de Belgische jurisdictie uit buiten de territoriale wateren voor een aantal zaken op het vlak van milieu en milieubescherming en het beheer en exploitatie van levende en niet-levende rijkdommen. Deze wet is ook van toepassing op de te leggen kabels voor het windmolenpark.

Op basis van de bovengenoemde wetten en besluiten is een machtiging vereist voor de bouw van het BOG, voor de exploitatie van het BOG 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.

Vervolgens zijn ook een aantal Koninklijke Besluiten van kracht met betrekking tot de bescherming van soorten en habitats die hun oorsprong vinden in de Wet Mariene Milieu en de Europese Habitat- (92/43/EEG) en Vogelrichtlijn (79/409/EEG) (zie ook § 3.1.3.1):

- Het KB van 21 december 2001 betreffende de bescherming van de soorten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België: hier worden verschillende beschermingsmaatregelen voorgelegd ter bescherming van wilde/bedreigde flora en fauna, voor de instandhouding van de natuurlijke habitats en de biodiversiteit en ter voorkoming van schade aan gewassen, visgronden en andere vormen van eigendom.
- Het KB van 14 oktober 2005 betreffende de instelling van speciale beschermingszones en speciale zones voor natuurbehoud in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België:
  - Binnen het KB werden vijf Speciale Beschermingszones (SBZ's) ingesteld: drie Vogelrichtlijngebieden (SBZ-V's of SPA's, Special Protection Areas) en twee Habitatrichtlijngebieden (SBZ-H of SAC's, Special Areas of Conservation). De Vogelrichtlijngebieden zijn een zone van 110,01 km² te Nieuwpoort (SBZ-V1), een zone van 144,80 km² te Oostende (SBZ-V2) en een zone van 57,71 km² ter hoogte van Zeebrugge (SBZ-V3) en dit op basis van het voorkomen van vier beschermde vogelsoorten (fuut, grote stern, visdief en dwergmeeuw). De twee Habitatrichtlijngebieden zijn de 'Trapegeer Stroombank' (181 km²) en de 'Vlakte van de Raan' (19,17 km²). In het arrest nr. 179.254 van de Raad van State van 1 februari 2008 vernietigt de Raad van State echter de aanduiding van de Vlakte van de Raan als Speciale Beschermingszone. Het gebied blijft echter wel aangemeld op Europees niveau;
  - Het KB definieert die speciale beschermingszones als de zones die als speciale beschermingzones worden aangewezen in Art. 7 §2 van de wet ter bescherming van het mariene milieu en Art. 4 van de Vogelrichtlijn;

  - Het KB (art. 5) verbiedt volgende activiteiten binnen de Speciale Beschermingszones: activiteiten van burgerlijke bouwkunde, industriële activiteiten en activiteiten van publicitaire en commerciële ondernemingen;
  - Het KB (art. 6) eist een passende beoordeling voor elk plan of project dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van het gebied, maar dat afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor zo'n gebied en dit volgens de procedures van KB 9 september 2003. De beoordeling dient rekening te houden met de instandhoudingsdoelstellingen van het betrokken gebied;
  - Het KB geeft aan waarvoor de Minister een gebruikersovereenkomst afsluit en binnen de 3 jaar een eerste beleidsplan opstelt.
- Het KB van 14 oktober 2005 betreffende de voorwaarden, sluiting, uitvoering en beëindiging van gebruikersovereenkomsten en het opstellen van beleidsplannen voor de beschermde mariene gebieden in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België:
  - Een beleidsplan houdt minstens volgende gegevens in: informatie over de van toepassing zijnde beschermingsmaatregelen, informatie over de gebruikersovereenkomst en andere relevante maatregelen, de resultaten van de monitoring, beschrijving van het effect van de opgenoemde maatregelen;
  - Verder kan het ook voorstellen inhouden tot een herziening van de van toepassing zijnde bescherming in het gebied of tot instelling van nieuwe mariene beschermde gebieden en hun beschermingsmaatregelen.
- Het KB van 5 maart 2006 tot instelling van een gericht marien reservaat, de 'Baai van Heist' (6,76 km²). Dit reservaat grenst aan Speciale Beschermingszones (SBZ-V3) aan de oostelijke strekdam van Zeebrugge en sluit aan op het bestaande Vlaamse natuurreservaat Baai Van Heist (zie kaart in Bijlage F). Hier geldt een verbod van alle activiteiten behoudens deze die onder de gebruikersovereenkomst vallen. Het KB eist een passende beoordeling voor elk plan of project dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van het gebied, maar dat afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor zo'n gebied en dit volgens de procedures van KB 9 september 2003. Het KB geeft aan waarvoor de Minister een gebruikersovereenkomsten afsluit en binnen de 3 jaar een eerste beleidsplan opstelt.
- In juli 2010 werd door de dienst Marien Milieu (FOD Leefmilieu) een nieuw Habitatrichtlijngebied bij de Europese Commissie aangemeld, genaamd 'Vlaamse Banken'. Het nieuwe Habitatrichtlijngebied is ca. 1.000 km² groot en omvat zowel zandbanken, biodiverse grindbanken en schelpkokerworm-aggregaties. Het omvat tevens het volledige al aangemelde Habitatrichtlijngebied Trapegeer-Stroombank. De Europese Commissie heeft dit gebied in september 2011 opnemen in de Europese lijst van de 'Gebieden van Communautair Belang'. De volgende stap is de aanwijzing van het gebied (conform Belgisch recht) waarna een beleidsplan zal opgesteld worden.

De projectgebieden situeren zich niet binnen één van voorgenoemde beschermde gebieden. Het milieueffectenrapport voorziet kabeltracés met aanlanding ten westen van Zeebrugge, tussen de geplande Nemo kabel en de Concerto 1S. De kabeltracés kruisen de speciale beschermingszone SBZ-V3 (Zeebrugge).

Op basis van het KB 14 oktober 2005 (art. 6) dient een passende beoordeling opgemaakt te worden voor de aanleg van het kabeltracé daar zij mogelijks significante gevolgen kan hebben

voor het gebied. Indien uit de passende beoordeling blijkt dat het project een significant negatieve invloed kan hebben op het beschermde gebied moet in de eerste plaats gezocht worden naar alternatieve oplossingen. Indien er geen alternatieve oplossingen voorhanden zijn, dient aangetoond te worden dat het project wordt uitgevoerd om dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard. Mits de nodige compenserende maatregelen kan eventueel toch een toestemming verleend worden.

Verder is ook de wet van 1 juni 2005 tot wijziging van de wet betreffende de regulering van de elektriciteitsmarkt van 29 april 1999 van belang (gewijzigd 8 januari 2012, 15 december 2009). De 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. Deze hebben een juridische basis gekregen door het KB van 16 juli 2002, gewijzigd door KB van 5 oktober 2005 en KB van 31 oktober 2008 die de bijzondere bepalingen betreffende de toekenning van groenestroomcertificaten voor elektriciteit bepaalt en de tariefmaatregelen vastlegt die een minimum prijs waarborgen voor de verschillende soorten groene stroom, ongeacht hun productieplaats.

Ten slotte is in analogie met de Kaderrichtlijn Water op 17 juni 2008 de Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (2008/56/EG) opgesteld (zie § 3.1.3.1.1). In 2010 werd in navolging van deze Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie een nieuw federaal kader gecreëerd om een goede oppervlaktewatertoestand te bereiken, met het KB van 23 juni 2010 betreffende de vaststelling van een kader voor het bereiken van een goede oppervlaktewatertoestand. De nieuwe regeling treedt in werking op 23 juli 2010 en geldt voor de kustwateren. Het nieuwe besluit bevat geen echte concrete maatregelen, maar legt in hoofdzaak de verplichtingen van de bevoegde federale diensten vast. De Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie streeft ook tegen 2020 een goede milieutoestand (GMT) na voor de mariene wateren. De omschrijving van deze goede milieutoestand voor de Belgische mariene wateren is momenteel in openbare consultatie en zal op 15 juli 2012 aan de Europese Commissie worden voorgelegd.

3.1.3 Internationale wetgeving

3.1.3.1 Europese richtlijnen

- De EIA richtlijn (85/337/EG) gewijzigd bij richtlijn 97/11/EG en 2003/35/EG: Environmental Impact Assessment. Deze richtlijn is van toepassing op de milieueffectenbeoordeling van openbare en particuliere projecten die aanzienlijke gevolgen kunnen hebben voor het milieu. Onder projecten worden bouwwerken, ingrepen in de natuur en landschappen en ook ontginningen van bodemschatten verstaan. Voor projecten die een aanzienlijk milieueffect kunnen hebben, door hun aard, omvang of ligging, moeten de lidstaten de nodige maatregelen treffen om een beoordeling van hun effecten op te tekenen, alvorens een vergunning wordt verleend. Bij de milieueffectenbeoordeling worden de directe en indirecte effecten van een project op passende wijze geïdentificeerd, beschreven en beoordeeld naar de volgende factoren:
  - mens, dier en plant;
  - bodem, water, lucht, klimaat en landschap;
  - materiële goederen en het culturele erfgoed;
  - de samenhang tussen de in het eerste, tweede en derde punt genoemde factoren.

- De SEA richtlijn (2001/42/EG): Protocol on Strategic Environmental Assessment. Het doel van de SEA richtlijn is om te garanderen dat mogelijke milieu-impacten van bepaalde plannen of projecten geïdentificeerd zijn vooraleer ze toegelaten worden, en in overweging worden genomen bij een eventuele uitvoering ervan. Dit gebeurt aan de hand van een milieubeoordeling waarvoor de SEA systematische gebruiken/regels opstelt. SEA zal verplicht zijn voor een brede waaier aan plannen en projecten (vb. bosgrond, energie, industrie, transport, afvalmanagement, toerisme, landgebruik), die significante milieueffecten kunnen veroorzaken. De richtlijn voorziet ook een extensieve publieke participatie in het beslissingsproces van de regering over verschillende ontwikkelingssectoren.
- De Kaderrichtlijn Mariene Strategie 2008/56/EG (KRMS) werd op 17 juni 2008 goedgekeurd en trad op 15 juli 2008 in werking. Het is een van de belangrijkste wettelijke instrumenten van de Europese Unie (EU) voor de bescherming van het mariene milieu en de bijbehorende ecosystemen en biodiversiteit. Het werd ontwikkeld als de juridische follow-up van de Thematische strategie inzake de bescherming en het behoud van het Mariene milieu dat op 25 oktober 2005 door de Europese Commissie werd voorgesteld. De strategie heeft ten doel Europa's zeeën en oceanen te beschermen en te herstellen. De KRMS stelt een kader vast om maatregelen te nemen om uiterlijk in 2020 een goede milieutoestand van het mariene milieu te bereiken of te behouden. Hieronder wordt de omschrijving gegeven van de goede milieutoestand (GMT) van de Belgische mariene wateren wat betreft fauna, flora en biodiversiteit, hydrografische eigenschappen en onderwatergeluid. De omschrijving van deze GMT is momenteel in openbare consultatie.
- Aanbeveling van het Europese Parlement en de Raad van 30 mei 2002 betreffende de uitvoering van een geïntegreerd beheer van kustgebieden in Europa (2002/413/EG) en de mededeling van de commissie aan de Raad en het Europese Parlement over geïntegreerd beheer van kustgebieden: Een strategie voor Europa (COM(2000) 547 definitieve versie) van 27 september 2000.
- De EG-Vogelrichtlijn (79/409/EEG en gecodificeerde versie 2009/147/EG) en de EG-Habitatrichtlijn (92/43/EEG) ter bescherming van bedreigde vogelsoorten en hun natuurlijke leefmilieu. Ter verduidelijking van de implicaties van de vogel- en habitatrichtlijngebieden wordt verder een korte bespreking gegeven. Voor een situering van de gebieden die als EG-Vogel- en Habitatrichtlijngebied afgebakend werden, wordt verwezen naar de discipline fauna en flora (§ 5.4) en Bijlage F.

Geselecteerde Habitatrichtlijngebieden en Vogelrichtlijngebieden vormen een ecologisch netwerk: het NATURA 2000 netwerk. Dit is een netwerk van gebieden met soorten en/of habitats van communautair belang, en vormt de ruggengraat 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.

3.1.3.1.1 Kaderrichtlijn Mariene strategie: omschrijving goede milieutoestand

De definitie van de GMT wordt uitgedrukt als een kwalitatieve beschrijving van hoe de GMT er zou uitzien wanneer die voor elk van de beschrijvende elementen zou worden bereikt. Dit wordt dan geschraagd door een reeks van meer gedetailleerde kwantitatieve milieudoelen op basis van vastgelegde milieudrempels/limieten met betrekking tot de toestand, de druk of de

impact (Art. 10). Waar geen kwantitatieve milieudoelen konden worden bepaald, werd er gebruik gemaakt van kwalitatieve of trendgebaseerde doelen.

In juli 2010 heeft de Europese Commissie criteria en 11 kwalitatief beschrijvende elementen (descriptors) uitgebracht voor een goede milieustatus voor gebruik door de lidstaten.

Deze 11 beschrijvende elementen zijn:

1. Biodiversiteit
2. Niet-inheemse soorten
3. Commerciële visbestanden
4. Mariene voedselketens
5. Eutrofiëring
6. Integriteit van de zeebodem
7. Hydrografische eigenschappen
8. Verontreiniging
9. Verontreinigende stoffen in zeevruchten
10. Zwerfvuil op zee
11. Energie, waaronder onderwatergeluid.

Hieronder worden enkele van deze beschrijvende elementen kort toegelicht

Biodiversiteit, voedselketens en integriteit van de zeebodem

De gewenste toestand van het ecosysteem kan onder meer worden beschreven door zijn biodiversiteit. Gezien biodiversiteit zowel de functionele als de structurele aspecten van alle niveaus van de biologische organisatie dekt, omvat ze tevens de toestand van de commerciële visbestanden en voedselketens. Integriteit van de zeebodem verwijst expliciet naar zowel de fysisch-chemische en biologische troeven van de zeebodem, inclusief de inherente structuur en processen.

De GMT voor biodiversiteit, voedselketens en integriteit van de zeebodem wordt bereikt wanneer:

- De habitattypes en de grootte, de spreiding en de toestand van de samenstellende soorten minimaal voldoen aan de onder de Initiële beoordeling van Belgische wateren (2012) beschreven toestand.
- De Goede toestand volgens de Kaderrichtlijn Water (meer bepaald Goede Ecologische Toestand), de Habitat- en vogelrichtlijnen (meer bepaald gunstige staat van instandhouding) en het OSPAR verdrag (meer bepaald ecologische kwaliteitsdoelen) is bereikt. Zeldzame en bedreigde habitattypes en soorten, die in de bestaande regelgeving en verdragen zitten vervat, zijn beschermd zoals in die regelgeving en die verdragen wordt beoogd.
- De diversiteit binnen de verschillende componenten van de ecosystemen (meer bepaald plankton, benthos, vissen, zeevogels en zeezoogdieren) blijft behouden.
- Levensvatbare populaties van soorten gevrijwaard zijn, wat betreft de belangrijkste langlevende soorten die zich slechts traag voortplanten, evenals voor de toppredatorsoorten in alle habitattypes.

- De habitattypes op structureel en functioneel vlak gevarieerd en productief zijn.
- De fysieke verstoring van de zeebodem wordt beperkt tot een duurzaam minimumniveau waarbij rekening wordt gehouden met de relatieve gevoeligheid van de habitattypes.

Niet-inheemse soorten

De GMT voor niet-inheemse soorten wordt bereikt wanneer er zich geen nieuwe introductie van door de mens geïntroduceerde niet-inheemse soorten voordoet en evenmin een betekenisvolle stijging van de relatieve dichtheid van niet-inheemse soorten in verhouding tot de Initiële beoordeling van 2012. Met soorten waarover taxonomische onenigheid bestaat en waarvoor de veranderingen als gevolg van een permanente introductie, met inbegrip van de voortplanting, verwaarloosbaar zijn, wordt geen rekening gehouden.

Hydrografische eigenschappen

De GMT voor hydrografische eigenschappen wordt bereikt wanneer:

- De aard en de omvang van alle veranderingen op langere termijn van de heersende hydrografische eigenschappen als gevolg van menselijke activiteiten (van individuen en van gemeenschappen) in het mariene milieu niet langer een uitgesproken negatieve impact hebben op soorten, populaties of een ecosysteemniveau.
- Dit minimaal inhoudt dat de betrokken menselijke activiteiten niet resulteren in een - permanent - markante toename van de concentratie zwevende deeltjes en dat de erosie en de sedimentatie in evenwicht blijven.
- De impact als permanent wordt beschouwd als aan een van de volgende voorwaarden – met betrekking tot de bodemstress op een 14-daagse springtij/doodtij cyclus berekend volgens gevalideerde wiskundige modellen – wordt voldaan:
    - Er is een toename van meer dan 0,05 Pa van de gemiddelde schuifspanning op de bodem
    - De variatie van de ratio tussen de duur waarin de schuifspanning op de bodem kleiner is dan 0,5 Pa en de duur waarin de schuifspanning groter is dan 0,5 Pa ligt buiten het “-5% - + 5%” bereik.

Energie, waaronder onderwatergeluid

In het kader van de KRMS werd er een indicator bepaald die van toepassing is op het heien van palen onderwater (Tasker *et al.*, 2010). Het is de verhouding van het aantal dagen per jaar waarin in een bepaalde oppervlakte de antropogene geluidsbron (hier dus het heien) ofwel het SEL van 183 dB (re 1µPa²s) ofwel het geluidsniveau van 224 dB_{p-p} (re 1 µPa) overschrijdt (gemeten op 1 m) (Tasker *et al.*, 2010). Het aantal dagen dat deze niveaus overschreden mogen worden werd echter niet bepaald.

Voor de Belgische mariene wateren wordt de GMT bereikt indien de toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, op een niveau is dat het mariene milieu geen schade berokkent (KRMS, Art. 9), en wanneer impulsgeluiden en regionale geluidsbronnen met lage frequentie geen negatieve impact hebben op mariene organismen.

De milieudoelen naar de toekomst toe en daarmee samenhangend indicatoren zijn (KRMS, Art. 10):

- Het niveau van antropogene impulsgeluiden is kleiner dan 185 dB re 1 µPa (nul tot max. SPL) op 750 m van de bron. (Beschikking 2010/477/EU van de Commissie, geëxpliciteerd)

- Geen positieve tendensen in de jaarlijkse gemiddelde omgevingslawaainiveaus binnen de 1/3-octaafbanden 63 en 125 Hz. (Beschikking 2010/477/EU van de Commissie)

3.1.3.1.2 De Vogelrichtlijn

In 1979 werd door de Europese Commissie de Vogelrichtlijn uitgevaardigd (Richtlijn 79/409/EEG, 2 april 1979; in 2009 werd een gecodificeerde versie uitgebracht nl. richtlijn 2009/147/EG). 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 Art. 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;
- 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 (zie ook § 3.1.2). In de eerste plaats voorziet het KB van 21 december 2001 in de bescherming van soorten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België en ten tweede heeft de federale overheid drie Speciale Beschermingszones voor Vogels (SBZ-V) in de Belgische mariene wateren goedgekeurd (KB 14 oktober 2005).

3.1.3.1.3 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 Habitatrichtlijngebieden (of SAC's, Special Areas of Conservation).

Via het KB 14 oktober 2005 waarbij twee Speciale Beschermingszones voor Natuurbehoud (SBZ-H) voor de Belgische mariene wateren werden aangeduid, heeft de federale overheid deze richtlijn vertaald in nationale wetgeving (zie ook § 3.1.2). In het arrest nr. 179.254 van de Raad van State van 1 februari 2008 vernietigt de Raad van State echter de aanduiding van de Vlakte van de Raan als Speciale Beschermingszone. Het gebied blijft echter wel aangemeld op Europees niveau.

Vanuit het standpunt van dit soort projecten is het interessant om het art. 6.3 en 6.4 van de Habitatrichtlijn aan te halen:

Art. 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.

Art. 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.

3.1.3.2 Internationale overeenkomsten en richtlijnen

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

- Het Zeerechtverdrag (1982) dat het juridische kader vormt voor het gebruik van de oceanen;
- COLREG inzake het voorkomen van aanvaringen (1972);
- Het SOLAS-verdrag inzake veiligheid van mensenlevens op zee (1974/1978);
- UNCLOS (1982) inzake het gebruik van de oceanen en hun grondstoffen. Kuststaten hebben soevereine rechten in de Exclusieve Economische Zone (EEZ) met betrekking tot natuurlijke rijkdommen en bepaalde economische activiteiten, en het uitoefenen van jurisdictie over marien wetenschappelijk onderzoek en milieubescherming. Art. 60 en Art. 17 zijn specifiek gericht op installaties in de EEZ. Zo kan waar nodig een veiligheidszone tot 500 m opgelegd worden rond installaties en kunstmatige eilanden om de veiligheid van scheepvaart en de installaties zelf te garanderen. Deze installaties en veiligheidszones er rond mogen echter de internationale vaarroutes niet hinderen en onschuldige doorgang van schepen mag niet belemmerd worden. De gedefinieerde Belgische windmolenconcessie voldoet aan deze voorwaarden.
- Het GNB-verdrag, verdrag inzake het Gemeenschappelijk Nautisch Beheer in het Scheldegebied (Middelbrug, 21 december 2005). Het GNB-verdrag vormt de bekroning van een nautische samenwerking tussen Nederland en Vlaanderen die in 1839 is gestart, met de uitdaging om het veiligheids- en vlotheidsniveau verder te verbeteren, ondanks de schaalvergroting van de scheepvaart. De door het verdrag opgerichte

Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit (GNA) oefent het dagelijks nautisch beheer uit onder toezicht van de Permanente Commissie (PC). Art. 12 vermeldt o.a. dat de Verdragsluitende Partijen elkaar tijdig informeren over belangrijke beleidsvoornemens en plannen die van invloed kunnen zijn op het nautisch beheer in het Scheldegebied.

- Internationale conventie inzake controle van aangroeiwerende systemen (2001).

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

- De Vijfde Internationale Conferentie over de Bescherming van de Noordzee (Bergen-Noorwegen, 20-21 maart 2002), 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, die een beperking van de emissie van broeikasgassen inhoudt, is overeengekomen in het kader van de United Nations Climate Convention (1992), en zijn implementatie in het Kyoto Protocol (1997). Voor België betekent dit een reductie van 7,5% van de uitgestoten broeikasgassen tegen 2012 ten opzichte van 1990. In december 2008 werd door het Europees Parlement het energie/klimaatpakket goedgekeurd waarbij de doelstelling voor België wordt opgetrokken naar 15% emissievermindering tegen 2020. De recente klimaatconferentie in Durban (12/2011) werd afgesloten met een politiek akkoord over een mogelijk verlengstuk van het Kyoto Protocol na december 2012, echter zonder de drie belangrijkste landen: Canada, Rusland en Japan.
- Het OSPAR-verdrag van 1992 voor de bescherming van het mariene milieu van de NO-Atlantische Oceaan (25/03/1998) heeft als belangrijkste doel:
  - het voorkomen en beëindigen van de verontreiniging van het mariene milieu;
  - het beschermen van het zeegebied tegen de nadelige effecten van menselijke activiteiten om de gezondheid van de mens te beschermen en het mariene ecosysteem in stand te houden;
  - indien mogelijk de aangetaste zeegebieden te herstellen;
  - bescherming van het mariene ecosysteem en de biologische biodiversiteit (Bijlage V – 1998);
- Het ESPOO-verdrag van 1991 “Convention on environmental impact assessment in a transboundary context” voorziet dat voor projecten met grensoverschrijdende effecten het land waar die effecten zich voordoen geconsulteerd dient te worden. Het verdrag is getekend en geratificeerd door zowel België als Nederland. Aangezien de uiteindelijk geplande omvang van het project dusdanig groot is vergeleken met andere projecten, dat de locatie op de grens gepland is en dat er effecten kunnen optreden die grensoverschrijdend zijn, betekent dat het verdrag van toepassing is, en dat Nederland bijgevolg dient geconsulteerd te worden. De bevoegde nationale instanties zorgen ervoor dat deze procedure wordt gevolgd.
- Het RAMSAR-verdrag (1971-1975) over internationaal belangrijke watergebieden voor vogels en de bescherming van die gebieden (beperkt tot op een diepte van 7 m). Voor een situering van deze beschermingsgebieden wordt naar Bijlage F verwezen;
- Het Verdrag van Bonn (1979) inzake bescherming van trekkende (wilde) soorten en de verwante ASCOBANS-overeenkomst (1992) ter bescherming van kleine walvisachtigen in de Noordzee en de Oostzee;

- Het Verdrag van Bern (1979) inzake behoud van wilde dieren en planten en hun natuurlijke leefmilieu;
- Het Verdrag inzake Biodiversiteit van Rio de Janeiro door België ondertekend en goedgekeurd (11/05/1995, gepubliceerd 2/04/1997). De conventie erkent dat biologische diversiteit meer omvat dan planten, dieren, micro-organismen en hun ecosystemen, het gaat ook over mensen en hun voedselzekerheid, medicijnen, gezonde lucht en water, en een proper en gezond milieu om in te leven. Het doel van de CBD - Conventie (Convention on Biological Diversity) is:
  - het behouden van de biologische diversiteit;
  - het duurzaam gebruik van zijn componenten;
  - het eerlijk verdelen van de opbrengsten die voortkomen uit de natuurlijke rijkdommen;
- Hoofdstuk 17 van Agenda 21 met betrekking tot de bescherming van zee- en kustgebieden;
- Van minder direct belang zijn de volgende conventies en verdragen gerelateerd aan operationele lozingen en vervuiling ten gevolge van een ongeval;
- 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 (scheepsvuilnis). Dit Internationaal Verdrag stelt zich ten doel zeeverontreiniging door schepen te beperken en te voorkomen. Voor bijlage I en bijlage V is de Noordzee een 'Speciale Zone';
- MARPOL bijlage VI bevat normen voor de emissies naar de lucht van zeeschepen. De volgende normen zijn van toepassing sinds 1 juli 2010:
  - Het zwavelgehalte in brandstofolie mag nu maximaal 3,5% bedragen (sinds 1 januari 2012). Deze limiet zal progressief aangepast worden tot 0.5% vanaf januari 2020. In de zogenoemde SECA-gebieden (SO_2 emission control areas) mag dit slechts maximaal 1,0% bedragen en slechts 0,1% tegen 2015. De Baltische zee en de Noordzee zijn aangewezen als SECA.
  - Een aanscherping voor schepen die langer dan 2u in de havenbekkens liggen, naar 0,1% zwavel werd in 2010 ingevoerd (EU zwavelrichtlijn).
  - Voor de NOx -uitstoot van motoren van na 1 januari 2011 zijn eveneens normen vastgesteld. De verwachting is dat dit leidt tot een NOx -reductie van ca. 30%. Deze normen zijn gerelateerd aan het toerental.
- 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 CLC 1969 en CLC 1992;
- De Internationale conventie omtrent de burgerlijke aansprakelijkheid van vervuilingsschade door bunkerolie (maart 2001). Deze conventie werd van kracht op 21 november 2008;
- De London Convention (1972) en 1996 Protocol omtrent het voorkomen van mariene vervuiling door afvaldumping.
- 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.

3.2 BELEIDSMATIGE RANDVOORWAARDEN

3.2.1 Doelstellingen voor Europa

Het BOG staat in rechtstreeks verband met de windmolenparken op zee. Het BOG dient immers om een deel van de energie opgewekt door deze windmolenparken, aan land te brengen. In die zin kadert het BOG in het energie/klimaatpakket dat in december 2008 door het Europees Parlement goedgekeurd werd (omgezet in richtlijnen in april 2009: 2009/28/EG). Met dit pakket werd het wettelijke kader gecreëerd om de doelstelling die in 2007 door de Lentetop werden vooropgesteld, te realiseren:

- De broeikasgasuitstoot tegen 2020 met 30% te verminderen t.o.v. het referentiejaar 1990 als bijdrage tot een globaal en omvattend klimaatakkoord;
- De broeikasgasuitstoot tegen 2020 met minstens 20% te verminderen t.o.v. het referentiejaar 1990 in afwachting van een dergelijk akkoord;
- Tegen 2020 aan 20% van de energievraag met hernieuwbare energie te voldoen.

Aangezien het BOG zelf geen energie opwekt, wordt er voor een verdere uitwerking van deze Europese doelstellingen, verwezen naar onder meer het MER Rentel (IMDC, 2012a).

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 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.

De Europese Kaderrichtlijn Mariene strategie (2008/56/EG) van 17 juni 2008 stelt een kader vast om maatregelen te nemen om uiterlijk in 2020 een goede milieutoestand van het mariene milieu te bereiken of te behouden. Hierbij moet ook de impact van verschillende gebruikers van de Noordzee in beschouwing genomen worden.

Op langere termijn zou het BOG aangesloten kunnen worden op een internationaal platform met gelijkstroom, het project North Sea Countries' Offshore Grid Initiative van de lidstaten rond de Noordzee (NSCOGI, 2012). Dit zou deel uitmaken van een groot internationaal offshore net in Europa, het zogenaamde Europese Supergrid (zie bv. Aguado, 2011).

3.2.2 Doelstellingen voor België

Het BOG kadert binnen de doelstelling van het Marien Ruimtelijk Plan (MRP - principieel goedgekeurd door de ministerraad op 24 mei 2013 en momenteel in openbaar onderzoek van 2 juli 2013 tot 29 september 2013, zie http://www.health.belgium.be). Het projectgebied is

zodanig gekozen dat het gelegen is binnen de zone “Stopcontact op Zee” zoals aangeduid op ontwerp van het MRP. Het MRP regelt de benutting van de Belgische zeegebieden en brengt deze in kaart. Het bevat ook maatregelen om de impact van activiteiten op het mariene milieu te beheersen. Zo zijn er immers in het BDNZ heel wat doelstellingen die met elkaar verzoend moeten worden (toerisme, energiewinning, transport, visserij, ecosysteemfunctioneren, …). Eveneens dient het MRP als een beoordelingskader in geval van conflicten.

4. ALTERNATIEVEN

4.1 ALGEMEEN

De Nieuwe Elektriciteitswet van 8 januari 2012 (B.S. 11 januari 2012) verleent aan Elia de verantwoordelijkheid voor het beheer van het offshore net op de Noordzee. Zoals in het voorgaande hoofdstuk 3.2 gesteld, dient Elia haar opdracht als beheerder van het BOG te laten accorderen met de andere doelstellingen en activiteiten in het BDNZ. Een streefvisie hierbij is uitgewerkt in het ontwerp Marien Ruimtelijk Plan, waarin een zone “Stopcontact op Zee” vastgelegd is, waarbinnen het BOG dient gelegen te zijn.

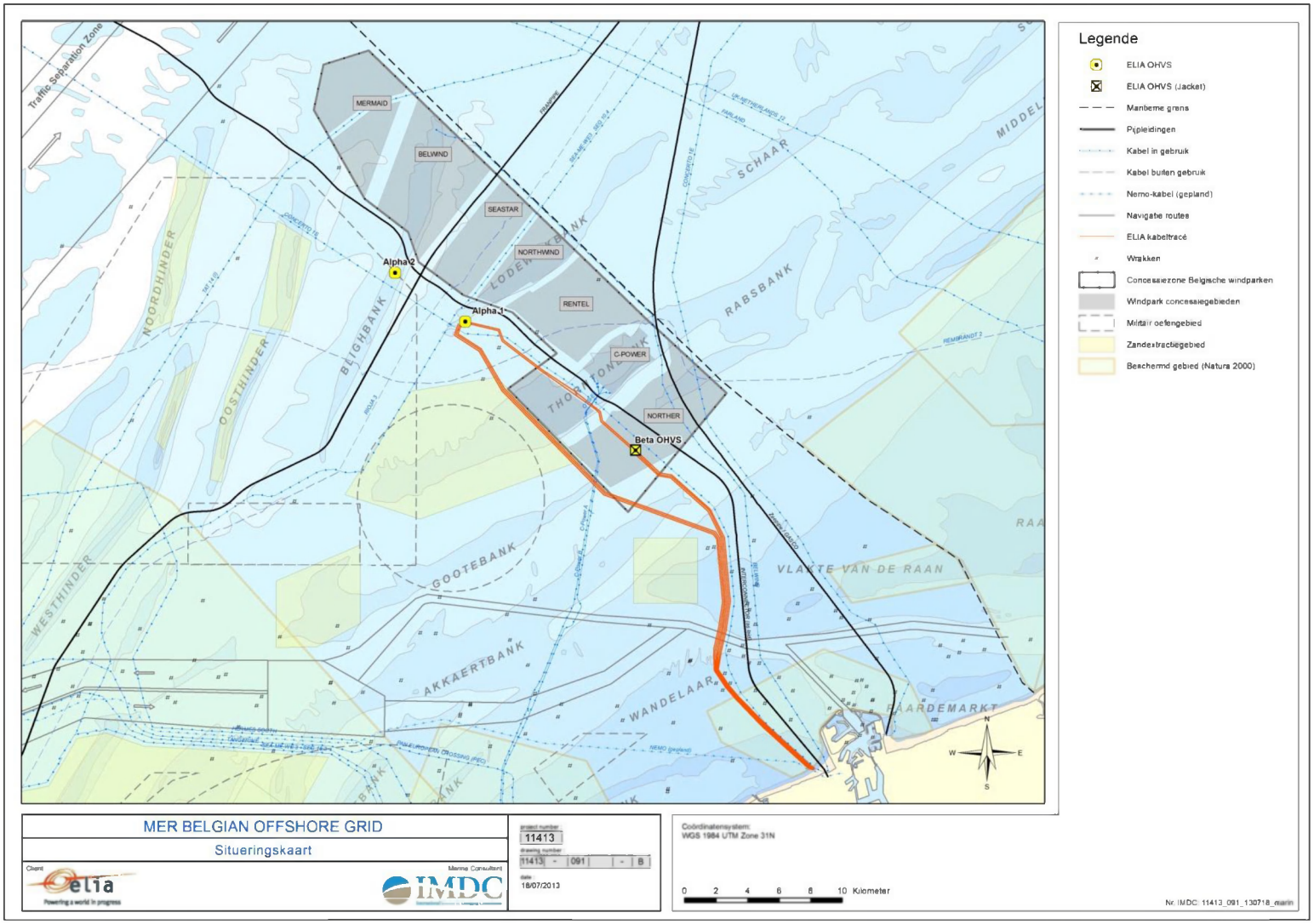
Gezien de vele gebruiksfuncties in het BDNZ, is er naar locatiekeuze weinig alternatief voor het BOG. Dit wordt verder uitgewerkt in § 4.2. Naar materiaalkeuze is uiteraard de kostprijs van de kabels een belangrijke parameter. Het Alpha eiland dient enerzijds klein te blijven, om de milieuimpact en de kosten te beperken (§ 4.3), maar moet anderzijds groot genoeg zijn om te kunnen voldoen aan de verschillende functionele eisen (§ 4.4). Het BOG dient tenslotte zo snel mogelijk gerealiseerd te worden, aangezien de windmolenparken in het BDNZ zich reeds volop aan het ontwikkelen zijn. Hoe langer het duurt alvorens het BOG operationeel is, hoe langer het duurt alvorens de windmolenparken die aangeloten zullen worden op het BOG, geactiveerd kunnen worden.

4.2 ALTERNATIEVEN LOCATIES

De energie opgewekt in de windmolenparken Rentel, Seastar en Mermaid zal via het Alpha eiland aan land gebracht worden. Daarom dient Alpha enerzijds zo dicht mogelijk bij elk van deze windmolenparken te liggen. Anderzijds mag het ook niet te ver in zee liggen, aangezien er dan meer energieverliezen zullen optreden ten gevolge van langere kabeltracés.

Daarnaast is de keuze van de locatie van het eiland ook bepaald door de andere gebruiksfuncties in het BDNZ. Zo moet er bijvoorbeeld rekening gehouden worden met de noodzakelijke veiligheidsafstanden ten opzichte van bestaande kabels, pijpleidingen en concessiezones.

Uiteindelijk zijn er 2 locaties weerhouden die in een voorstudie voor het BOG verder onderzocht zijn, locatie Alpha 1 op de Lodewijkbank en locatie Alpha 2 op de Blighbank (zie Figuur 4-1). Een belangrijke reden waarom Alpha 2 finaal niet weerhouden is, is de impact op de veiligheid van het scheepsverkeer. De locatie Alpha 2 ligt zeer dicht bij de bestaande ferryroute. De bijkomende negatieve impacten t.o.v. scheepvaarveiligheid die gekoppeld zijn aan de locatie Alpha 2 t.o.v. locatie Alpha 1, zijn verwerkt in hoofdstuk 6.3.8 en volledig uitgewerkt in de externe bijlage MARIN-IMDC (2013).



Figuur 4-1: Situeringskaart BOG met aanduiding van alternatieve eilandlocatie "Alpha 2" op de Blighbank.

4.3 ALTERNATIEVEN NAAR KABELTYPES- EN TRACÉ

Het BOG zal bestaan uit wisselstroom kabels (AC). Omwille van voornamelijk economische en technische redenen is vanaf het begin door Elia de keuze voor AC gemaakt. AC staat voor alternating current of wisselstroom. Een wisselstroom of wisselspanning heeft geen constant teken in de tijd maar kent wisselend positieve en negatieve waarden. In de praktijk kennen zij een sinusoïdaal verloop in tijd. In Europa is de frequentie 50 Hertz. Dit betekent per seconde 50 wisselingen van positief naar negatief en terug. De energie die in de elektriciteitscentrales geproduceerd wordt en over het hoogspanningsnet, de midden- en laagspanningsnetten wordt vervoerd, is driefasige wisselstroom. Driefasige systemen hebben als voordeel tegenover eenfasige systemen dat ze een efficiënter energievervoer mogelijk maken: er is minder geleidend materiaal nodig en de alternatoren en motoren kunnen een hoger rendement bereiken. Het grote voordeel van wisselstroom is dat men deze eenvoudig kan omzetten (transformeren) van één spanningsniveau naar een ander.

Een alternatief voor AC is DC (gelijkstroom kabels). Een gelijkstroom of gelijkspanning is een grootheid die een constant teken heeft in de tijd. De stroom mag niet van richting omkeren. Gelijkstroom kent op dit moment twee belangrijke toepassingen: batterijen en High Voltage Direct Current verbindingen (HVDC). Een DC-verbinding heeft per kilometer minder verliezen dan een AC-verbinding. Echter, de omzettingen tussen AC en DC en de omzettingen tussen verschillende DC-spanningsniveaus gaan gepaard met veel meer verliezen dan bij AC-omzettingen. DC-verbindingen worden dus enkel interessant bij verbindingen over zeer grote afstanden (vanaf +/- 100 km). Deze technologie wordt typisch toegepast bij onderzeese verbindingen tussen verschillende landen en is niet aangewezen voor het BOG, dat zich niet over zeer grote afstanden afspeelt. Bovendien is het vandaag technisch nog zeer complex tot zelfs onmogelijk om met HVDC een vermaasd net te bouwen. Tot nu toe worden enkel rechstreekse verbindingen tussen twee knooppunten uitgevoerd. In het BOG wordt echter gekozen voor een vermaasd net omwille van de bedrijfszekerheid.

Kabelparameters zoals de geleidersectie, het geleidermateriaal (koper of aluminium), kabelmantel, etc. zijn momenteel nog niet vastgelegd. Dit kan pas gebeuren in de designfase van de kabels, waarbij op basis van het gevraagde transportvermogen en de bodemcondities een kabelsysteem ontworpen wordt dat techno-economisch het interessantst is. Er wordt echter niet verwacht dat de keuze van deze designparameters een significante impact op de milieueffecten zal hebben.

Zoals uit § 2.3.5 blijkt, is er niet veel vrijheid inzake de ligging van het kabeltracé, indien er rekening gehouden wordt met een optimale bundeling van de submariene kabels op zee enerzijds en anderzijds met de andere gebruiksfuncties in het BDNZ, waaraan tegemoet gekomen wordt door voor het BOG te kiezen voor een minimaal ruimtebeslag.

4.4 ALTERNATIEVEN NAAR OPBOUW

De gedetaileerde opbouw van het Alpha eiland is nog niet bepaald. De verschillende designalternatieven waarmee in het MER rekening gehouden wordt en binnen welke context het finaal ontwerp dient te passen, zijn uitgewerkt in § 2.5.1.

Een Alpha OHVS volledig op een jacketstructuur geplaatst is niet verenigbaar met de gebruiksfuncties die Alpha nu of in de toekomst dient mogelijk te maken. Zo dient het onder meer mogelijk te zijn om ook bij moeilijke weersomstandigheden met een schip te kunnen aanmeren op het eiland. Daarnaast wordt er verwacht dat de impacten ten gevolge van een aanvaring van een schip met een jacketstructuur veel groter zijn dan wanneer een schip tegen een eilandstructuur botst.

Een jacket structuur geplaatst in één van de bestaande windmolenconcessiegebieden is ook bestudeerd. Zowel in Northwind als in Rentel is het naar ruimtebeslag niet verzoenbaar met de vooropgestelde capaciteit die de concessiehouders in hun park willen realiseren.

5. BESCHRIJVING EN BEOORDELING VAN MILIEUEFFECTEN PER DISCIPLINE

In dit hoofdstuk worden de potentiële milieueffecten per discipline beschreven en geëvalueerd, telkens voor de constructie-, operationele en ontmantelingsfase van het project (inclusief de voorbereidende en begeleidende in situ surveys), en dit zowel voor het Alpha-eiland als voor de BOG-kabels. Tevens wordt aangegeven welke leemten in de kennis er nog bestaan, welke milderende maatregelen mogelijk zijn en hoe de effecten gemonitord kunnen worden.

Milderende maatregelen worden voorgesteld voor ingrepen in het projectgebied, die een blijvende negatieve impact op het milieu zullen veroorzaken. Toepassing van de milderende maatregelen zal de negatieve effecten vermijden, opheffen, verzachten of compenseren.

De geassocieerde milieueffecten werden geïdentificeerd en geëvalueerd op basis van de projectbeschrijving, de beschikbare literatuur en door overleg met de belanghebbende partijen. Om de significantie van een impact te bepalen, werd rekening gehouden met de grootteorde, de omvang of reikwijdte en de duur (tijdelijk of permanent karakter). De beschreven effecten worden in de vorm van een relatieve plusmin-beoordeling weergegeven (Tabel 5-1). Positieve effecten duiden op een verhoging, ondersteuning of versterking van de betrokken (natuurlijke of gewenste) eigenschap van het milieu, een negatieve beoordeling wijst op het verdwijnen, een verlaging of een aantasting van een bepaalde (natuurlijke of gewenste) eigenschap.

Tabel 5-1: Gehanteerde definities voor de beschrijving en beoordeling van de milieueffecten.

Symbool	Effect niveau	Beschrijving	Beoordeling milieu/organismen
++	Significant positief	Meetbaar positieve verbetering in de kwaliteit van de milieuomstandigheden op grote schaal (BDNZ). Tijdelijk of permanent karakter.	Zeer positief
+	Matig positief	Meetbaar positieve verbetering in de kwaliteit van de milieuomstandigheden op beperkte schaal (projectgebied). Tijdelijk of permanent karakter.	Positief
0/+	Gering positief	Meetbaar kleine positieve verbetering in de kwaliteit van de milieuomstandigheden op beperkte schaal (projectgebied). Tijdelijk karakter.	Neutraal
0	Geen	Onmeetbaar effect of niet relevant.	Geen
0/-	Gering negatief	Meetbaar kleine negatieve modificatie op de kwaliteit van de milieuomstandigheden op beperkte schaal (projectgebied). Tijdelijk karakter.	Verwaarloosbaar
-	Matig negatief	Meetbaar negatieve modificatie op de kwaliteit van de milieuomstandigheden op beperkte schaal (projectgebied). Tijdelijk of permanent karakter.	Aanvaardbaar
--	Significant negatief	Meetbaar negatieve modificatie op de kwaliteit van de milieuomstandigheden op grote schaal (BDNZ). Tijdelijk of permanent karakter.	Onaanvaardbaar

5.1 BODEM EN WATER

5.1.1 Methodologie

Er wordt eerst een beschrijving van de referentiesituatie gegeven: de geologie (zowel Quartair als Tertiair, tegenwoordig Paleogeen en Neogeen genaamd), de morfologie, de stroming, het sedimenttransport en de granulometrie. Daarbij wordt telkens vertrokken van de wetenschappelijke literatuur voor de Noordzee aangevuld met de meest recente beschikbare literatuur en survey data voor het projectgebied Alpha en het kabeltraject. Om de beschrijving langsheen het kabeltraject te vereenvoudigen werd het traject ingedeeld in een aantal zones, weergegeven in Figuur 5-1. Voor zover beschikbaar worden de parameters kwantitatief beschreven.

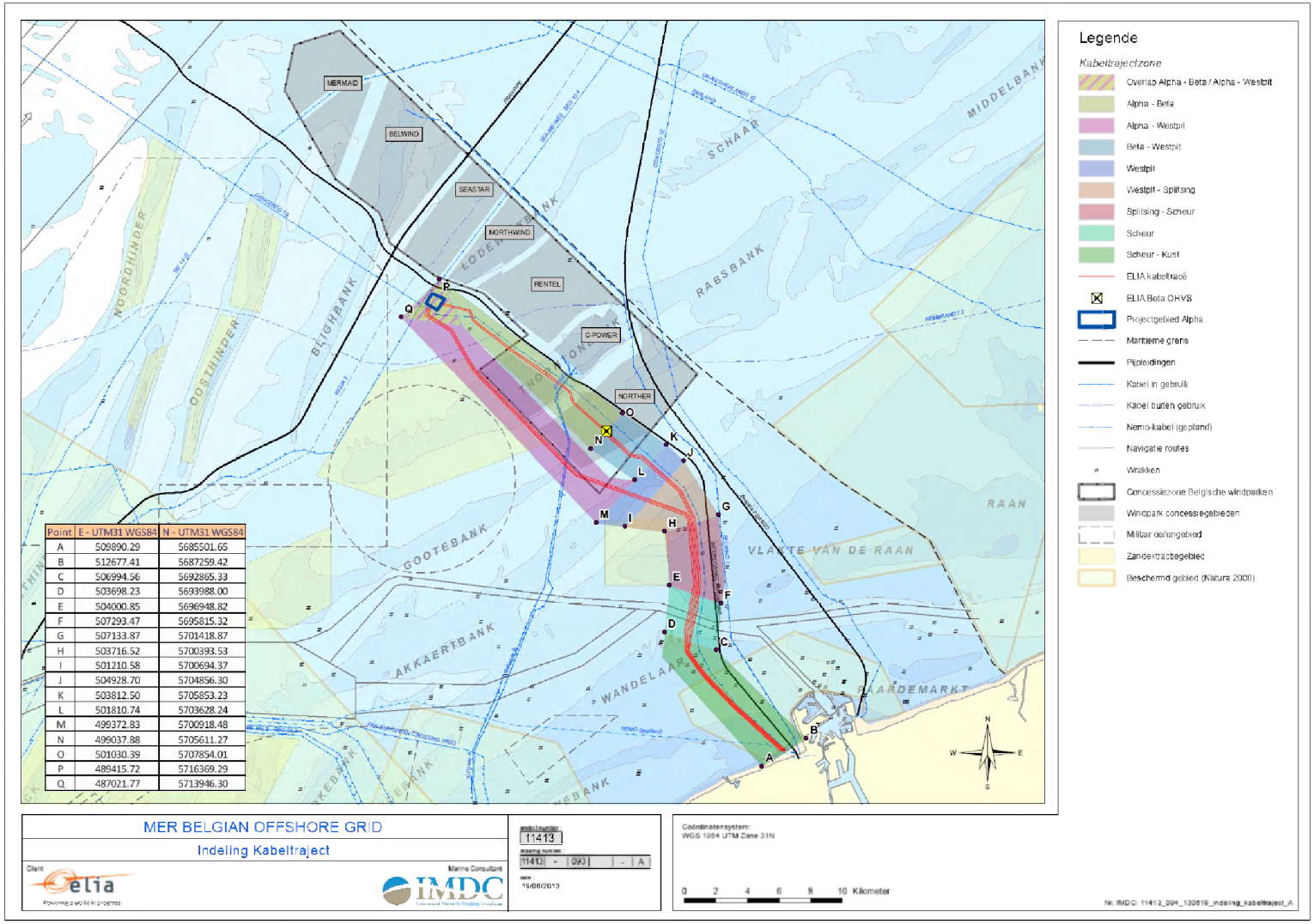
Daarenboven werd een numerieke modelleerstudie uitgevoerd voor het kwantificeren van de stroming, het sedimenttransport en de morfologische evolutie in het projectgebied onder natuurlijke omstandigheden. Dit zowel voor een zomersituatie, zonder meteorologische invloed, en in een wintersituatie, mét invloed van een storm met terugkeerperiode van 5 jaar.

De recente geofysische en geotechnische meetcampagnes uitgevoerd in opdracht van Elia (voorjaar 2013) zijn zeer interessante bronnen van informatie. Er wordt ook aandacht geschonken aan de autonome ontwikkeling van het gebied.

Bij de effectbespreking wordt uitgebreid aandacht besteed aan de veranderingen in de bodemtopografie en de bodemsamenstelling die het gevolg zullen zijn van het bouwen van het Alpha-eiland en het kabelleggen. De beschouwingen worden ondersteund door berekeningen op basis van beschikbare data. Daarnaast komen ook de potentiële effecten op de hydrodynamica, het globale sedimenttransport, de tijdelijke verhoging van turbiditeit en effecten op de waterkwaliteit in dit hoofdstuk aan bod. Een numerieke modelleerstudie werd uitgevoerd voor het kwantificeren van de stroming en de morfologische evolutie in het projectgebied onder invloed van een artificieel eiland.

De verhoging van turbiditeit ten gevolge van dumpactiviteiten in het projectgebied Alpha werd ingeschat op basis van een numerieke modelleerstudie en uitgezet ten opzichte van de natuurlijke achtergrondwaarde.

Tot slot wordt een monitoringsprogramma voorgesteld, eventuele milderende maatregelen geformuleerd en worden de leemten in kennis samengevat.



Figuur 5-1: Indeling kabeltraject in zones (zie bijlage D1 voor A3-kaart).

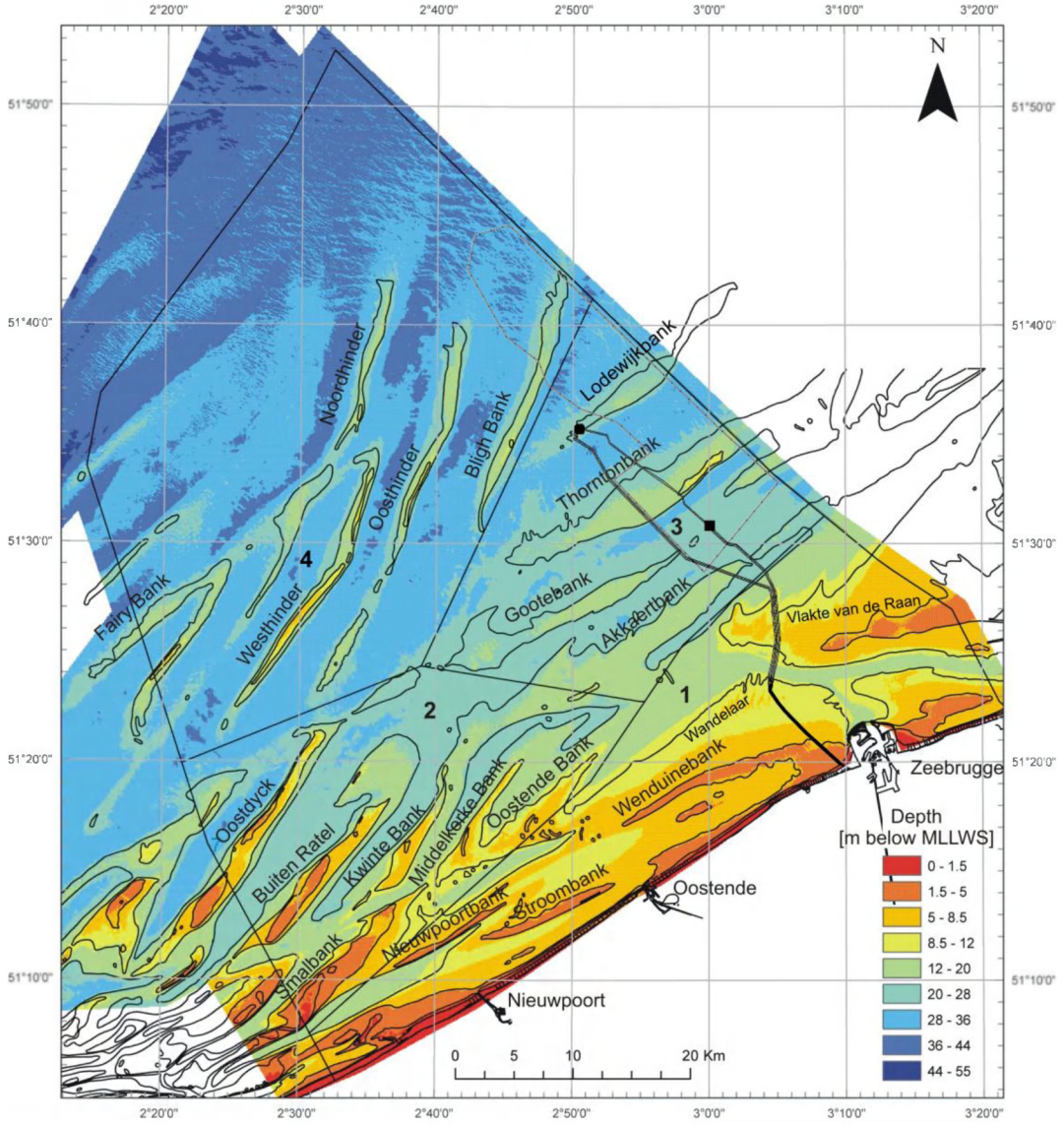
5.1.2 Referentiesituatie

5.1.2.1 Algemene beschrijving

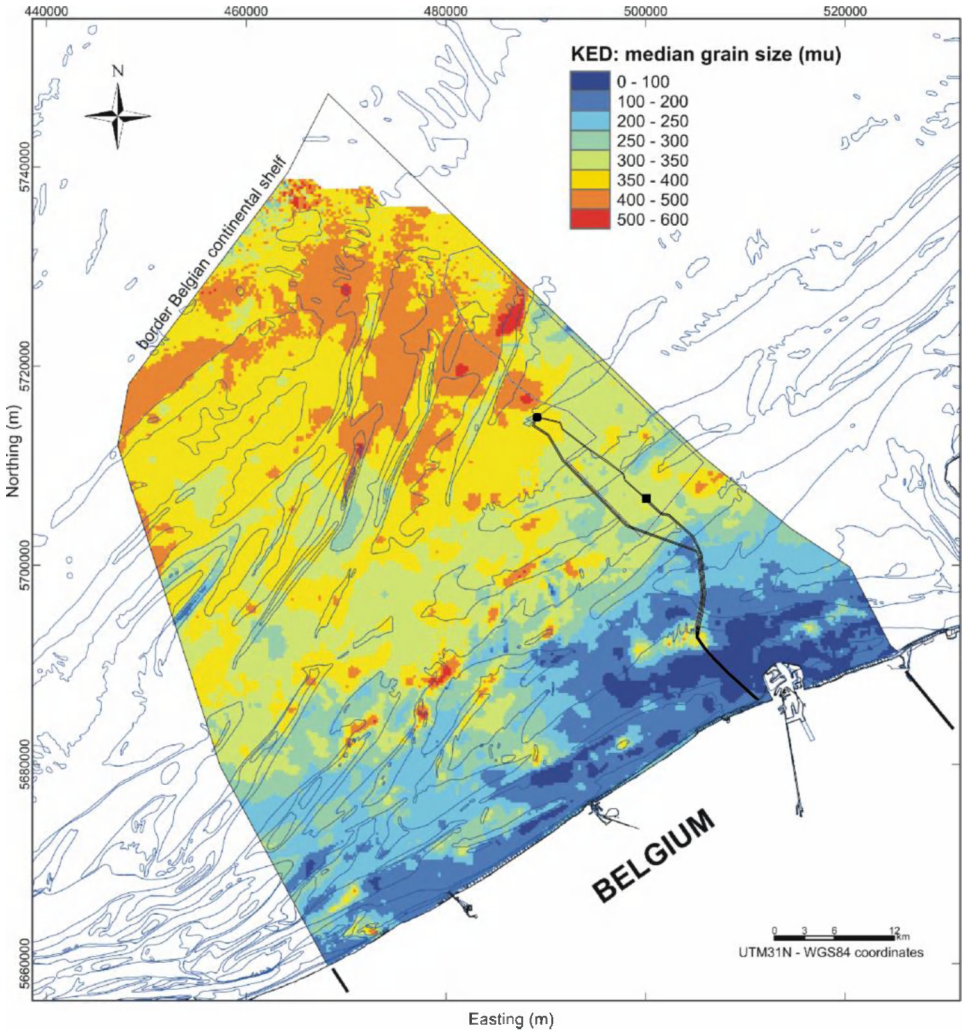
Het BDNZ strekt zich uit over een gebied van ongeveer 3.500 km²: in het westen zijn de Franse territoriale wateren gelegen, de Engelse wateren in het Noorden en in het Oosten de Nederlandse territoriale wateren.

Het projectgebied bevindt zich bovenop de Lodewijkbank (vroeger Bank zonder Naam), die deel uitmaakt van de Zeelandbanken (Figuur 5-2). Waterdiepten variëren ter hoogte van de eilandlocatie tussen ongeveer -28 m en -17 m onder LAT. Het kabeltraject van Alpha naar de kust loopt over de Thorntonbank, de rand van de Gootebank, de Akkaertbank, de Vlakte van de Raan, de Wandelaar en de Wenduinebank. De waterdieptes langsheen dit kabeltraject variëren tussen -16,8 m LAT in Het Scheur en +0,67 m LAT aan de kust. Het kabeltraject van Beta naar de kust loopt over een uitloper van de Akkaertbank, waarna het tracé parallel loopt met het traject van Alpha naar de kust. De waterdieptes langsheen het kabeltraject tussen Beta en de splitsing variëren tussen -26 m en -10,2 m onder LAT. Het kabeltraject tussen Alpha en Beta loopt over de Thorntonbank. Waterdieptes variëren er tussen -36 m in de Zuidwest-Schaar en -12 m LAT op de Thorntonbank.

In landwaartse richting verandert de korrelgrootte van medium zand over silt naar klei (slib) (Figuur 5-3). Langsheen het traject werd in het verleden grind aangetroffen tussen de Thorntonbank en de Gootebank (Figuur 5-23).



Figuur 5-2: De bathymetrie van het BDNZ (in meter onder GLLWS) (data van AWZ-WWK Zeebrugge, aangevuld met data van de Nederlandse en Engelse Hydrografische Diensten, compilatie door Van Lancker et al., 2007). Het Belgisch deel van de Noordzee is rijk aan zandbanken. Deze worden ingedeeld in vier groepen: 1) de Kustbanken; 2) de Vlaamse Banken; 3) de Zeelandbanken; en 4) de Hinderbanken.



Figuur 5-3: Korrelgrootte op het BDNZ (naar Verfaillie et al., 2006).

5.1.2.2 Geologie

5.1.2.2.1 Algemeen

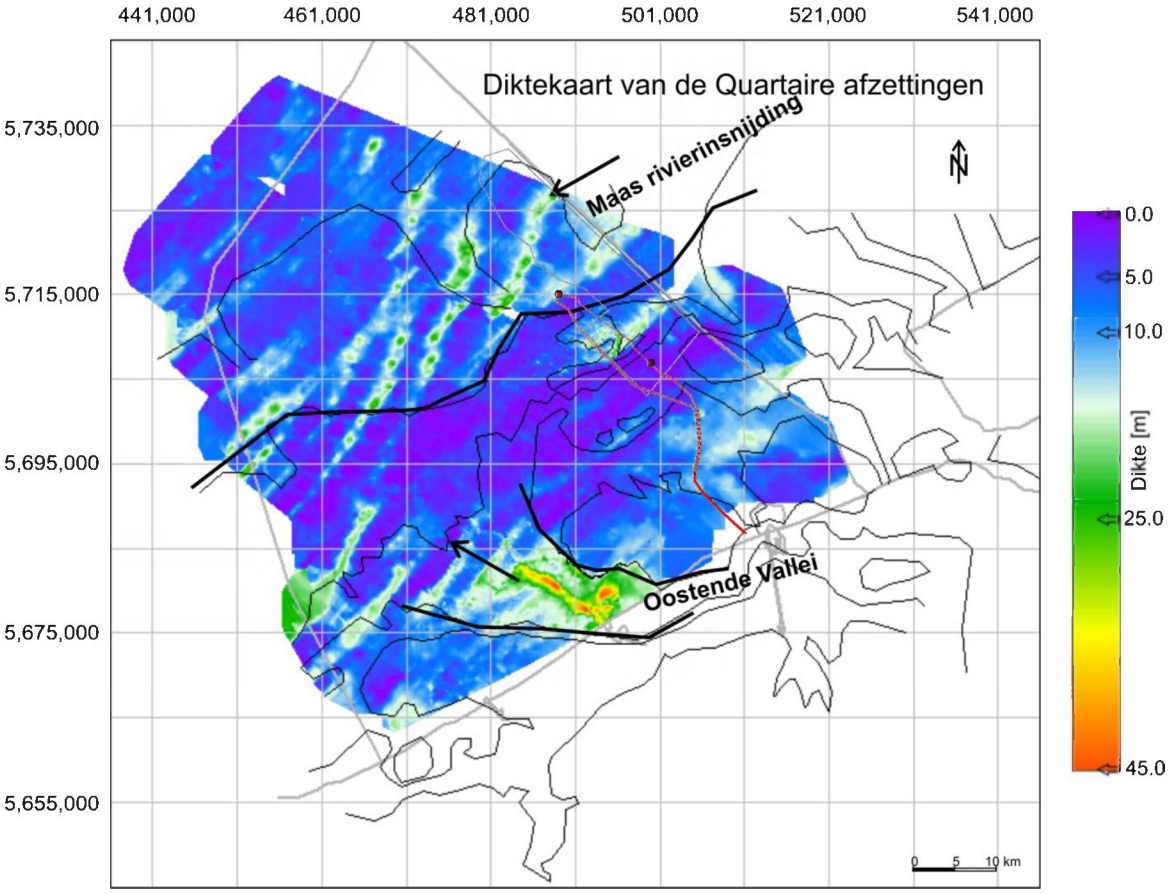
De Paleozoische sokkel van het BDNZ bevindt zich nabij de Franse grens op een diepte van 250 m en nabij de Nederlandse grens op een diepte van 450 m. Het is een relatief stabiel continentaal blok, het Londen-Brabant Massief genaamd. Tijdens het Laat-Krijt (waarschijnlijk Maastrichtiaan en Campaniaan) werd het Massief voor het eerst overstroomd en werd er krijt afgezet waarvan de minimale dikte 50 m is tussen Nieuwpoort en Oostende en snel toeneemt tot 220 m in het gebied van de Hinderbanken. De top van het Krijt, en tevens de basis van het Tertiair, bevindt zich op een diepte van 150 tot 350 m, toenemend naar het NO (De Batist, 1989).

Bovenop de kalkafzettingen bevinden zich de Tertiaire afzettingen, die lokaal dagzomen aan de zeebodem onder een discontinu Quartair sediment dek. De Tertiaire sedimenten werden voornamelijk afgezet vanaf het Thanetiaan (ongeveer 58 Ma geleden) tot het RupEliaan (eindigde 28 Ma geleden). De top van deze afzettingen bevindt zich op een diepte van 10 tot 60 m, toenemend in zeewaartse richting. De afzettingen hebben een dikte van 110 tot 280 m, toenemend naar het ONO (De Batist, 1989).

De top van het Tertiair is een erosief oppervlak dat een discordantie vormt tussen de oudere, onderliggende Tertiaire afzettingen en de bovenliggende Quartaire afzettingen. Dit oppervlak vormt de basis van het Quartair en wordt gekenmerkt door een grindlaag. Verder wordt dit erosieoppervlak gekenmerkt door een aantal diepe rivierinsnijdingen en afvlakkingen gemodelleerd tijdens de laatste ijstijden en tussenijstijden (i.e. tijdens het Pleistoceen). Het projectgebied Alpha ligt op de rand van een Maas rivierinsnijding gevormd tijdens de voorlaatste ijstijd (Saale) (Mathys, 2009) (Figuur 5-4).

De bovenste laag van de zeebodem met daarop de zandbanken, werd afgezet tijdens het Quartair. Het Quartair is een periode die loopt van 2,6 miljoen jaar geleden en nog steeds voortduurt. De periode wordt ingedeeld in het oudere Pleistoceen en het huidige Holoceen. Het Pleistoceen kende een afwisseling van ijstijden en tussenijstijden, overeenstemmend met zeespiegeldalingen en zeespiegelstijgingen. Het huidige Holoceen startte ongeveer 10.000 jaar geleden, na de laatste ijstijd.

De Quartaire afzettingen op het BDNZ zijn zeer dun en gefragmenteerd. Bijna 40% van het oppervlak is slechts bedekt met een laag van 5 m dik. Het is een onvolledig overblijfsel van een lange periode van complexe en dynamische veranderingen in de afzettingsomstandigheden. De dikste pakketten worden aangetroffen in Pleistocene riviervalleien en onder de Holocene zandbanken.



Figuur 5-4: Diktekaart van de Quartaire afzettingen, met de aanduiding van de morfologische structuren in het Top-Tertiair (fijne zwarte lijn) (naar Mathys 2009).

De zandbanken op het BDNZ zijn gevormd tijdens verschillende geologische fasen, waardoor de samenstelling van de banken heel divers is. Het is enkel het bovenste, zandige gedeelte dat kenmerkend is voor de huidige getijdenstromingen en dat de eigenlijke getijdenbank voorstelt. De basis van de banken bestaat uit heel ander materiaal en vertelt het verhaal van de vroegere afzettingen die niet in open zee gevormd werden (Mathys, 2009).

Daar waar de zandbanken nog een volledige opeenvolging van afzettingen toont, bestaat deze van onder naar boven uit:

(1) Pleistocene estuariene sedimenten afgezet in een vroegere riviervallei, in een milieu vergelijkbaar met de huidige Westerschelde;

(2) Holocene schorren, slikken en getijdengeulen zoals men terugvindt in de ondergrond van de huidige Kustvlakte, afgezet landwaarts van een kustbarrière;

(3) Resten van Holocene kustnabije banken, gevormd onder storminvloed;

(4) Geërodeerde en herwerkte resten van vroegere schorren en slikken, afgezet na het terugschrijden van de kustlijn en sterke erosie ter hoogte van de Westerscheldemonding. Deze afzettingen liggen mede aan de oorsprong van het fijne sediment in de kustnabije zone (Figuur 5-3);

(5) De eigenlijke getijdenbank, gevormd ongeveer 7000 jaar geleden onder een hydrodynamisch regime vergelijkbaar met het huidige.

Door de vorming van de getijdenbanken uit lokaal aanwezig materiaal zijn de Quartaire afzettingen sterk geërodeerd en gefragmenteerd. Meestal komen enkel onder de getijdenbanken oudere Quartaire afzettingen voor en is er in de geulen tussen de getijdenbanken weinig bewaard gebleven.

5.1.2.2.2 In het projectgebied Alpha

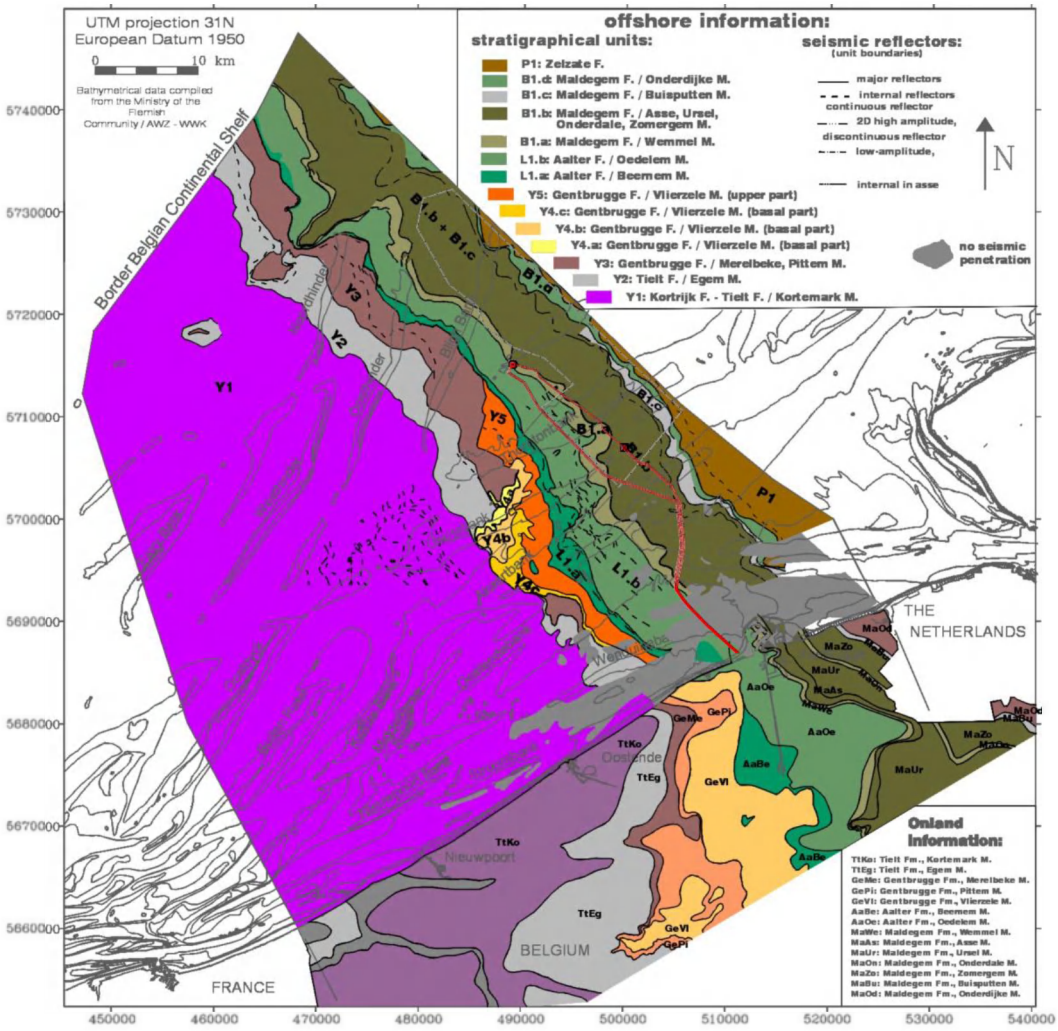
Het projectgebied Alpha ligt op de grens waar de top van de Formatie van Aalter en de basis van de Formatie van Maldegem voorkomen in de ondergrond aan het oppervlak onder het Quartair dek (Figuur 5-5). De Formatie van Aalter bestaat er uit het Lid van Oedelem (L1.b). De Formatie van Maldegem bestaat er uit het Lid van Wemmel (B1.a) en Lid van Asse (B1.b) (Figuur 5-5).

Volgens Le Bot *et al.* (2003) bestaat het Lid van Oedelem offshore uit zeer stijve tot harde, silthoudende klei, bedekt met een silthoudende zandlaag. Aan de top kan opnieuw zeer harde klei voorkomen. De bovenliggende Formatie van Maldegem bestaat van onder tot boven vermoedelijk uit:

- Lid van Wemmel: grijze glauconiethoudende, kleiige zanden met calcareniet horizonten
- Lid van Asse: gebioturbeerde kleiige zanden en zandige kleien
- Lid van Ursel: blauw-grijze gebioturbeerde massieve klei met pyrietconcreties
- Lid van Onderdale: kleiige zanden
- Lid van Zomergem: sterk gebioturbeerde blauw-groene klei
- Lid van Buisputten: zand
- Lid van Onderdijke: stijve tot zeer harde klei, met variërende hoeveelheden silt en zand bijmenging

Centraal in het projectgebied werd reeds een diepe boring tot 60 m onder de zeebodem uitgevoerd. Op basis van de preliminaire litholog (beschrijving van onderkant 1 m secties) en sonderingresultaten volgt onderstaande geologische interpretatie (van boven naar onder):

- 0-11 m: bruin-geel medium zand, schelphoudend en met organisch materiaal, vermoedelijk Quartair
- 11-24 m: donker groen-grijs zeer fijn siltig tot kleiig zand met occasionele kleilaag, vermoedelijk Lid van Wemmel
- 24-33 m: donker groen-grijze stijve klei, vermoedelijk Lid van Oedelem
- 33-43,5 m: donker groen-grijs kleiig zand, schelphoudend, vermoedelijk Lid van Beernem
- 43,5-55,5 m: donker groen-grijs kleiig silt tot siltige klei, vermoedelijk Formatie van Gentbrugge (mogelijk Lid van Vlierzele of Pittem)
- 55,5-60 m: donker grijs-groen kleiig fijn zand



Figuur 5-5: De Tertiaire afzettingen die voorkomen onder de niet-geconsolideerde Quartaire afzettingen (naar Le Bot et al., 2003).

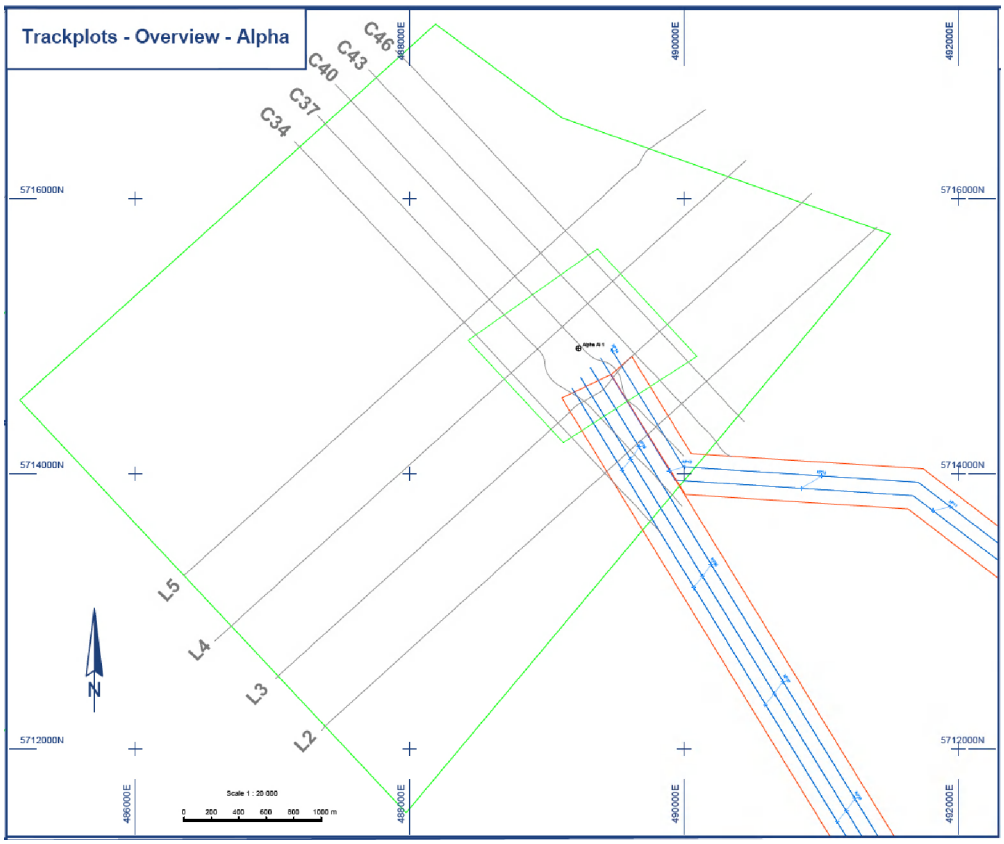
Naast de boring werd ook een seismische survey uitgevoerd. Figuur 5-7 toont enkele voorbeeldprofielen doorheen het projectgebied.

De top van het Tertiair is een erosief oppervlak dat een discordantie vormt tussen de oudere, onderliggende Tertiaire afzettingen en de bovenliggende Quartaire afzettingen. De Tertiaire lagen zijn afgesneden op Figuur 5-7. Dit oppervlak vormt de basis van het Quartair (aangeduid in rood, interpretatie IMDC).

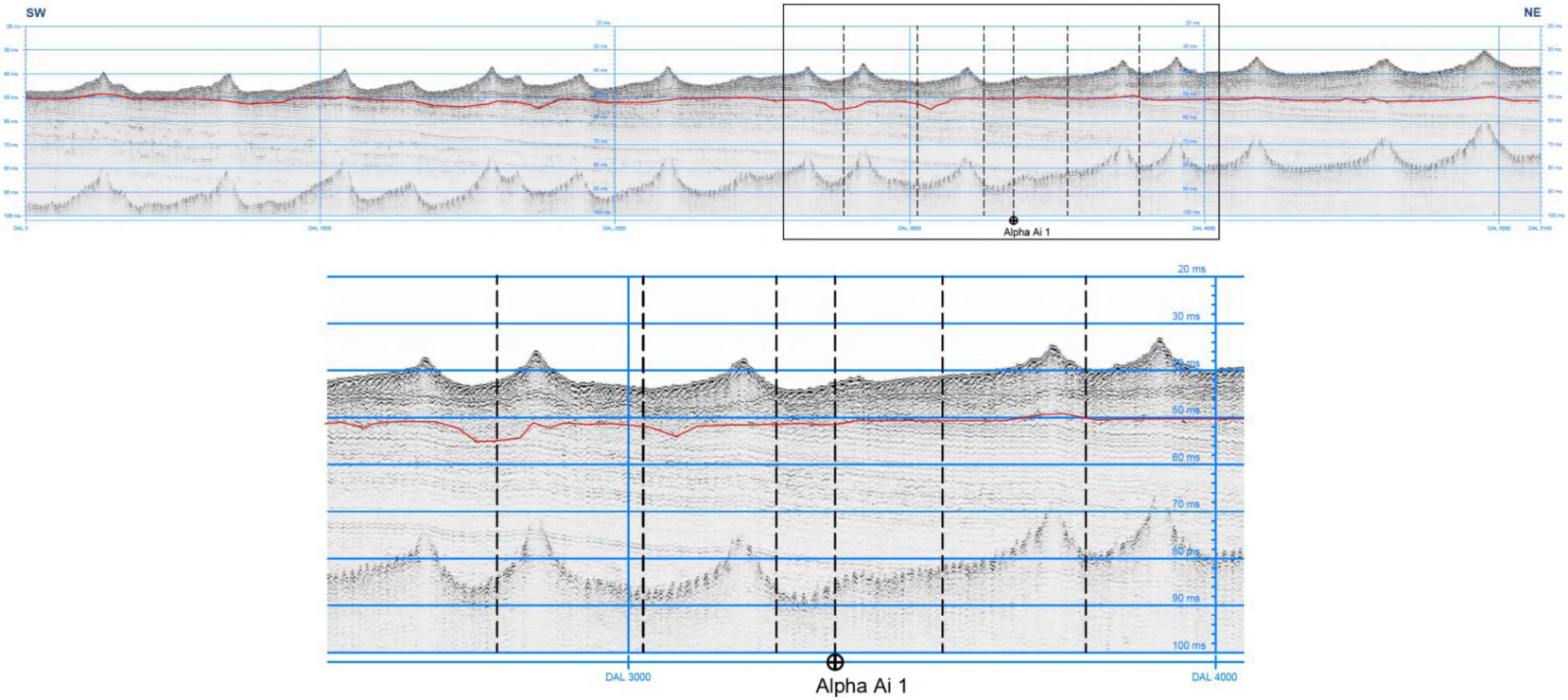
Ter hoogte van de eilandlocatie (ca. 400 m rond de centrale boring) kan de dikte van het Quartair tot meer dan 15 m dik zijn, waar zandduinen voorkomen.

Lokaal komen insnijdingen in het Tertiair substraat voor (bvb. ter hoogte van DAL 3000 op profiel L3 in Figuur 5-7). De insnijdingen komen waarschijnlijk overeen met estuariene getijdengeulen. Bij gedetailleerd onderzoek op de Hinderbanken (Mathys *et al.*, 2009), bleek dat de Maasvallei insnijding opgevuld is met estuariene afzettingen van Eem (Pleistoceen) ouderdom. Mogelijk komen ook deze voor in het projectgebied. Organisch materiaal werd aangetroffen in de bovenste meters.

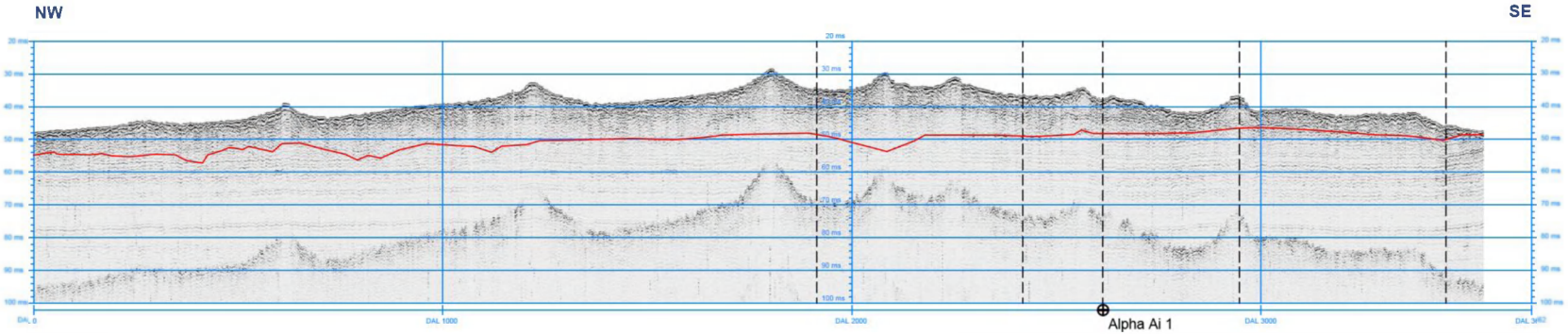
Tijdens het Holoceen, rond 7.000 jaar geleden, begon de vorming van de getijdenbanken en de tussenliggende geulen. De Lodewijkbank en Thorntonbank werden vermoedelijk reeds eerder gevormd toen getijdenstromingen reeds sterk genoeg waren maar nog steeds loodrecht op de kust gericht (Mathys, 2009).



Figuur 5-6: Situering van enkele seismische profielen in het projectgebied Alpha (G-tec, 2013).



Figuur 5-7: Seismisch profiel L3 (boven) en zoom van gedeelte in frame (onder), diepte in ms TWT, rode lijn = Basis Quartair (data G-tec, 2013, interpretatie IMDC).



Figuur 5-8: Seismisch profiel C40, diepte in m, rode lijn = Basis Quartair(data G-tec, 2013, interpretatie IMDC).

5.1.2.2.3 Langsheen het kabeltraject

Het kabeltraject van Alpha naar de kust doorkruist het gebied waar in de ondergrond volgende Tertiaire lagen voorkomen aan het oppervlak onder het Quartair dek (Figuur 5-5):

- Formatie van Aalter, Lid van Oedelem (L1.b)
- Formatie van Maldegem, Lid van Wemmel (B1.a)
- Formatie van Maldegem, Lid van Asse, Ursel, Onderdale, Zomergem (B1.b)
- En opnieuw Formatie van Maldegem, Lid van Wemmel (B1.a)
- En opnieuw Formatie van Aalter, Lid van Oedelem (L1.b) tot aan de kust

Het kabeltraject van Beta naar de splitsing met Alpha doorkruist het gebied waar in de ondergrond volgende Tertiaire lagen voorkomen aan het oppervlak onder het Quartair dek:

- Formatie van Maldegem, Lid van Asse, Ursel, Onderdale, Zomergem (B1.b)

Het kabeltraject van Alpha naar Beta doorkruist het gebied waar in de ondergrond volgende Tertiaire lagen voorkomen aan het oppervlak onder het Quartair dek:

- Formatie van Maldegem, Lid van Wemmel (B1.a)
- Formatie van Maldegem, Lid van Asse, Ursel, Onderdale, Zomergem (B1.b)

Op sommige plaatsen in het Quartair dek zeer dun en dagzoomt het Tertiair aan de zeebodem, maar meestal bevinden zich Quartaire zanden aan de zeebodem waarin de kabel zal ingegraven worden. In § 5.1.2.4.1 wordt de bodemsamenstelling besproken langsheen het kabeltraject op basis van vibrocore stalen, genomen in de bovenste 3,5 m van de zeebodem.

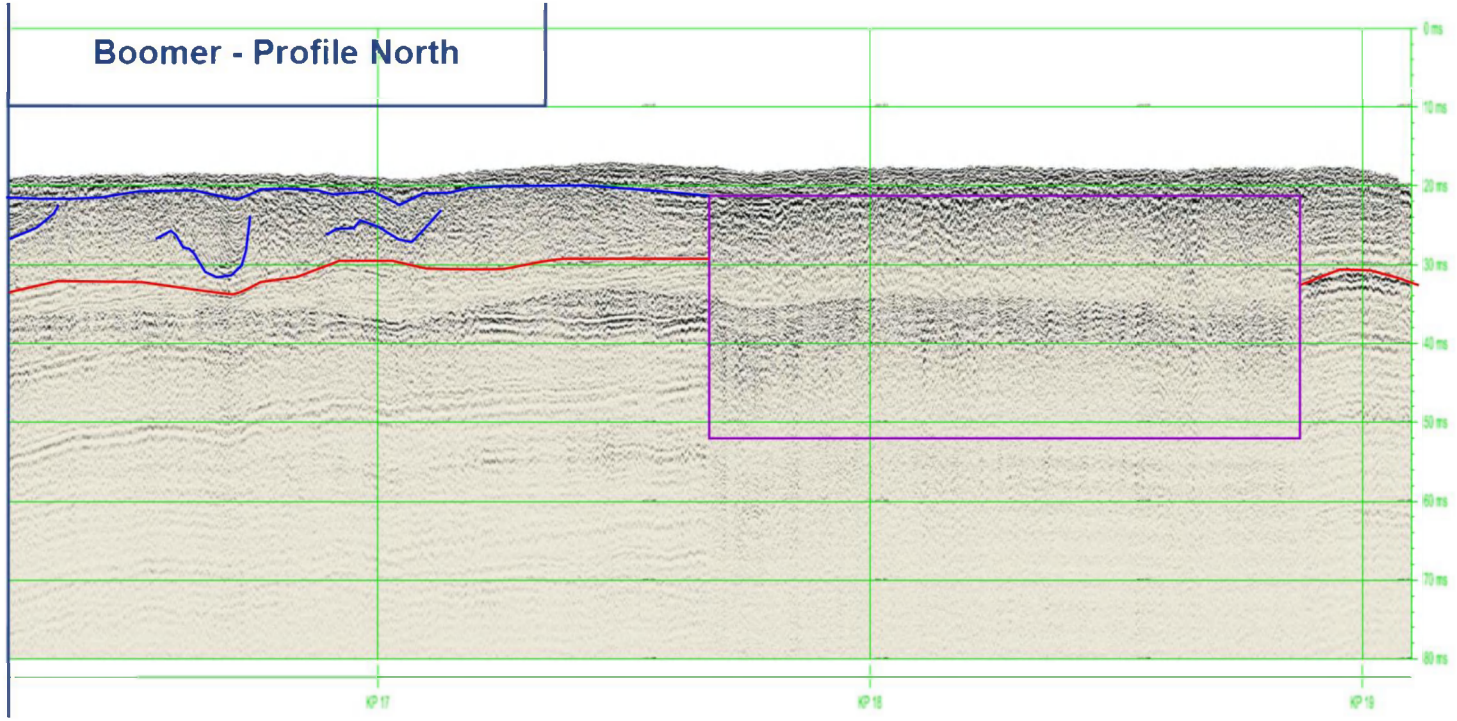
Figuur Figuur 5-9 tot Figuur 5-12 tonen enkele representatieve seismische profielen langsheen het kabeltraject.

De kabeltrajectzone Scheur-Kust (indeling zie Figuur 5-1) wordt gekenmerkt door een Quartair dek van minstens 10 m dik, met o.a. interne geulstructuren en gashoudende zones (Figuur 5-9).

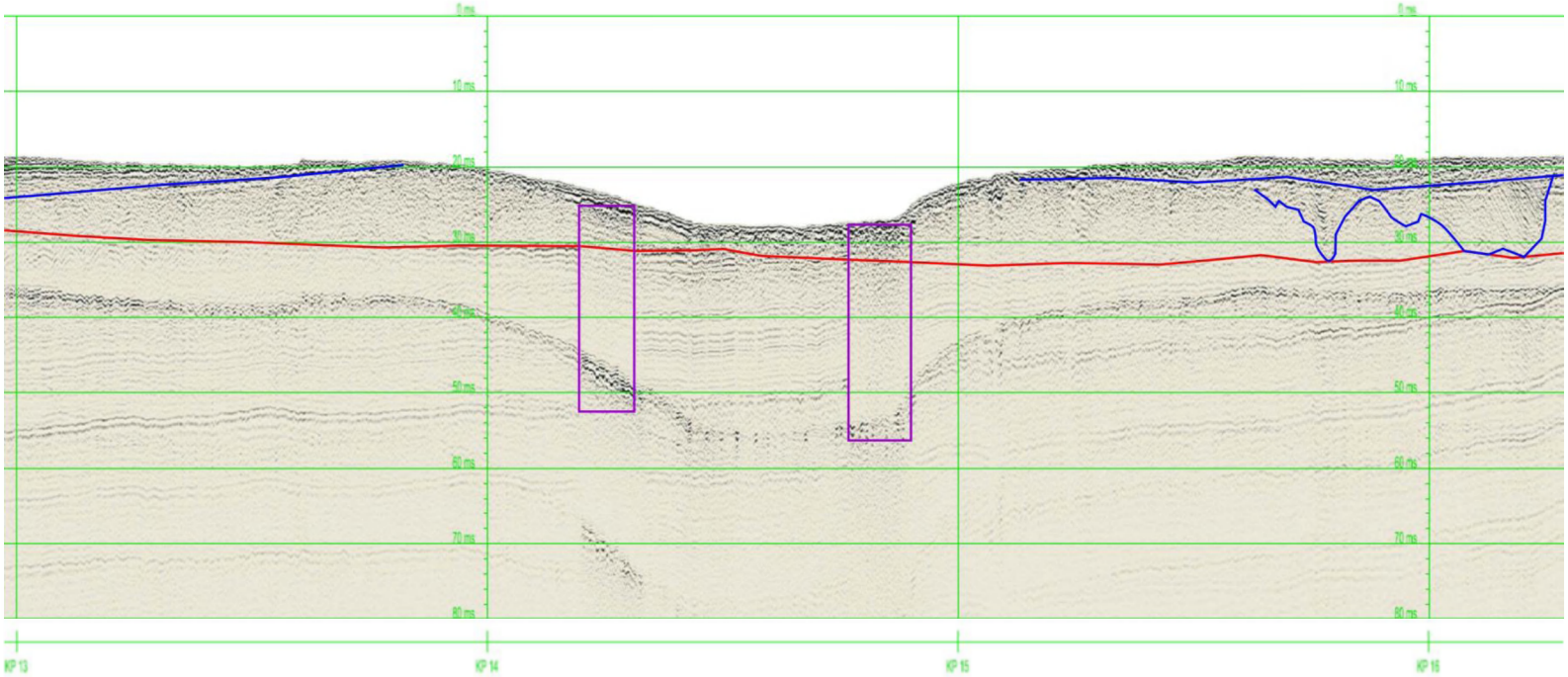
Aan weerszijden van Het Scheur is het Quartair dek minstens 8 m dik, in Het Scheur toe wordt dit minder dan 3 m (Figuur 5-10). Ook nabij Het Scheur komen zones voor waar de seismische signatuur verstoord wordt, vermoedelijk door de aanwezigheid van biogeen gas in lokaal slibrijke sedimenten.

Ter hoogte van de Beta locatie en de Westpit route is het Quartair dek zeer dun. Tot minder dan 2 m dik ter hoogte van Beta en maximaal 7 m ter hoogte van Westpit (Figuur 5-11).

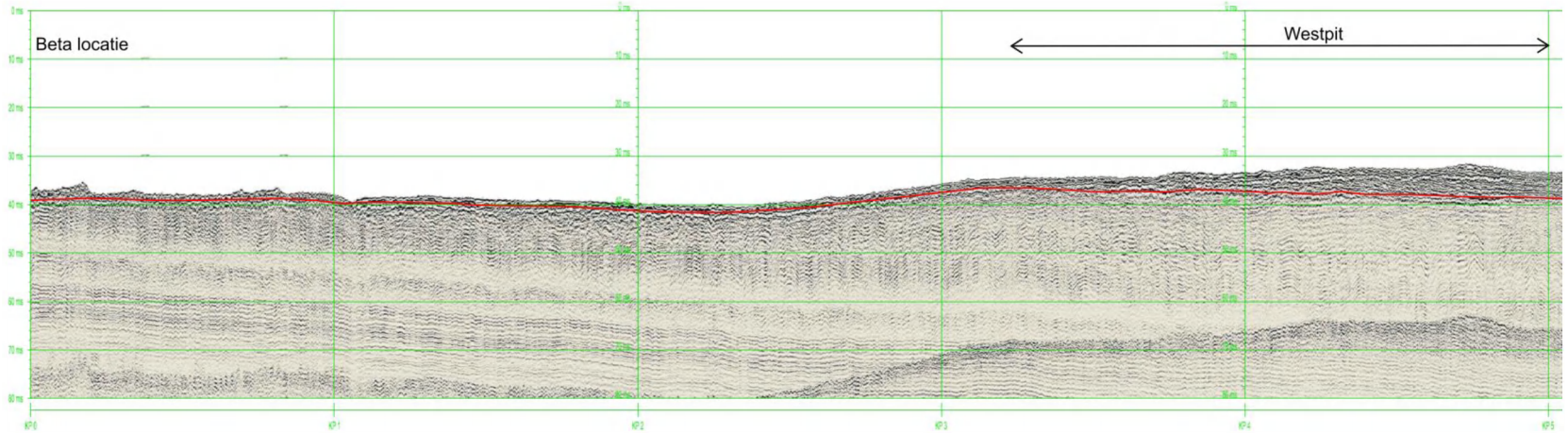
Tussen de Alpha en Beta locatie en van Alpha naar de splitsing met de Beta kabels, doorkruist het kabeltraject de Thorntonbank (Figuur 5-12). Daar bereikt het Quartair dek diktes tot 20 m. Aan de basis van de bank komen Pleistocene sedimenten voor die aan de noordwestelijke flank dagzomen aan de zeebodem (Mathys, 2009).



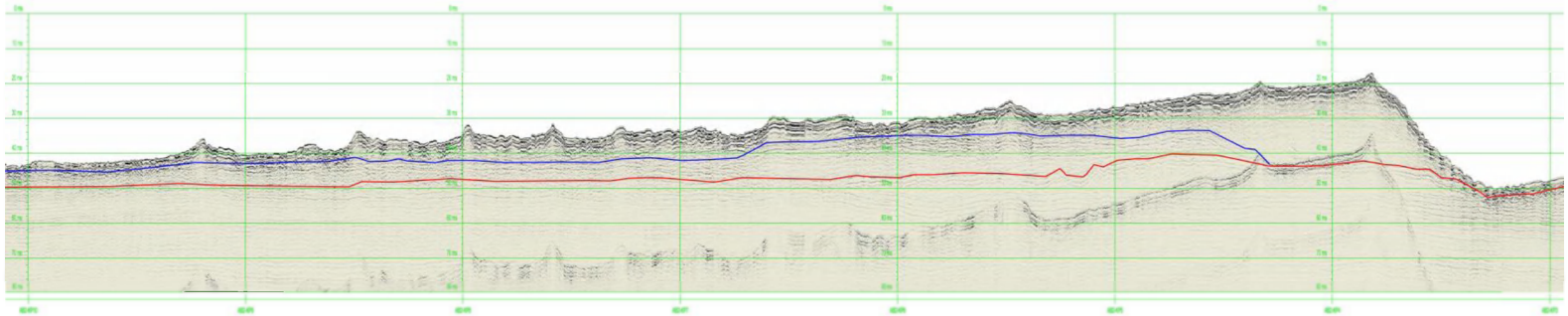
Figuur 5-9: Seismisch profiel in Kabeltrajectzone Scheur-Kust (diepte in ms TWT, horizontale afstand km). Rood: basis Quartair, blauw: interne Quartaire reflectoren, paars: gashoudende zone.



Figuur 5-10: Seismisch profiel ter hoogte van Het Scheur (diepte in ms TWT, horizontale afstand km). Rood: basis Quartair, blauw: interne Quartaire reflectoren, paars: gashoudende zone.



Figuur 5-11: Seismisch profiel ter hoogte van Beta locatie en de Westpit route (diepte in ms TWT, horizontale afstand km). Rood: basis Quartair.



Figuur 5-12: Seismisch profiel tussen Alpha en Beta locatie (diepte in ms TWT, horizontale afstand km). Rood: basis Quartair, blauw: interne Quartaire reflectoren.

5.1.2.3 Morfologie

5.1.2.3.1 Algemeen

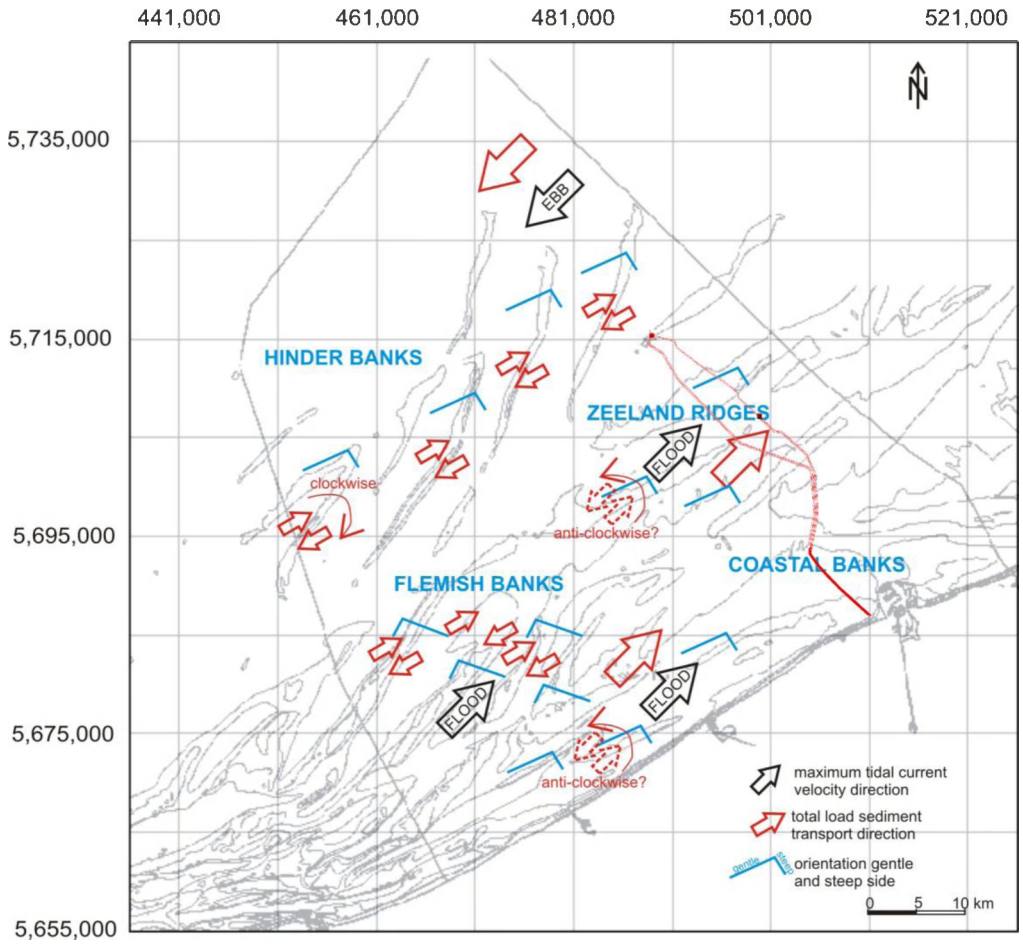
De bodemtopografie van het BDNZ bestaat uit een complex van zandbanken en geulen, waarbij de geulen een maximale diepte van 30 tot 40 m onder LAT bereiken. De zandbanken op het BDNZ worden traditioneel ingedeeld in de Hinderbanken, de Vlaamse Banken, de Kustbanken en de Zeeland banken.

Het projectgebied Alpha ligt op de Lodewijkbank, een Zeelandbank. De Zeelandbanken zijn grofweg ZW-NO georiënteerd. Ze bestaan van noord naar zuid uit de Lodewijkbank, de Thorntonbank, de Gootebank en de Akkaertbank. Deze banken maken deel uit van een groep die zich ook op het Nederlands grondgebied bevindt.

Het kabeltraject van Alpha naar de kust loopt over de Thorntonbank, de rand van de Gootebank en de Akkaertbank, alle drie behorend tot de Zeelandbanken, de Vlakte van de Raan, de Wandelaar en de Wenduinebank behorend tot de Kustbanken. Het kabeltraject van Beta naar de kust loopt over een uitloper van de Akkaertbank, waarna het tracé parallel loopt met het traject van Alpha naar de kust. Het kabeltraject tussen Alpha en Beta loopt over de Thorntonbank.

De zandbanken zijn getijdenbanken die voortvloeien uit de interactie van zand en ZW-NO georiënteerde getijdenstromingen. Hun vorming vereist grote hoeveelheden zand en een gemiddelde springtij stroomsnelheid van meer dan 90 cm/s aan het wateroppervlak, of ongeveer 55 cm/s aan de bodem in 30 m waterdiepte (Belderson, 1986). Als hieraan niet voldaan wordt worden geen getijdenbanken gevormd, en zijn de dominante bodemstructuren eerder zandduinen.

Een fundamenteel proces voor het bestaan van zandbanken is de aanwezigheid van aparte eb- en vloedgeulen aan weerzijden van de bank. Dit veroorzaakt een circulaire zandbeweging over en rond de bank die de stabiliteit van de bank in stand houdt. Normaal gezien is er een asymmetrie in de stroomsterkte aan weerszijde van de banken. Dit is doordat de zandbanken een kleine hoek maken met het getij, waardoor één zijde van de bank meer blootstaat aan de vloedstroom, terwijl de andere meer blootstaat aan de ebstroom (Dyer en Huntley, 1999). De sterkste stroming erodeert meestal één zijde van de bank en onderhoudt op die manier de steilste flank. De Zeelandbanken en de Kustbanken hebben een steile oostelijke flank. De maximale stroomsnelheid langsheen de Zeelandbanken en Kustbanken is gericht in de vloedrichting (NO) (Lanckneus *et al.*, 2001). Dit zou duiden op een circulaire zandbeweging rondom de banken in tegenwijzerzin, dit in tegenstelling tot de rest van het BDNZ.



Figuur 5-13: Schematische visualisatie van de richtingen van de maximale getijstroomsnelheid (zwarte pijlen) en het totale sedimenttransport (rode pijlen) (uit Mathys 2009, data uit Lanckneus et al. 2001).

De Kustbanken en een deel van de Vlaamse Banken vertonen een grote globale stabiliteit over tientallen of zelfs honderden jaren, ondanks de zeer dynamische omgeving (Van Cauwenberghe 1971; Ceuleneer en Lauwaert, 1987; Van Lancker *et al.* 2009). Ook de Zeelandbanken en de Hinderbanken worden als stabiel beschouwd (Houbolt, 1968, De Moor, 1985). Het optreden, de onderlinge afstand en de morfologie van de zandbanken en tussenliggende geulen als geheel zijn over het algemeen niet drastisch veranderd in de afgelopen 200 jaar.

Een belangrijk fenomeen bovenop zandbanken en in de tussenliggende geulen zijn de zandduinen. Duinen zijn aanzienlijk kleiner dan zandbanken - enkele meters hoog - maar meer dynamisch en zeer prominent aanwezig in het BDNZ. Algemeen komen de hoogste zandgolven voor op het noordelijk uiteinde van de Vlaamse Banken (tot 8 m) en in het noordelijk deel van de Hinderbanken. Velden van hoge structuren komen eveneens voor in het noordelijk deel van de Hinderbanken waar ze in grote mate in de geulen geobserveerd kunnen worden (tot 11 m, Deleu, 2001). Duinen kunnen sterk migreren (vb. tot meer dan 50 m op 1,5 jaar voor duinen op de Westhinder; Deleu *et al.*, 2004), zij het soms in een oscillerende

beweging. Zandduinen zijn loodrecht gericht op de overheersende stromingsrichting, aan weerskanten van de bank zijn ze meestal naar de kam van de bank toe gericht.

De banken van de Zeelandbanken groep zijn langgerekte ruggen tussen 19 km en 34 km lang, die stijgen tot 18 m boven de omringende zeebodem. In dwarsdoorsnede zijn ze meestal asymmetrisch. Zoals gezegd is in de meeste gevallen de oostelijke helling steiler. De Wenduinebank is ongeveer 12 km lang en gemiddeld 8 m hoog.

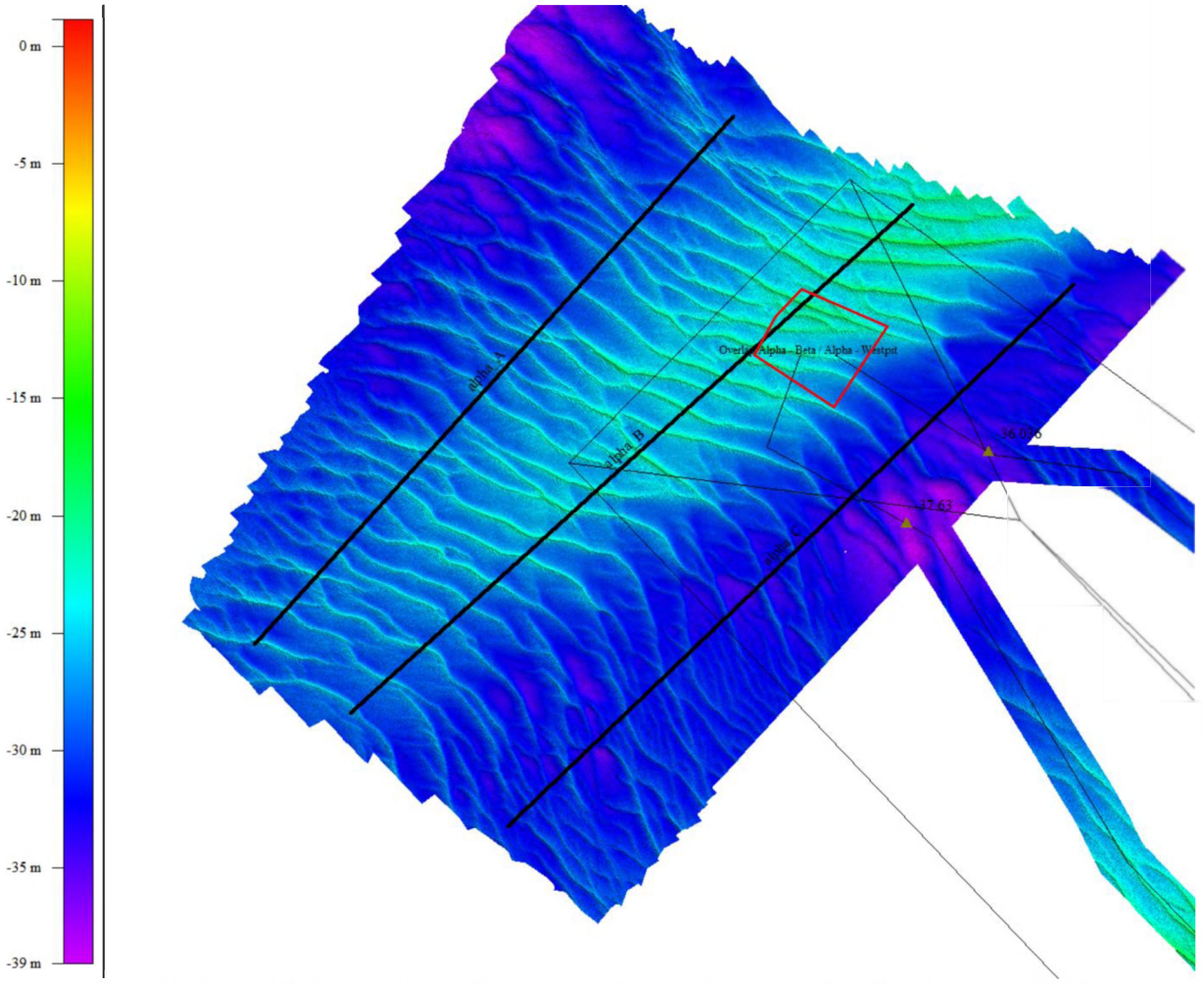
5.1.2.3.2 In het projectgebied Alpha

In het voorjaar van 2013 werd een multibeam meetcampagne uitgevoerd in het projectgebied Alpha en langsheen het toenmalige kabeltraject. Onderstaande Figuur 5-15 tot Figuur 5-17 tonen een aantal verticale profielen doorheen de ruime regio rond het projectgebied.

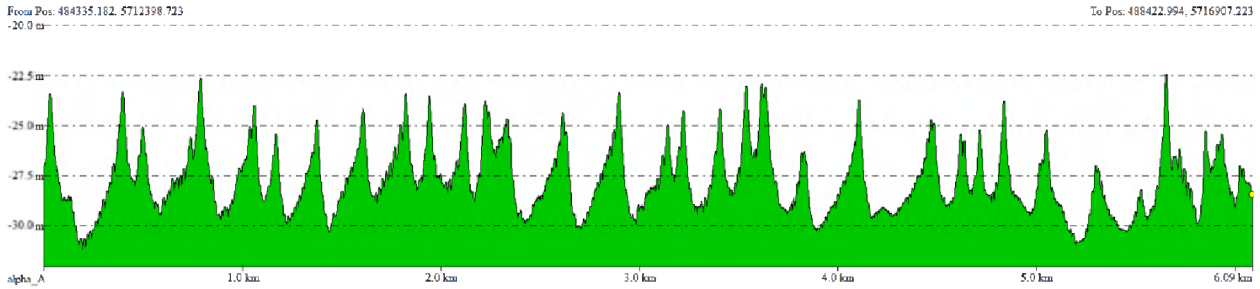
Het zuidelijk deel van de Lodewijkbank wordt gekenmerkt door grote tot heel grote duinen volgens de indeling van Ashley (1990). De kamlijn van de duinen zijn over het algemeen WNW-OZO tot W-O gericht. De afstand tussen opeenvolgende kamlijnen varieert tussen 100 m en 400 m. Duinhoogtes zijn algemeen tot 5 m in het gebied, al zijn lokaal ook hoogtes tot 7 m waargenomen (Figuur 5-16). De heel grote duinen worden bedekt door grote duinen van ca. 1 m hoog. In het dieper gelegen zuidelijkste deel zijn de duinen hoger en hebben een grotere tussenafstand (zie Figuur 5-16).

Langsheen profiel A zijn de zuidelijke duinen overwegend vloedgedomineerd (steile NO flank, 0-4.5 km aanduiding) en evolueren over symmetrische (ter hoogte van aanduiding 4,7 km) naar ebgedomineerde duinen (steile ZW flank, 5-6 km). Een zelfde trend is te zien langsheen profiel B: tot ca. 4 km langsheen het profiel vooral vloedgedomineerde duinen, daarna symmetrische en vanaf ca. 5,5 km ebgedomineerde duinen. In de Zuidwest-Schaar langsheen profiel C zijn de duinen veel lager en overwegend symmetrisch.

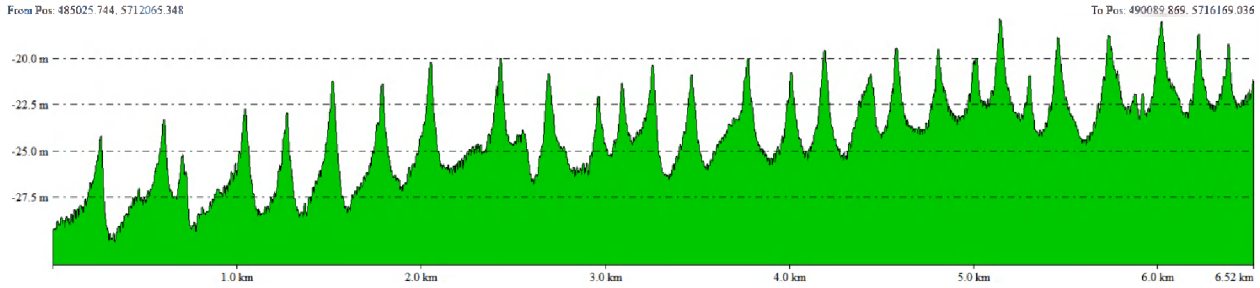
Daar grote tot heel grote duinen zich trager aanpassen aan veranderingen in stromingssterkte geven de grote duinen een goed beeld van de richting van het netto zandtransport over een langere periode (Deleu, 2001).



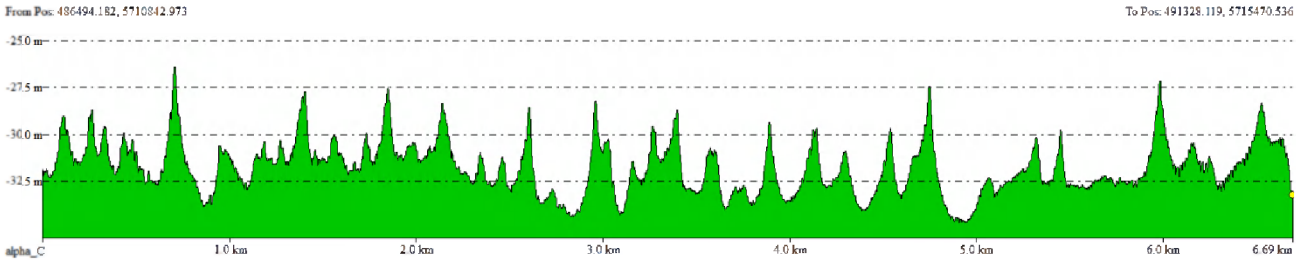
Figuur 5-14: Bathymetrische kaart van de ruime regio rond het projectgebied (rood) op basis van multibeam data (diepte in m LAT), met aanduiding van drie verticale profielen.



Figuur 5-15: Verticaal profiel A (ZW tot NO). Locatie zie Figuur 5-14.



Figuur 5-16: Verticaal profiel B (ZW tot NO). Locatie zie Figuur 5-14.



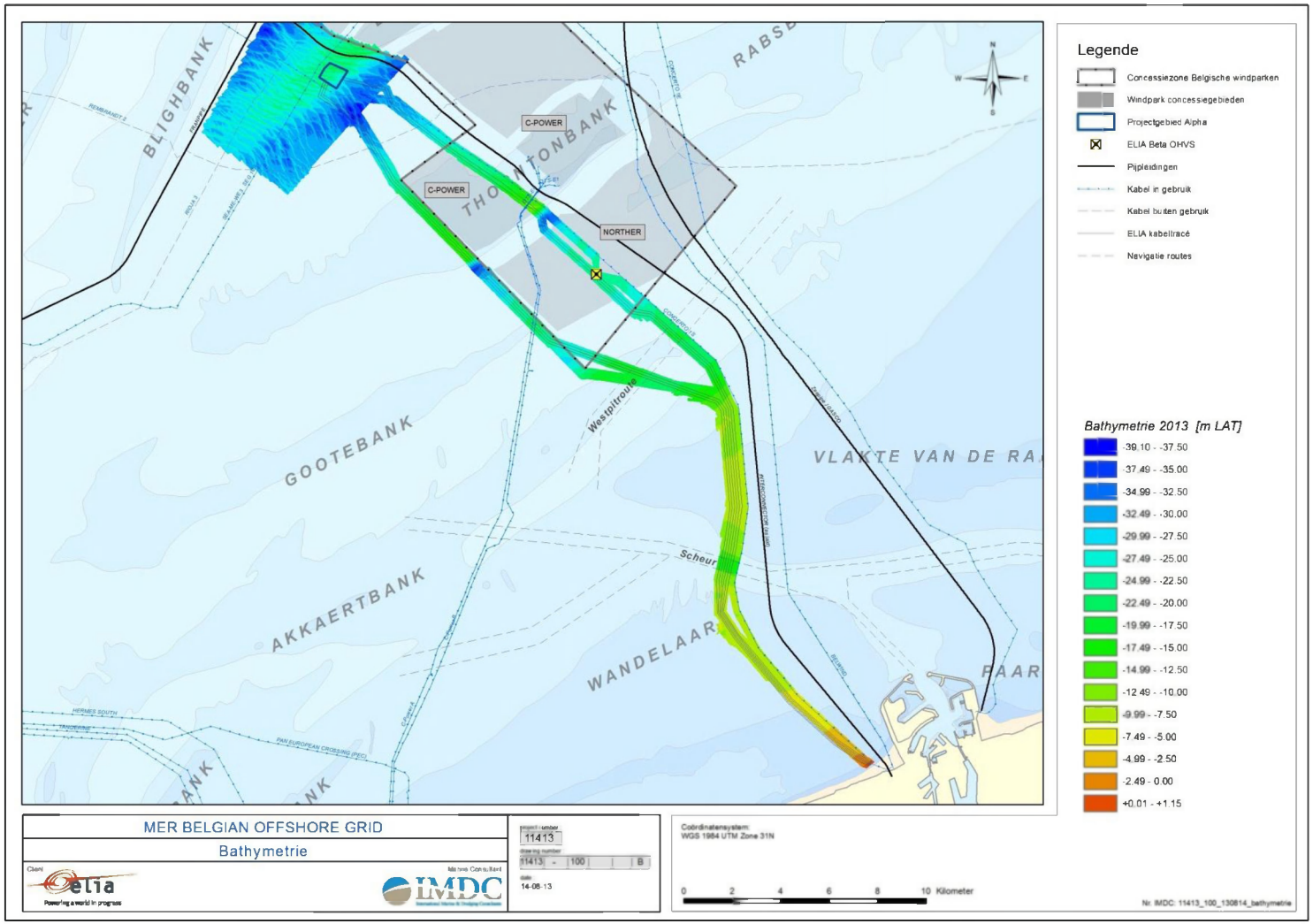
Figuur 5-17: Verticaal profiel C (ZW tot NO). Locatie zie Figuur 5-14.

5.1.2.3.3 Langsheen het kabeltraject

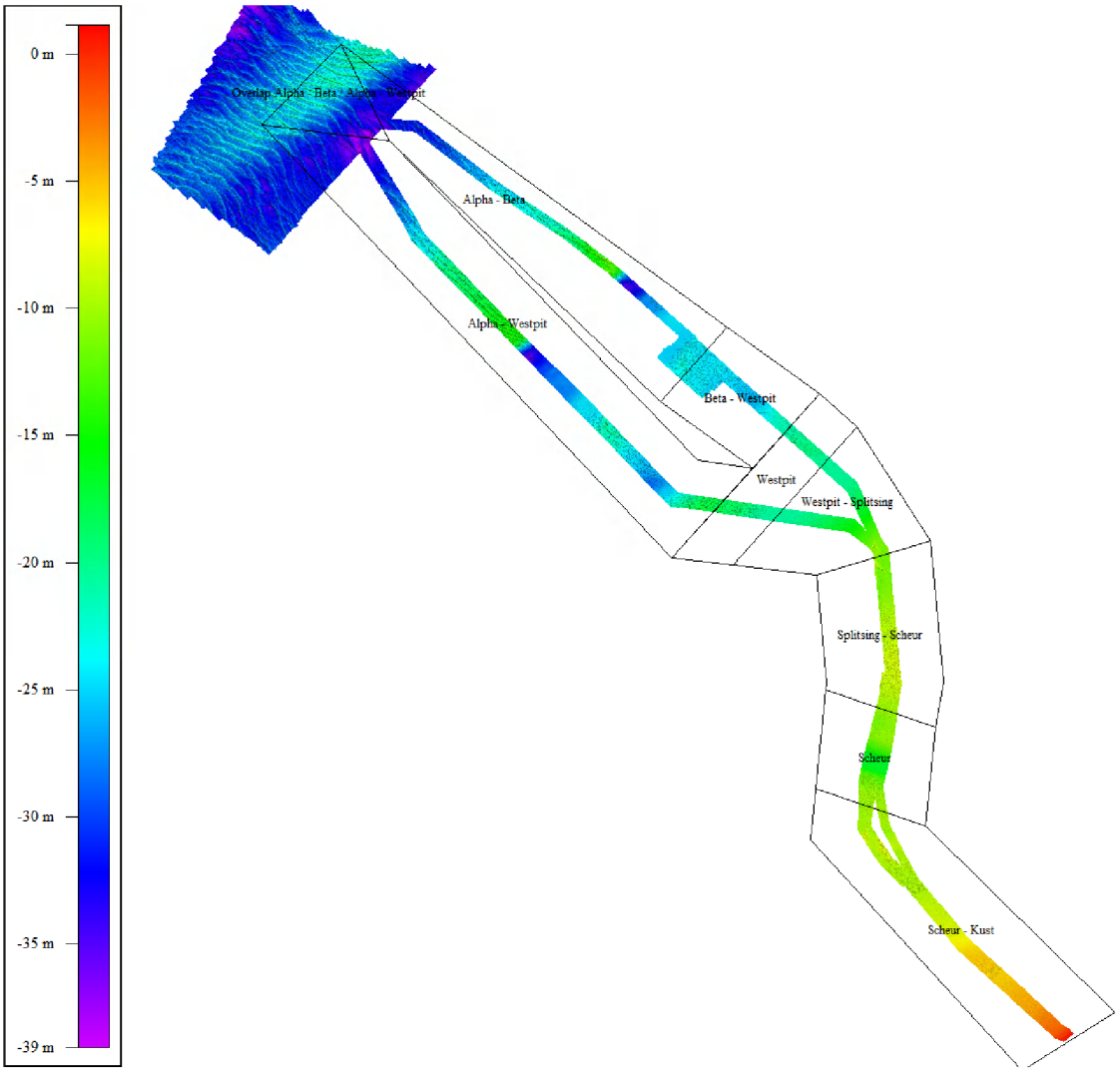
Langsheen het kabeltraject werd in de eerste helft van 2013 een multibeam meetcampagne uitgevoerd voor het bepalen van de bathymetrie langsheen het geplande tracé (Figuur 5-18). Per kabeltrajectzone wordt een verticaal profiel voorgesteld. De indeling is voorgesteld in Figuur 5-19. Merk op dat de verticale en horizontale schaal verschillen per profiel. Classificatie van de duinen is volgens Ashley (1990).

Er komen verschillende duinenzones voor langsheen het kabeltraject:

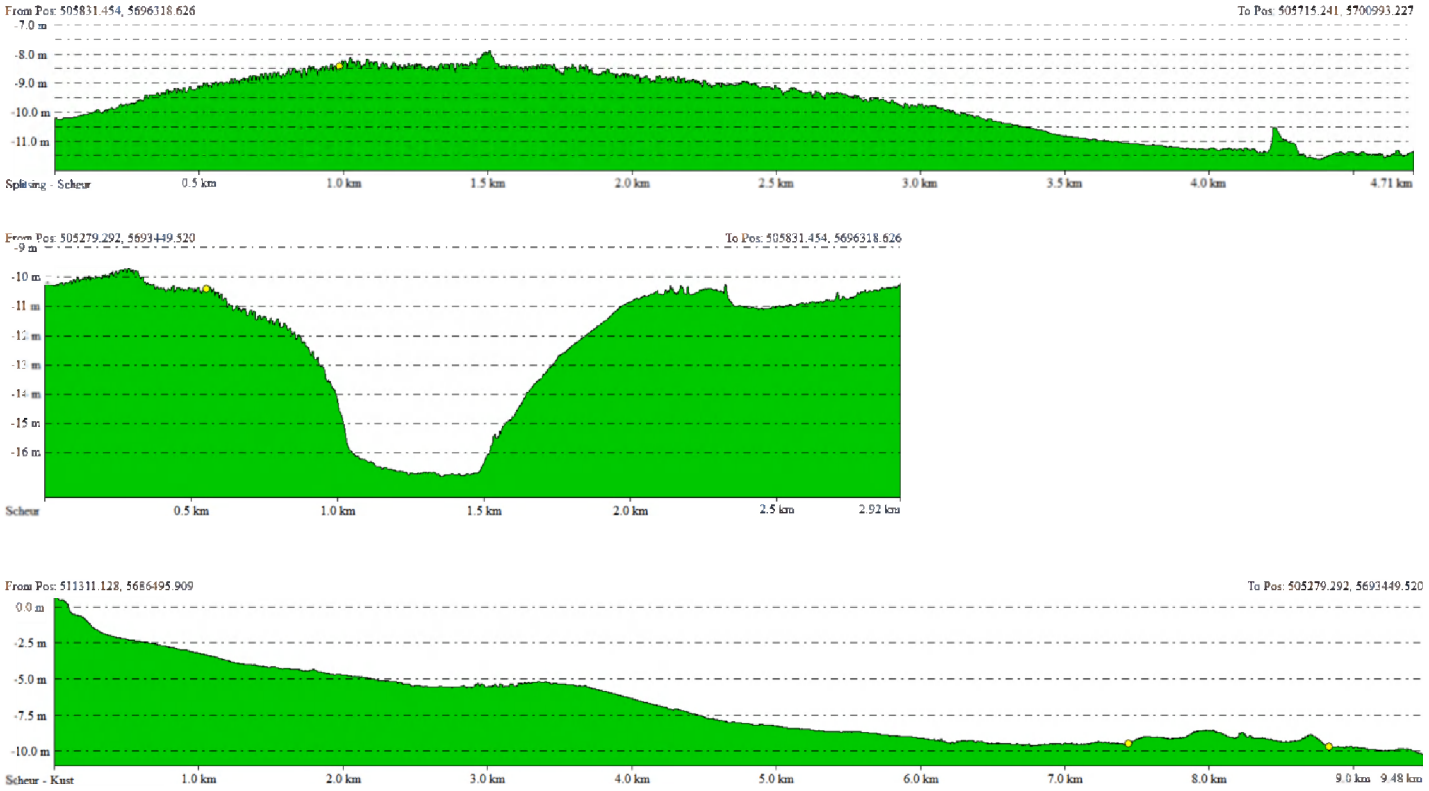
- Ter hoogte van de Wenduinebank in zone Scheur-Kust: kleine duinen van minder dan 0,5 m hoog (Figuur 5-20, onderste profiel)
- Ter hoogte van de Wandelaar in zone Scheur-Kust: afgeronde medium duinen van ca. 1 m hoog
- Op de zuidelijke flank van Het Scheur komen kleine duinen voor met een hoogte van 10-30 cm en tussenafstand van 10 m bovenop medium duinen van ca. 70 cm hoog; op de noordelijke flank komen eveneens kleine duinen voor van ca. 30 cm, maar ze zijn meer geïsoleerd (Figuur 5-20, middelste profiel)
- Op de Vlakte van de Raan in zone Splitsing-Scheur: een veld van kleine duinen van 15 cm hoog; een geïsoleerde medium duin van ca. 50 cm komt voor. Ook aan de noordrand van de Vlakte van de Raan komen geïsoleerde duinstructuren voor van ca. 80 cm hoog en steile ZW flank (Figuur 5-20, bovenste paneel).
- In het diepe gedeelte van zone Westpit-Splitsing komen kleine duinen voor van amper 15 cm hoog (Figuur 5-21, onderste paneel)
- In zone Westpit, in het verlengde van de Akkaertbank komen medium duinen voor tot 40 cm hoog en ca. 40 m golflengte in het kabeltraject richting Beta (Figuur 5-21, derde paneel). In het gedeelte richting Alpha (Figuur 5-22, middelste pannel), bovenop de Akkaertbank, komen kleine duinen van 20-30 cm hoogte bovenop ebgedomineerde medium duinen (steile ZW flank) van 60 cm hoog en een spacing van 300 m.
- Nabij de Beta locatie in zone Beta-Westpit, in het verlengde van de Gootebank bevinden zich kleine duinen van ca. 25 cm hoog bovenop grote duinen van 1 m hoog (Figuur 5-21, tweede paneel).
- Tussen Alpha en Beta (Figuur 5-21, bovenste paneel) en Alpha en Westpit (Figuur 5-22, bovenste paneel) komen langsheen de kabeltrajecten op de Thorntonbank grote duinen voor van meer dan 3 m en 150-400 m spacing
- Waar de Alpha kabels de Gootebank kruisen in zone Alpha-Westpit,komen grote duinen voor tot meer dan 2 m hoog.



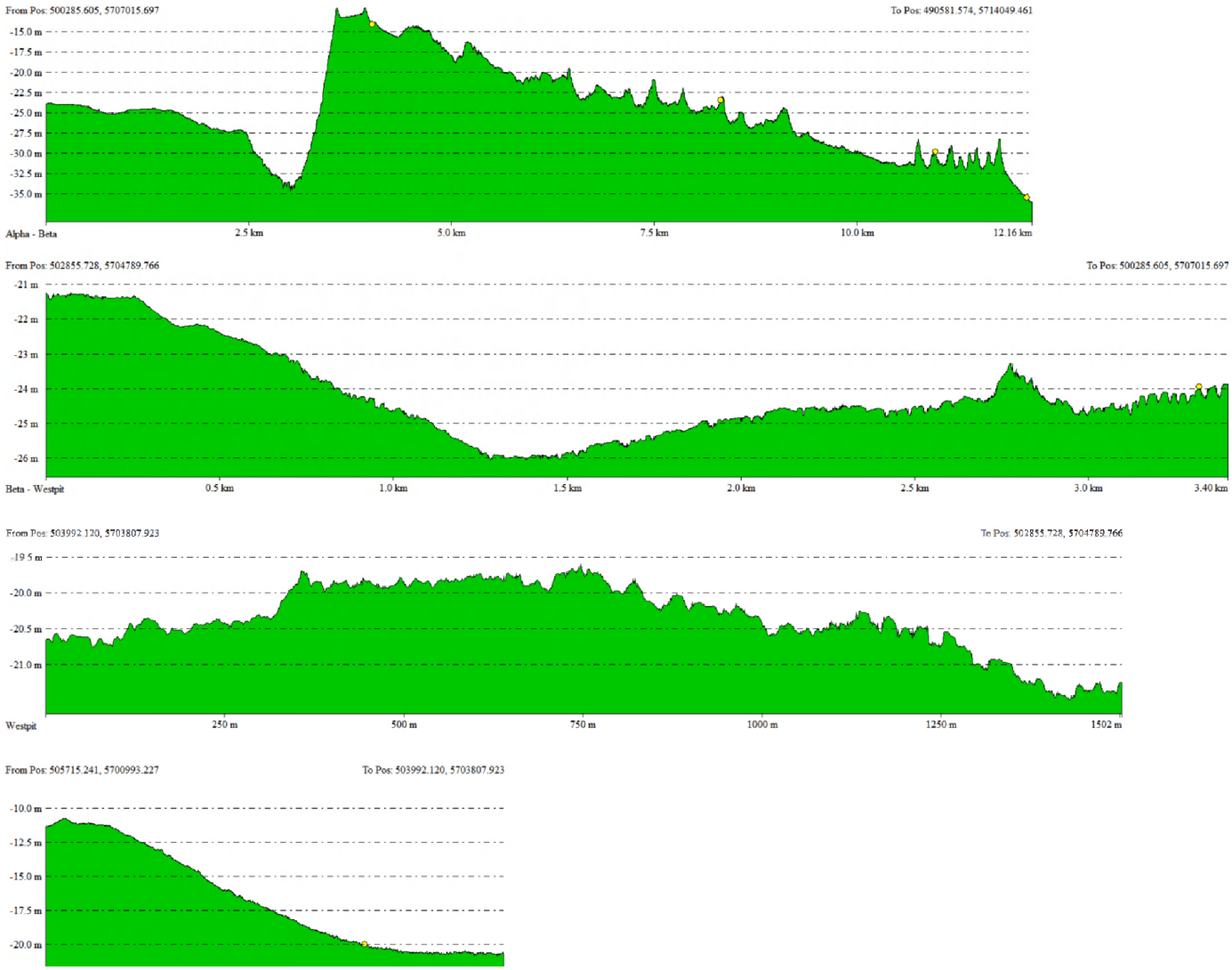
Figuur 5-18: Bathymetrie op basis van multibeam data opgenomen in kader van BOG in de eerste helft van 2013 (zie Bijlage B voor A3-kaart).



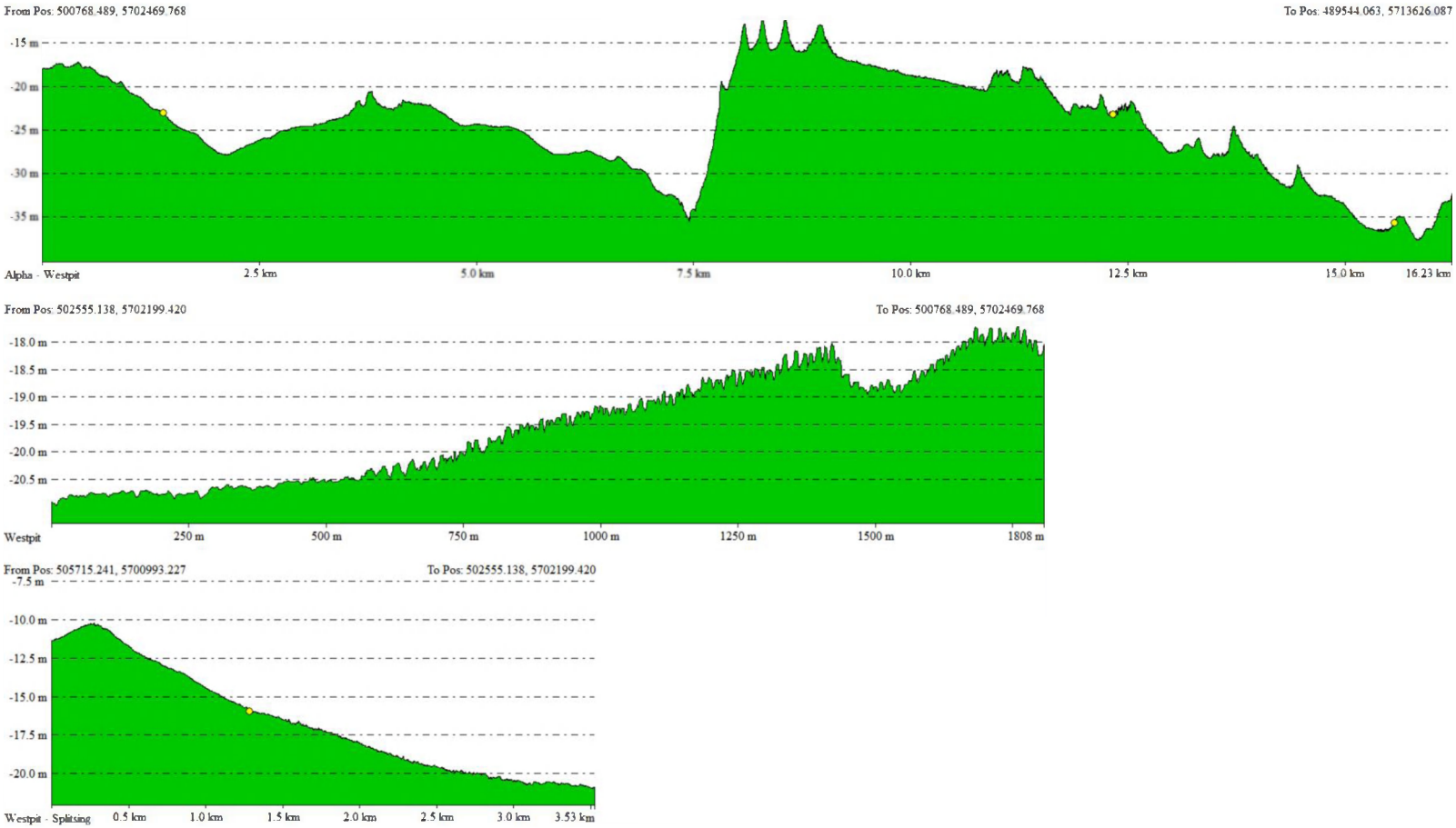
Figuur 5-19: Bathymetrie op basis van multibeam data opgenomen in kader van BOG voorjaar 2013, met aanduiding van de kabeltrajectzones waarvan telkens een langsprofiel wordt voorgesteld.



Figuur 5-20: Verticale profielen doorheen kabeltrajectzones Kust tot Splitsing (oriëntatie kust->offshore).



Figuur 5-21: Verticale profielen doorheen kabeltrajectzones Splitsing tot Beta en Beta-Alpha (oriëntatie kust->offshore).



Figuur 5-22: Verticale profielen doorheen kabeltrajectzones Splitsing tot Alpha (oriëntatie kust > offshore).

5.1.2.4 Sedimentkarakteristieken

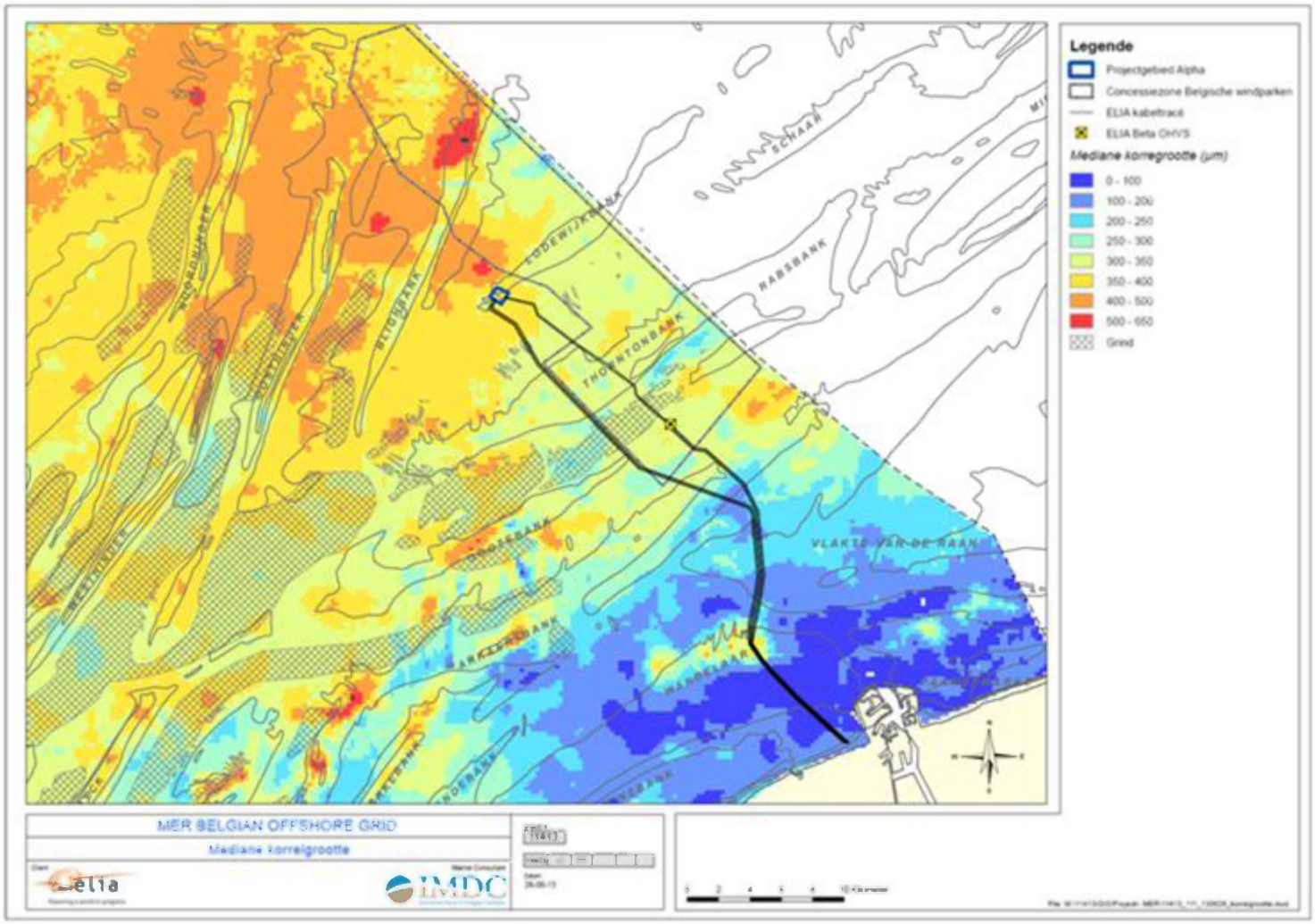
5.1.2.4.1 Granulometrie – korrelgrootteverdeling

Algemeen

Figuur 5-23 toont de korrelgrootteverdeling in het Alpha projectgebied en langsheen het kabeltraject. Volgens de kaart komen aan het zeebodemoppervlak in het projectgebied Alpha vooral gemiddeld zand met mediane diameter 300-350 µm en 350-400 µm voor. In het projectgebied werd er geen grind waargenomen aan het zeebodemoppervlak (Van Lancker *et al.*, 2007). Volgens de centrale boring reeds uitgevoerd in het gebied, bestaat het sediment aan het oppervlak uit bruin gemiddeld schelphoudend zand met organisch materiaal.

In landwaartse richting doorkruist het kabeltraject in de Zuidwest-Schaar, tussen Lodewijkbank en Thorntonbank een zone met gemiddeld zand van 350-400 µm. Naar de Thorntonbank toe en bovenop de bank zelf wordt dit fijner zand met mediane korrelgrootte 300-350 µm. Er komt ook in beperkte zones grind voor in de Zuidwest-Schaar. Tussen de Thorntonbank en de Gootebank doorkruist het kabeltraject zones met fijner materiaal van 250-300 µm, maar ook grote zones met grind. Verder naar de kust toe wordt de mediane korrelgrootte aan het zeebodemoppervlak steeds fijner. Op de Vlakte van de Raan komt fijn zand van 200-250 µm en 100-200 µm voor. Enkel in de zone van de Wandelaar wordt opnieuw grover zand van 300-400 µm teruggevonden. Tussen Wandelaar en kust komt het fijnste materiaal voor, kleiner dan 100 µm (silt).

Op basis van vibrocore staalnames, recent genomen langsheen het kabeltraject, kan een preliminaire inschatting gemaakt worden van de bodemsamenstelling in de bovenste 3 m (in enkele gevallen 5 m). Aan weerszijden van Het Scheur werden bovendien 2 diepe boringen tot 20 m uitgevoerd, waar de kabels dieper komen te liggen.



Figuur 5-23: Korrelgrootteverdeling en voorkomen van grind op het BDNZ in het projectgebied en langsheen het kabeltraject (naar Verfaillie et al., 2006 en Van Lancker et al., 2007).

Alpha-Beta

Nabij Alpha bestaat de zeebodem uit bruin medium zand met schelpfragmenten bovenop blauw-grijs zeer siltig fijn zand (tot 5 m diepte, vermoedelijk Tertiair, mogelijk Formatie van Maldegem, Lid van Wemmel).

Tussen Alpha en de Thorntonbank, in de Zuidwest-Schaar, bevindt zich aan het oppervlak bruin schelphoudend medium zand (Quartair) bovenop zeer donker groen-grijs kleiig fijn zand (mogelijk Tertiair). Meer naar de Thorntonbank toe wordt dit grijs-bruin medium zand (0-2 m) bovenop zeer stijve donkergroen-zwarte klei (Tertiair, mogelijk Formatie van Maldegem, Lid van Ursel).

Op de NO flank van de Thorntonbank bestaat de ondergrond bovenaan uit grijs-bruin medium zand met schelpfragmenten (0-2 m). Daaronder komt donkergrijs kleiig tot siltig fijn zand voor met schelpfragmenten, kleilenzen en occasioneel grind, waaronder zich stijve groenzwarte zandige klei bevindt. Vermoedelijk is het bovenste pakket Holoceen, het middelste van Pleistocene ouderdom en het onderste Tertiair.

Hoger op de Thorntonbank bestaat de ondergrond uit minstens 5 m grijs-bruin medium tot fijn zand met schelpfragmenten.

Nabij Beta werd aan de zeebodem bruin medium zand met schelpfragmenten en occasioneel grind aangetroffen (maximum 1 m) bovenop stevige groen-grijze Tertiaire klei (Formatie van Maldegem, Lid van Ursel).

Alpha-Westpit

Nabij Alpha bestaat de zeebodem uit bruin medium zand met schelpfragmenten bovenop blauw-grijs fijn tot medium zand (tot 5 m diepte).

Tussen Alpha en de Thorntonbank, in de Zuidwest-Schaar, bevindt zich aan het oppervlak bruin sterk schelphoudend medium zand (Quartair) bovenop zeer donker groen-grijs fijn zand (mogelijk Tertiair).

Op de NO flank van de Thorntonbank bestaat de ondergrond bovenaan uit bruin tot grijs medium tot grof zand met schelpfragmenten (0-2 m) en grind aan de basis. Daaronder komt zeer donkergrijs tot groen-zwart fijner zand voor met schelpfragmenten. Vermoedelijk is het bovenste pakket Holoceen en het onderste van Pleistocene ouderdom.

Op de ZO flank van de Thorntonbank bestaat de zeebodem uit minstens 3 m grijs-bruin tot olijfbruin fijn tot medium zand met schelpfragmenten.

In de geul tussen de Thorntonbank en de Gootebank bevindt zich aan het oppervlak een dunne laag bruin grindhoudend fijn tot medium zand met schelpfragmenten, schelpen en medium tot grof grind. Daaronder bevindt zich zeer donker groen-grijs kleiig fijn zand (Tertiair). Meer richting Gootebank bevindt zich onder de Quartaire grindlaag zeer harde donkergroen-grijze zandhoudende klei (Tertiair).

Tussen Gootebank en Akkaertbank komt onder een toplaag van grijs-bruin zand met schelpfragmenten harde donkergrijze klei voor (Tertiair).

Op de Akkaertbank bestaat de ondergrond uit groen-grijs medium zand met schelpfragmenten aan de top.

Beta-Westpit

Tussen Beta en Westpit werd aan de zeebodem een grindlaag teruggevonden met schelpen en schelpfragmenten (40 cm dik) bovenop stijve donkergroen-grijze Tertiaire klei.

Westpit

Aan de zuidelijke rand van de Westpitroute bestaat de ondergrond uit 3 m zandig silt bovenop minstens 2 m dikke harde donkergroene klei. Aan de noordelijke rand is dit minder dan 1 m bruin medium zand met schelpfragmenten bovenop de harde donkergroene Tertiaire klei.

Westpit-Splitsing

Ten noorden van de Vlakte van de Raan, in het dieper gedeelte nabij Westpit, bestaat de bovenste 3 m van de zeebodem uit donkergrijs tot zwart silthoudend fijn zand (0-2 m) bovenop zwarte zachte tot groene klei met zandlenzen en schelpfragmenten. Daaronder kan nog groen-zwart medium zand voorkomen met schelpfragmenten.

Dichter naar de Vlakte van de Raan komt geen klei voor in de bovenste 3 m.

Splitsing-Scheur

Ter hoogte van de Vlakte van de Raan bestaat de bovenste 3 m van de zeebodem uit donkergroen-grijs fijn tot medium zand met occasioneel schelpfragmenten. Bovenaan is het zand vaak silthoudend. In één boring werd tussen 2 en 3 m silt aangetroffen.

Scheur

Ten noorden van Het Scheur (ca. 200 m buiten de opgelegde veiligheidszones) bestaat de ondergrond (van boven naar onder) uit:

- 8,5 m donkergrijs los medium zand, schelphoudend aan de top (Quartair)
- 1,5 m overgangszone tussen zand en klei (Quartair)
- Minstens 11 m grijs-groene klei (Tertiair, vermoedelijk Formatie van Maldegem, Lid van Ursel)

Ten zuiden van Het Scheur (ca. 200 m buiten de opgelegde veiligheidszones) bestaat de ondergrond (van boven naar onder) uit:

- 10 m groen-grijs zeer fijn tot medium zand, grof aan de basis, soms klei- en schelphoudend (Quartair)
- 9 m donker groen-grijze stijve klei, onderaan silthoudend met organisch materiaal (Tertiair, vermoedelijk Formatie van Maldegem, Lid van Ursel)
- 1,5 m groen-grijs kleiig silt (Tertiair, vermoedelijk Formatie van Maldegem, Lid van Asse)
- Minstens 1,5 m donker groen-grijs kleiig zand met schelpfragmenten (Tertiair, vermoedelijk Formatie van Maldegem, Lid van Asse of Wemmel)

Scheur-Kust

Ter hoogte van de Wandelaar werd in de bovenste 3 m grijs-bruin tot grijs-groen silthoudend fijn tot medium zand aangetroffen. De bovenste meter bevat dikwijls silthoudende klei lenzen, schelpfragmenten en organisch materiaal. Schelpenbanken komt occasioneel voor.

Ten zuiden van de Wandelaar werd onder een bovenste zandlaag (1-2 m dik) groen-grijze tot zwarte silthoudende klei aangetroffen, bovenop kleihoudend fijn zand tot silt. Ook afwisselingen van zand en kleilagen komen voor. De toplaag bestaat dikwijls uit zeer zacht zwart slib (silt).

Enkele kustnabije boringen ter hoogte van de Wenduinebank bestaan eerder uit fijn tot medium zand met bovenop zacht zwart slib. Schelpenbanken komen voor. Dichtbij de kust komen houtfragmenten voor.

5.1.2.4.2 Chemische samenstelling van de bodem

Op basis van de data uit de BMDC databank als steekproef stelt men vast dat, voor alle opgenomen waarden voor open zee op het BDNZ, voor metalen meestal maximale waarden worden vastgesteld tussen streefwaarde en grenswaarde en voor TBT maximale waarden hoger dan de grenswaarde. TBT of Tributyltin is een stof die sinds het begin van de jaren 1970 soms in verf zat die gebruikt werd om de aangroei van algen en zeepokken op de scheepsrompen tegen te gaan. Sinds 2003 is het gebruik ervan op schepen verboden.

Zowel in open zee als in de buurt van havens liggen de meeste waarden, zowel voor zware metalen als voor TBT, onder de streefwaarden. Voor meer informatie per parameter wordt verwezen naar het MER van het windmolenpark van Northwind (Ecolas – Arcadis Belgium, 2008).

5.1.2.5 Stromingskarakteristieken

De hydrodynamica van het BDNZ wordt gedomineerd door getijwerking.

5.1.2.5.1 Waterdieptes

Waterdiepten variëren ter hoogte van de Alpha-eilandlocatie tussen ongeveer -28 m en -17 m onder LAT. Het kabeltraject van Alpha naar de kust loopt over de Thorntonbank, de rand van de Gootebank, de Akkaertbank, de Vlakte van de Raan, de Wandelaar en de Wenduinebank. De waterdieptes langsheen dit kabeltraject variëren tussen -16,8 m LAT in Het Scheur en +0,67 m LAT aan de kust. Het kabeltraject van Beta naar de kust loopt over een uitloper van de Akkaertbank, waarna het tracé parallel loopt met het traject van Alpha naar de kust. De waterdieptes langsheen het kabeltraject tussen Beta en de splitsing variëren tussen -26 m en -10,2 m onder LAT. Het kabeltraject tussen Alpha en Beta loopt over de Thorntonbank. Waterdieptes variëren er tussen -36 m in de Zuidwest-Schaar en -12 m LAT op de Thorntonbank.

5.1.2.5.2 Golfhoogtes

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. Naast wind, wordt de golfhoogte ook bepaald door de onderliggende topografie van het BDNZ. De golfperiode is het verschil in tijd tussen twee opeenvolgende tijdstippen waarop de gemiddelde golfhoogte wordt bereikt.

Analyse van 18 jaar metingen op de Westhinder (1990-2008), toont een ZW en WZW dominante golfrichting. Significante golfhoogtes kleiner dan 1,0 m voor meer dan 50% van de tijd en groter dan 2,0 m voor ongeveer 10% van de tijd, met een gemiddelde van ongeveer 90 cm. De piek golfperiodes liggen tussen 3 en 8 s voor 90% van de tijd, met een gemiddelde van 5,5 s. Over het algemeen liggen wind en golven in dezelfde lijn. Hetzelfde golfklimaat wordt ter hoogte van het projectgebied verwacht (IMDC, 2013b).

Tussen 1977 en 2002 varieerde de maximale significante golfhoogte tussen 5 en 6 m ter hoogte van het meetpunt 'Akkaert Zuid' op de Gootebank (NB 51° 25' 59' OL 02° 48' 09'), wat overeenkomt met stormen met terugkeerperiode tussen 5 en 50 jaar (Meetnet Vlaamse Banken, 2012). Uit analyse van de golfdataset van de Westhinder (1990-2010) kon afgeleid worden dat een storm met retourperiode van 1 jaar een significante golfhoogte heeft van ongeveer 4,35 m (IMDC, 2013b). Een storm met retourperiode van 5 jaar heeft een significante golfhoogte van 6 m ter hoogte van de Blighbank en ongeveer 5,5 m ter hoogte van de Alpha-eiland locatie.

5.1.2.5.3 Stroomsnelheden

Algemeen

Een eerste indicatie over stroomsnelheden kan worden gegeven op basis van de morfologische kenmerken aanwezig in de projectgebieden. Grootschalige bodemstructuren zoals aanwezig in het projectgebied, ontstaan bij typische (bodem) stroomsnelheden tussen 0,5 en 1,5 m/s (Ashley, 1990).

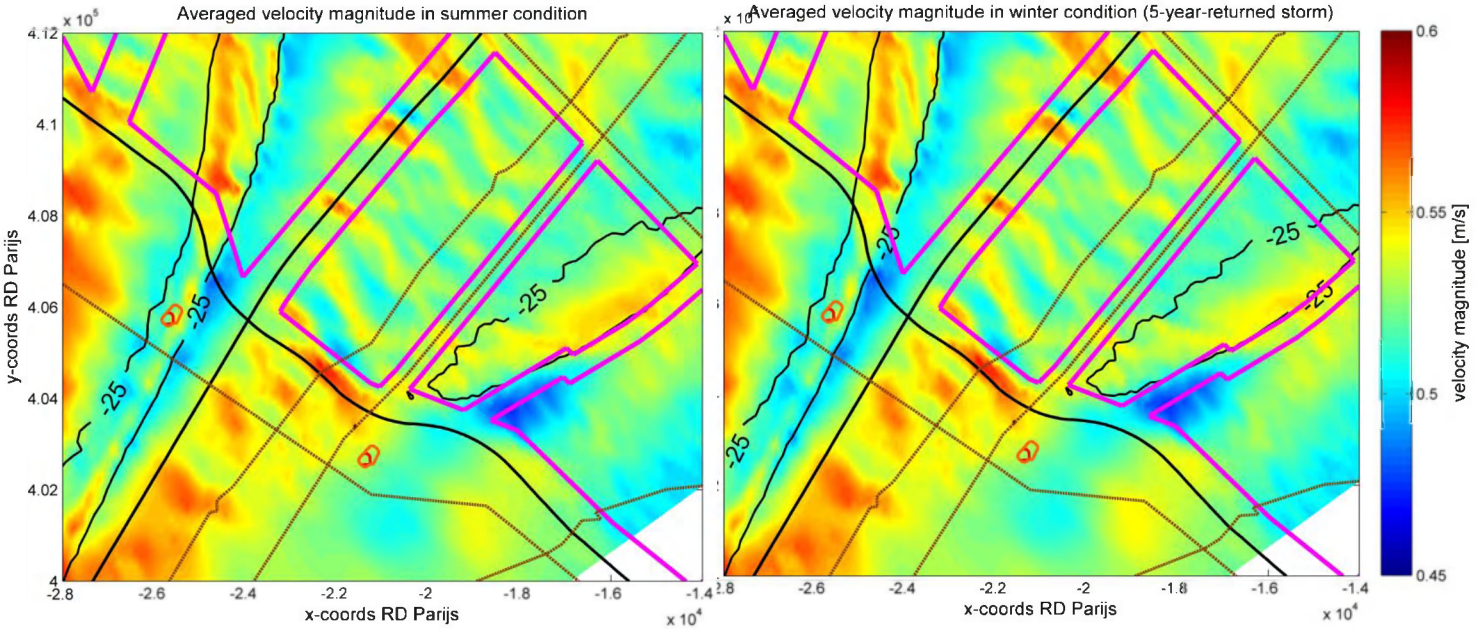
In het projectgebied Alpha

Om een idee te hebben van de natuurlijk locale stroomsnelheden en sedimenttransporten in het projectgebied werd een numerieke modellering uitgevoerd. Details over de opzet van het model worden gegeven in rapport IMDC (2013b), bijgevoegd als externe bijlage bij dit MER. De modelleerstudie had onder andere als doel de natuurlijke situatie te simuleren, dus zonder de aanwezigheid van het eiland. Het model heeft een resolutie van ongeveer 200 m dus processen op schaal van individuele zandduinen konden niet gesimuleerd worden, wel de processen die zich afspelen op het niveau van zandbank-getijdengeul. Simulaties werden onder andere uitgevoerd over een springtij-doodtij periode voor twee situaties: een zomer situatie, waar enkel getijdenstroming een rol speelt zonder meteorologische invloeden, en een winter situatie met meteorologische invloeden wanneer ook wind en golven van belang zijn. Voor de wintersituatie werden twee opties gekozen, een storm met terugkeerperiode van 1 jaar (ZW-WZW wind) en een storm met terugkeerperiode van 5 jaar (NW-NNW wind). Enkel de wintersituatie met 5-jarige storm wordt hier voorgesteld.

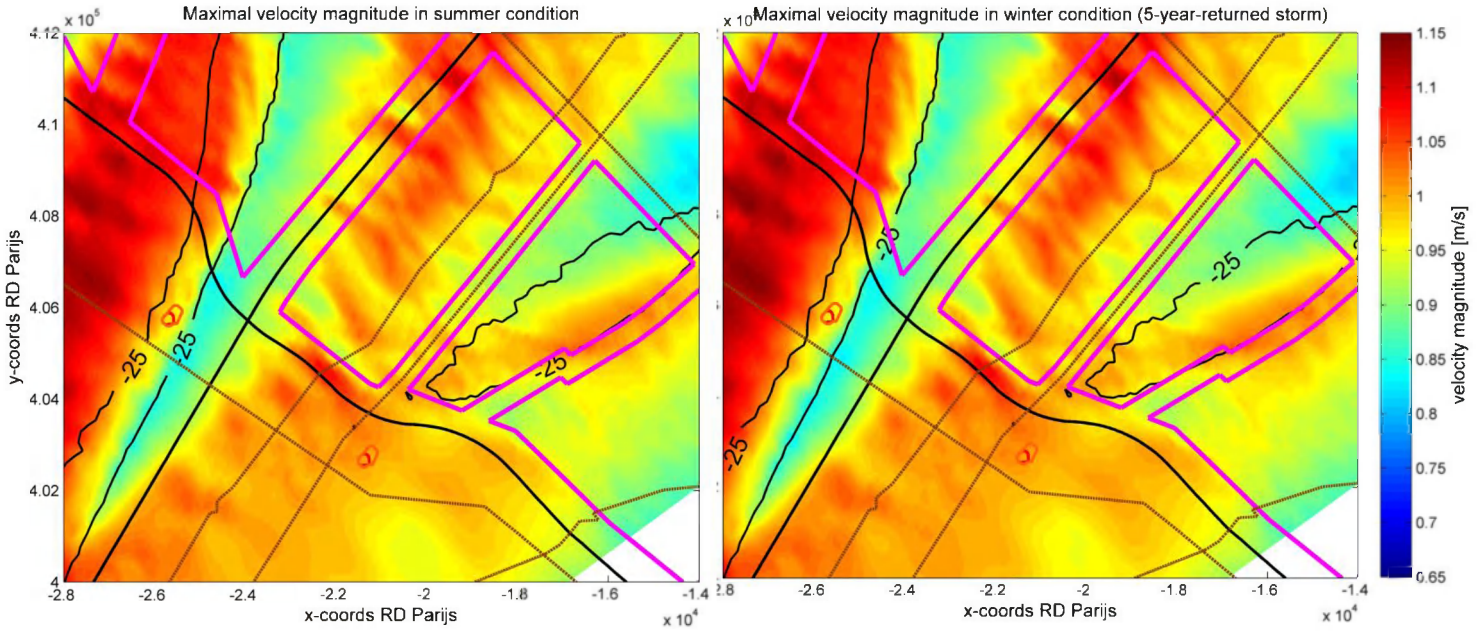
Figuur 5-24 toont de stroomsnelheden gemiddeld over de doodtij-springtij cyclus tijdens zomercondities en wintercondities in de regio rond het projectgebied Alpha. Er zijn weinig verschillen tussen beide situaties, zowel tijdens zomer- als wintercondities is de gemiddelde stroomsnelheid ca. 0,52 - 0,53 m/s over een springtij-doodtij cyclus ter hoogte van het Alpha-eiland op het zuidelijk deel van de Lodewijkbank. De grootste gemiddelde snelheden worden waargenomen op de kam van de Blighbank en ter hoogte van de zandduinenvelden ten NW en ZW van het SeaStar gebied (uitlopers van de Lodewijkbank).

Tijdens zomercondities worden lokaal ter hoogte van het toekomstige eiland maximale stroomsnelheden waargenomen van 1,00 m/s binnen een springtij-doodtij cyclus, tijdens wintercondities is de maximaal waargenomen stroomsnelheid 1,01 m/s.

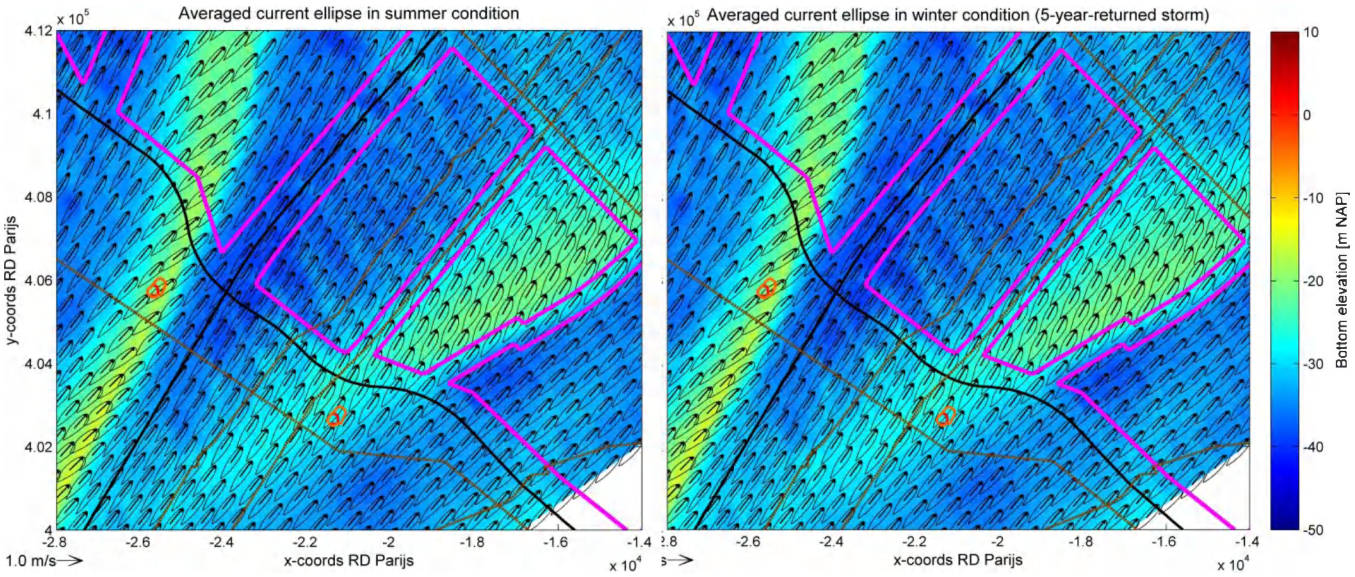
Figuur 5-26 toont de gemiddelde stromingrichtingsellipsen, ook voor deze parameter is er weinig verschil tussen zomer en winter.



Figuur 5-24: Gemiddelde stroomsnelheden over een doodtij-springtij cyclus tijdens zomercondities (links) en wintercondities (rechts).



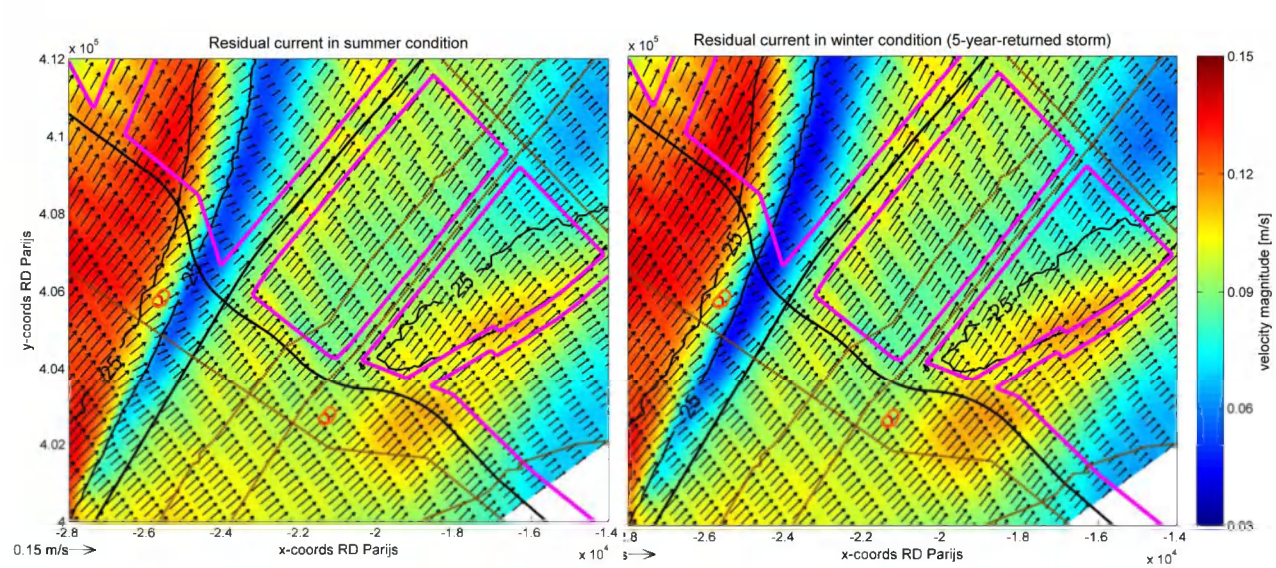
Figuur 5-25: Maximale stroomsnelheden over een doodtij-springtij cyclus tijdens zomercondities (links) en wintercondities (rechts).



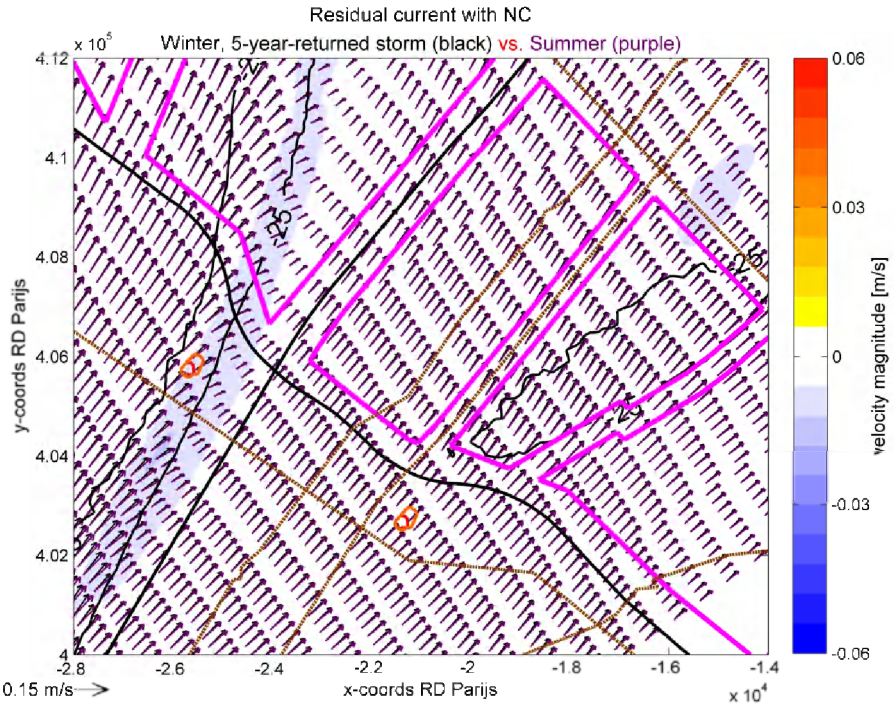
Figuur 5-26: Gemiddelde stroomsnelheidsellipsen tijdens zomercondities (links) en tijdens wintercondities (rechts) (over doodtij-springtijcyclus), bathymetrie als achtergrond.

Figuur 5-27 toont het residueel watertransport over een doodtij-springtij cyclus voor zomer en wintercondities, rekening houdend met de waterdiepte (getijhoogte) op elk moment. Figuur 5-29 toont de verschilkaart tussen zomer en wintercondities voor residueel watertransport.

De schijnbare tegenstelling tussen de richting van het residuele watertransport hier voorgesteld en de door BMM gemodelleerde maximale stromingsrichting in ebrichting op het noordelijk deel van de Lodewijkbank en net ten oosten van de Blighbank (Figuur 5-29) kan verklaard worden door het feit dat het vloedgedeelte van langere duur is en residueel gezien zal het watertransport dan ook in die richting zijn die over de ganse getijcyclus gezien domineert. In de betreffende zones is het residueel watertransport duidelijk kleiner.



Figuur 5-27: Residueel watertransport tijdens zomercondities (links) en tijdens wintercondities (rechts) (over doodtij-springtijcyclus).

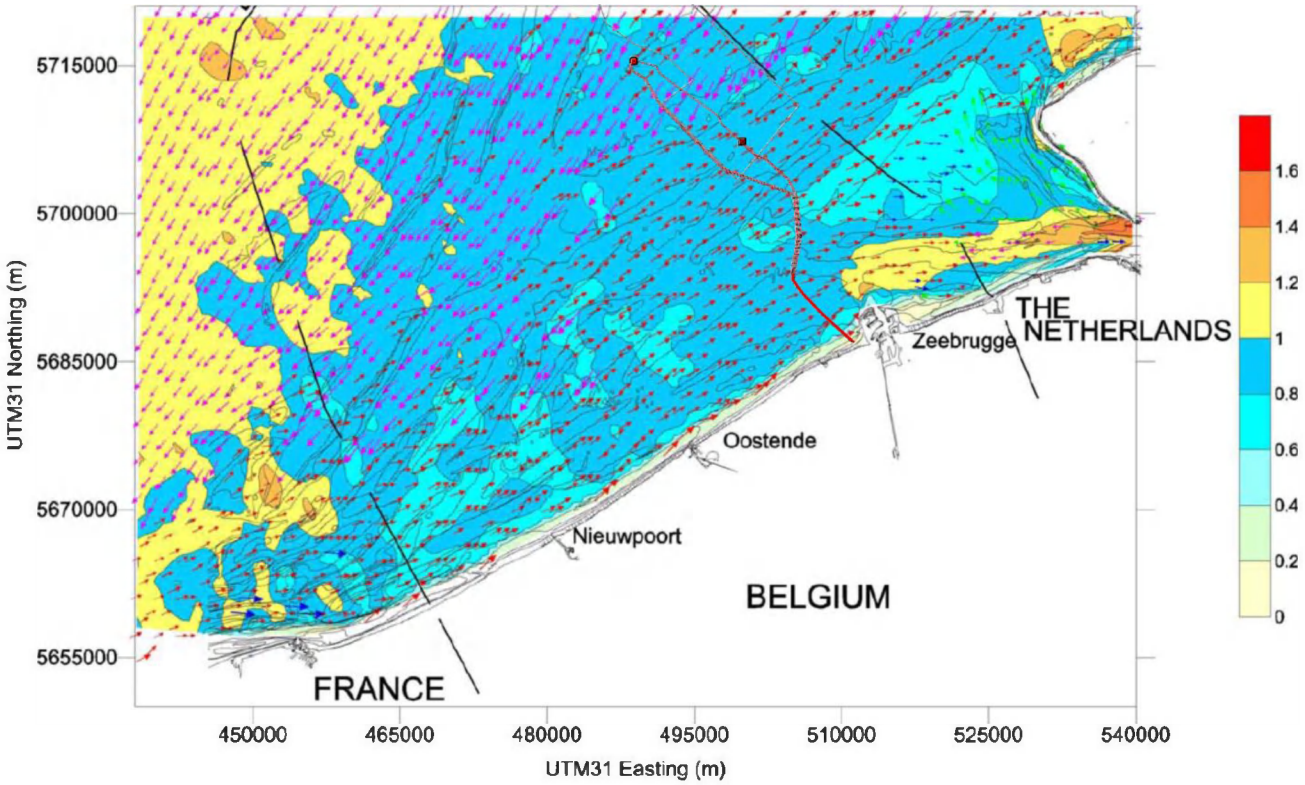


Figuur 5-28: Verschilkaart residueel watertransport tijdens zomercondities (paars) en tijdens wintercondities (zwart) (over doodtij-springtijcyclus).

Langsheen het kabeltraject

Figuur 5-29 toont de gemodelleerde maximale stroomsnelheden over het BDNZ. Langsheen het kabeltraject varieert de maximale stroomsnelheid tussen 0,2 en 1 m/s. De kleinste stroomsnelheden komen voor in de kustnabije zone ten westen van Zeebrugge (0,2-0,4 m/s), iets verder offshore ten westen van Zeebrugge is dit 0,6-0,8 m/s. Langsheen het verdere tracé van het kabeltraject is de maximale stroomsnelheid 0,8-1 m/s, met uitzondering van een kleine zone net ten noorden van de Vlakte van de Raan (0,6-0,8 m/s).

In het kustnabije gedeelte, langs de Vlaamse Banken en de Akkaertbank bereiken de getijdenstroomsnelheden hun maximum tijdens vloed (naar NO), terwijl de maximale stroomsnelheden langs de Hinderbanken voornamelijk in ebrichting gericht zijn (ZW). De Zeelandbanken, met onder andere de Lodewijkbank, de Thorntonbank en de Gootebank, liggen op een overgangszone. Op het noordelijk deel van de Lodewijkbank en de noordelijk flank van de Thorntonbank is de ebstroming dominant. In het zuidelijk deel van de Lodewijkbank, ter hoogte van de eilandlocatie, en de zuidelijk flank van de Thorntonbank is de vloedstroming dominant. Verder naar de kust langsheen het kabeltraject is de vloedstroming dominant.



Figuur 5-29: Maximale stroomsnelheden (m/s) over het BDNZ. Gegevens uit het BMM mu-BCZ model (uit: Lanckneus et al., 2001). De gekleurde vectoren groeperen de stroomrichtingen per kwadrant.

5.1.2.6 Sedimenttransport

5.1.2.6.1 Sedimenttransport in het projectgebied Alpha

In het Alpha projectgebied kunnen de algemene transportrichtingen in eerste instantie begroot worden op basis van de asymmetrie van de zandduinen. De asymmetrie van de grote duinen heeft bewezen een betrouwbare indicator van sedimenttransport te zijn op de lange termijn (Lanckneus *et al.*, 2001).

In de regio rond het projectgebied komen vooral vloedasymmetrische duinen voor met steile NO flank. Enkel aan de noordrand van de bestudeerde multibeam zone komen symmetrische en ebasymmetrische duinen voor. Dit zou wijzen op een sedimenttransport in vloedrichting over het zuidelijk deel van de Lodewijkbank en een sedimenttransportrichting in ebrichting naar het centraal deel van de Lodewijkbank toe.

Daarnaast geeft ook het numeriek zandtransportmodel inlichtingen over de residuele sedimenttransportrichting (Figuur 5-30, IMDC, 2013a). Het meeste transport vindt plaats op de Blighbank en de Lodewijkbank, en de zandduin zone ten NO van het SeaStar gebied, waar ook het maximale residueel watertransport optrad (Figuur 5-27), en is noordoostelijk gericht. Tijdens de gesimuleerde wintercondities (met bijkomend 5-jarig golfklimaat naast getijdenvariatie) wordt het sedimenttransport in die zones versterkt.

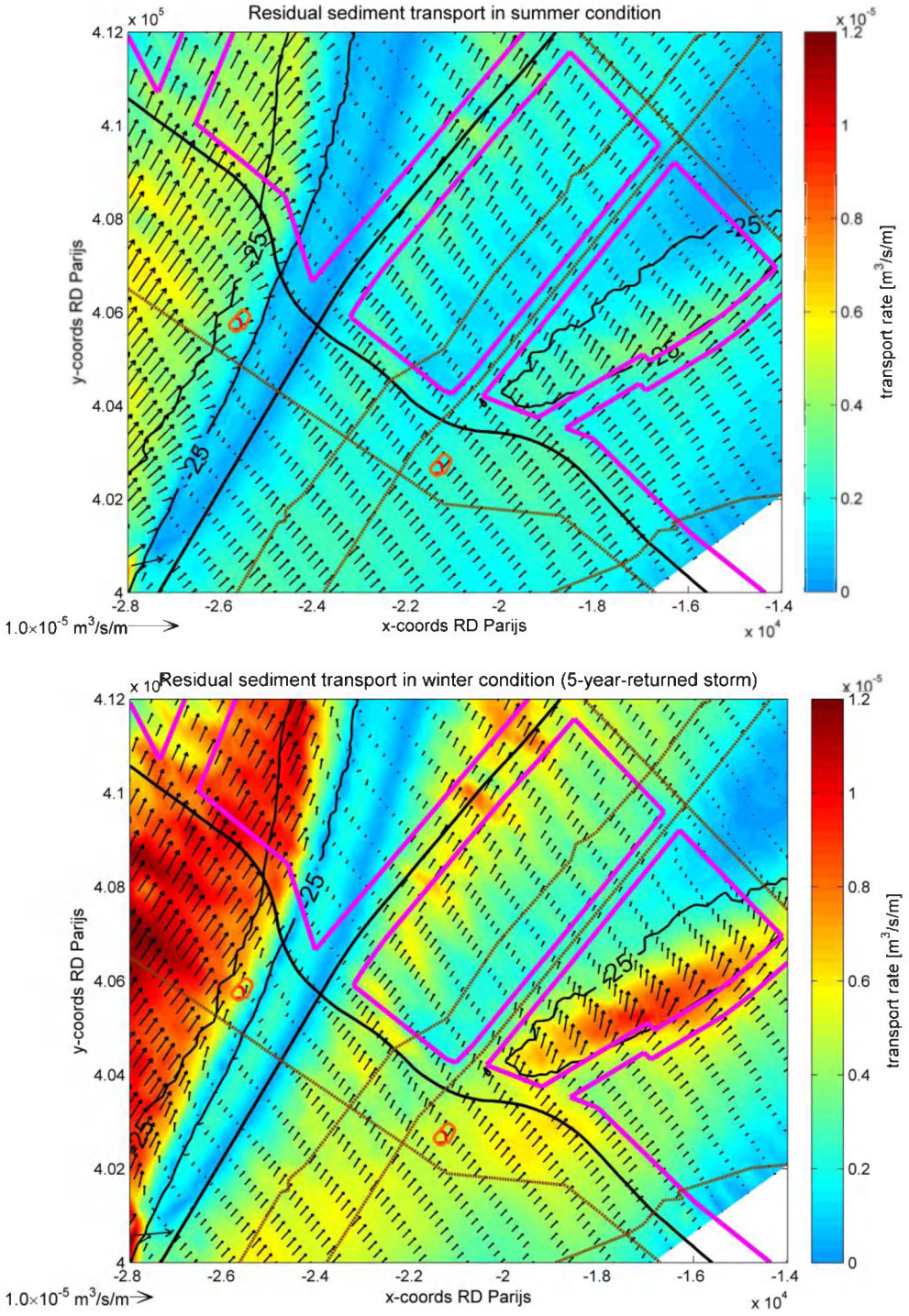
De zones met het grootste residueel sediment transport stemmen ook overeen met de zones met de regionale maximale stroomsnelheid in vloedrichting in Figuur 5-29. De zones waar bijna geen sediment transport plaatsvindt volgens het transportmodel komen overeen met de

zones met regionale maximale stroomsnelheid in ebrichting in Figuur 5-29, nl. het westelijk deel van de geul tussen Blighbank en Lodewijkbank en ten noorden van de Lodewijkbank.

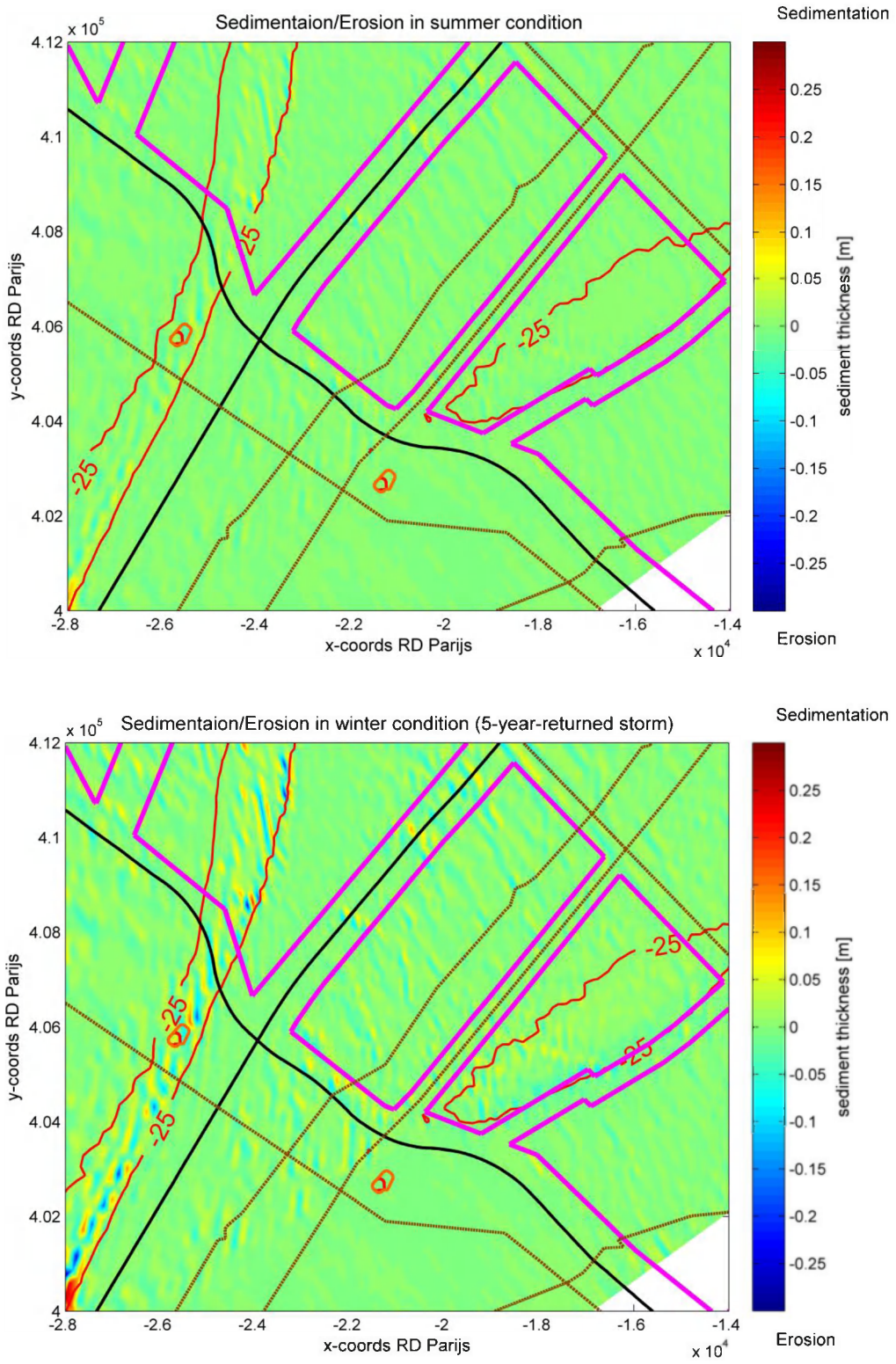
Het residueel sedimenttransport in het projectgebied is echter vrij klein, maximum $0{,}3.10^{-5}$ $m^3/s/m$ bij zomercondities. Tijdens wintercondities (storm) is het maximaal residueel sedimenttransport in het projectgebied $0{,}5.10^{-5}$ $m^3/s/m$.

De oriëntatie van de waargenomen zandduinen in het projectgebied is in overeenstemming met de modelresultaten. Het gebied wordt gekenmerkt door een dominant vloedgerichte residueel sedimenttransport (Figuur 5-30). Dit komt overeen met de waargenomen vloedsymmetrische duinen in dat deel van het gebied. De duinen langsheen de noordelijke rand van de multibeamzone vertonen echter een duidelijke ebasymmetrie die niet direct naar voor komt in de gemodelleerde residuele sedimenttransporten. De richting in het overeenkomstige gebied is niet ebgericht, maar de waardes zijn wel kleiner ter hoogte van het grensgebied tussen SeaStar en Northwind en niet dominant vloedgericht.

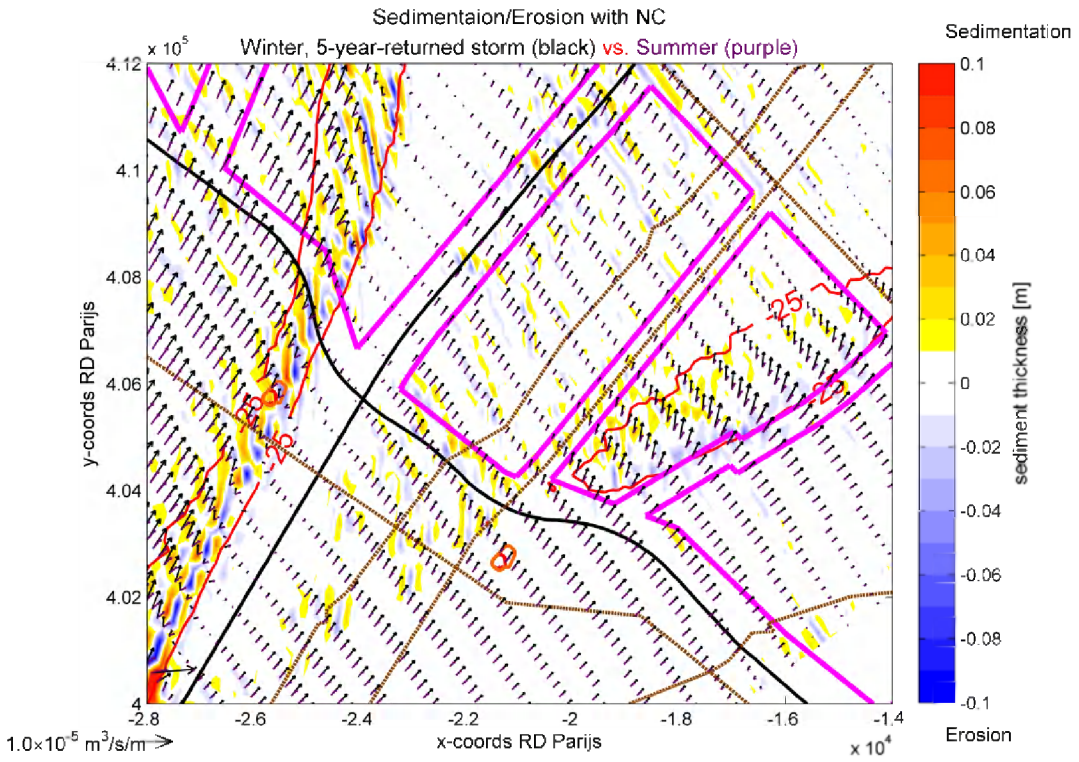
De uiteindelijk zones met erosie en depositie worden gevisualiseerd in Figuur 5-31. Op de top van de Blighbank en de Lodewijkbank en ten noorden en ten zuidwesten van de SeaStar concessiezone is er duidelijk meer erosie en sedimentatie tijdens stormcondities. Het projectgebied Alpha is morfologisch redelijk stabiel. Over een doodtij-springtij cyclus is de verandering in diepte minder dan 0,05 m tijdens wintercondities. Figuur 5-32 toont het verschil tussen de zomer en wintersituatie in natuurlijke condities (zonder eiland).



Figuur 5-30: Residueel sedimenttransport over een doodtij-springtij cyclus voor zomercondities (boven) en wintercondities (onder).



Figuur 5-31: Erosie-sedimentatiepatronen over een doodtij-springtij cyclus voor zomercondities (boven) en wintercondities (onder).



Figuur 5-32: Verschilkaart residueel sedimenttransport in natuurlijke situatie (winter: zwarte vectoren, zomer: paarse vectoren). Verschilkaart tussen zomer en wintersituatie sedimentatie/erosiepatronen als achtergrond. Isobath contour van -25 m NAP.

5.1.2.6.2 Algemeen sedimenttransport op het BDNZ en langsheen het kabeltraject

Vanuit de vastgestelde lange termijnstabiliteit van de getijdenbanken op het BDNZ, werd in het verleden aangenomen dat een aanzienlijke hoeveelheid zand vanuit het Nauw van Calais wordt aangevoerd (BMM, 2006b). Na periodes van erosie door storm of zandextractie kon dan een proces van regeneratie optreden tijdens perioden van kalm weer, waarbij materiaal langsheen de flanken terug de zandbank op wordt getransporteerd (BMM, 2006b).

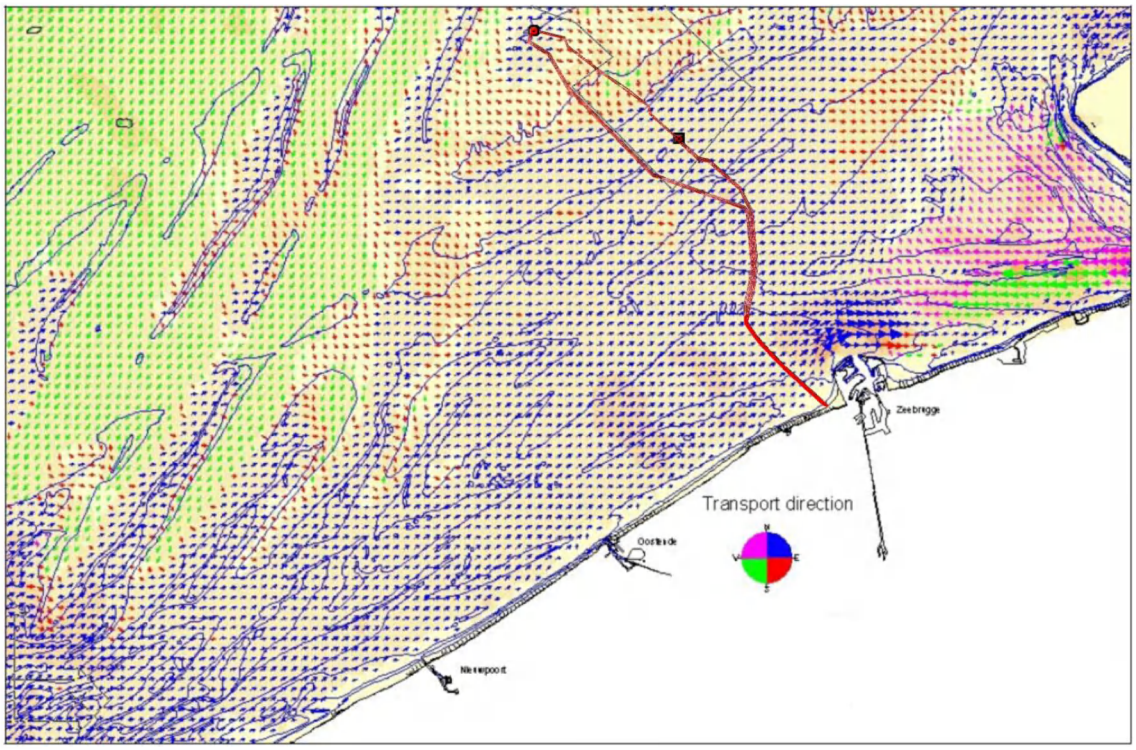
De laatste jaren is echter door voortschrijdend inzicht een groter onderscheid gemaakt tussen de sedimentbalans van fijner materiaal en van zand. Terwijl voor het slib wordt aangenomen dat er ongeveer 20 miljoen ton droge stof per jaar naar het BDNZ wordt getransporteerd door het Nauw van Calais (Van Lancker *et al.*, 2007), is dit voor de zandfractie veel minder zeker. De volumetoenames en –afnames van zandbanken op het BDNZ zouden eerder het gevolg zijn van lokale herschikkingen (BMM, 2006b).

Een van de eerste technieken om het residueel bodemtransport te achterhalen was het bepalen van de asymmetrie van bodemstructuren die dwars op de stroomrichting voorkomen (Lanckneus *et al.*, 2001). Ook nu nog zijn bodemstructuren de belangrijkste indicatoren voor bodemtransport. De steile zijde van een asymmetrische bodemstructuur geeft de actuele voortschrijdingrichting aan. Hierbij is de strekking van de kam meestal loodrecht gericht op de stroming. In een getijdensysteem wordt de sedimenttransportrichting bepaald door het feit dat tijdens eb (of vloed) een grotere hoeveelheid zand wordt getransporteerd dan tijdens vloed (of eb). De asymmetrie van de bodemstructuren wordt dus in eerste instantie gedefinieerd door de dominante stroomrichting.

Zowel kleine tot gemiddelde duinen (megaribbels) als grote tot heel grote duinen werden gebruikt als transportindicatoren op het BDNZ. Op een groot aantal zandbanken zoals de Vlaamse Banken en de Hinderbanken, is de residuele vloedstroom 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 ebasymmetrie 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.

De structuren waargenomen langsheen het kabeltraject op de bathymetrische data zijn echter vaak te klein om de asymmetrie te bepalen.

Daarnaast kan ook een numeriek zandtransportmodel inlichtingen geven over de residuele sedimenttransportrichting (Figuur 5-33). Langsheen het merendeel van het kabeltraject is het residueel bodemtransport NO (vloed) gericht (van de kust tot aan de zuidrand van de Thorntonbank en ter hoogte van de eilandlocatie op het zuidelijk deel van de Lodewijkbank). Het noordelijk deel van het kabeltraject tussen Alpha en de zuidrand van de Thorntonbank bevindt zich op een overgangszone tussen de Hinderbankenregio, waar het residueel bodemtransport ZW (eb) gericht is, en de Vlaamse Banken en zuidelijke Zeelandbanken regio, waar het residueel bodemtransport NO (vloed) gericht is. De residueel bodemtransport vectoren bevinden zich in het ZO kwadrant en zijn Z, ZO en O gericht in het gebied.



Figuur 5-33: Sedimenttransport vectoren verkregen uit een 2D transport model (totale bodemtransport) (uit Lanckneus et al., 2001). De gekleurde vectoren groeperen de transportrichting per kwadrant).

5.1.2.7 Waterkwaliteit

5.1.2.7.1 Fysico-chemische parameters

Er worden in de BMDC-databank temperatuurwaarden teruggevonden tussen 0,05°C en 19,8°C (www.mumm.ac.be. De gemiddelde watertemperatuur in het BDNZ is ongeveer 11°C. Er treden dus seizoenale variaties op met een grootteorde van 8 à 9°C ten opzichte van de gemiddelde temperatuur. Van oktober tot maart is de temperatuur van het water hoger aan de bodem dan aan het wateroppervlak (maximaal 0,6°C), maar vanaf maart wordt het wateroppervlak warmer dan de waterkolom t.h.v. de zeebodem door de stijgende luchttemperaturen.

Er worden in de BMDC-databank saliniteiten teruggevonden tussen 24 en 36 ppt. De saliniteit in het BDNZ bedraagt gemiddeld 31-35 g/kg. Er is een lichte seizoenale variatie door de invloed van de riviertoevoer (OSPAR, 2000a). De saliniteit aan het wateroppervlak is hoger en constanter (32 ppt) dan aan de zeebodem (25 tot 31 ppt).

Men kan voor het projectgebied aannemen dat de natuurlijke concentraties aan metalen relatief laag zijn. Uit de BMDC databank haalt men de volgende gemeten waarden in open zee: zink 0,1 – 2,6 µg/l; kwik max. 0,001 µg/l; cadmium max. 0,035 µg/l; lood max. 0,31 µg/l; koper max. 1,0 µg/l. OSPAR (2000a) haalt men de volgende richtwaarden voor open zee (niet specifiek voor de Noordzee): cadmium 10-50 ng/l, kwik 0,1-2 ng/l, lood 50-60 ng/l, koper 600-700 ng/l: de teruggevonden waarden voor het BDNZ (als steekproef) liggen inderdaad in de grootte-orde van de richtwaarden voor open zee.

De belangrijkste organotinverbinding is tributyltin (TBT). Het is een biocide dat in het aquatische milieu als "antifouling" gebruikt wordt. 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). In de BMDC databank (BMM, 2013) werd voor TBT geen specifieke recente waarde voor het BDNZ teruggevonden. Het gebruik van TBT is reeds verboden voor vaste structuren die zich volledig of gedeeltelijk onder water bevinden en vanaf 2008 mogen deze producten op geen enkel schip meer voorkomen.

De belangrijkste persistente organische componenten zijn PCB's (polychloorbifenyl) en PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen). Door hun lage oplosbaarheid is de concentratie in het water meestal laag en bovendien moeilijk te detecteren (Ecolas – Arcadis Belgium, 2008).

Bunkerolie en smeerolie zijn de belangrijkste bronnen van olievervuiling in de Noordzee. 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.

De aanvoer van stikstof (N) in het marien milieu kan op twee manieren plaatsvinden: via het water en via de atmosfeer. 65-80% van de nutriënteninput van stikstof in de Noordzee gebeurt via de rivieren. Voor fosfor (P) bedraagt dit zelfs 80-85% (OSPAR, 2000b). 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 te hoge nutriëntenconcentraties en afwijkende nutriëntratio's. De menselijke invloed op de nutriëntenbalans is voornamelijk merkbaar ter hoogte van de kustzone en minder detecteerbaar ter hoogte van het projectgebied. De nutriëntenconcentratie

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

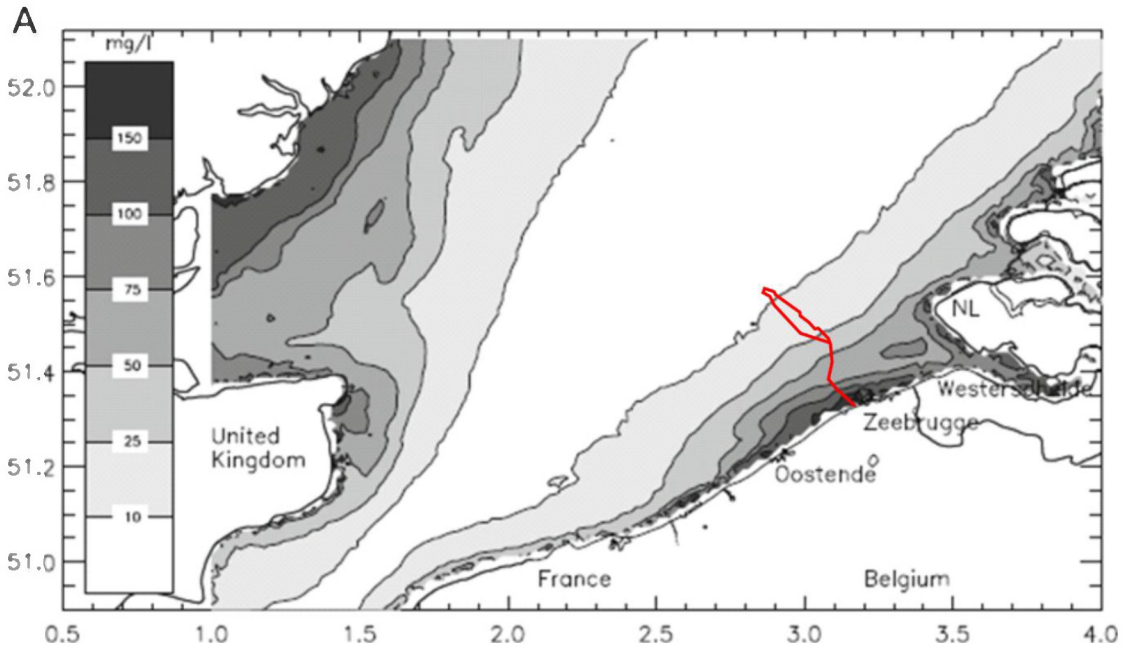
5.1.2.7.2 Turbiditeit en zwevend stof

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.

Volgens satellietbeelden, die de hoeveelheid zwevend stof in de bovenste waterlaag meten, is er een duidelijke ruimtelijke variatie in concentraties met een afname van de Belgische kust naar de zee toe. In het gebied van de Vlaamse Banken is er altijd een geringere gemiddelde concentratie (< 10 mg/l; Lauwaert *et al.*, 2004) dan ter hoogte van de kust (bijvoorbeeld Zeebrugge, waar de hoogste concentraties voorkomen) omwille van het zandige sediment. Specifieke informatie voor het projectgebied Alpha werd niet teruggevonden, maar monitoringscampagnes op de nabijgelegen Thorntonbank en Blighbank, tonen natuurlijke achtergrondwaardes van gemiddeld 4 mg/l tijdens zowel zomer als winter. De jaarlijkse diepte-gemiddelde concentratie zwevend stof in weergegeven in Figuur 5-34 (Fettweis *et al.*, 2010). Langsheen het kabeltraject varieert de hoeveelheid zwevend stof van minder dan 10 mg/l ter hoogte van Alpha tot meer dan 150 mg/l in de kustnabije zone waar een turbiditeitsmaximum voorkomt Figuur 5-34.

Bij storm kunnen de maximumconcentraties tot 15 maal hoger liggen dan bij goed weer. Offshore liggen de maximale concentraties rond 300 mg/l maar ze treden slechts occasioneel op (onder stormcondities) (Fettweis *et al.*, 2005). In de BMDC-databank worden, als steekproef, concentraties aan zwevende stof in open zee teruggevonden tussen 1 en 545 mg/l.

Concentraties zijn normaliter lager in lente en zomer dan in winter en herfst, voornamelijk door de variatie van toevoer via de Straat van Dover, meer storm in de winter en een snellere bezinkingssnelheid van sedimentvlokken bij hogere temperatuur (Fettweis *et al.*, 2005).

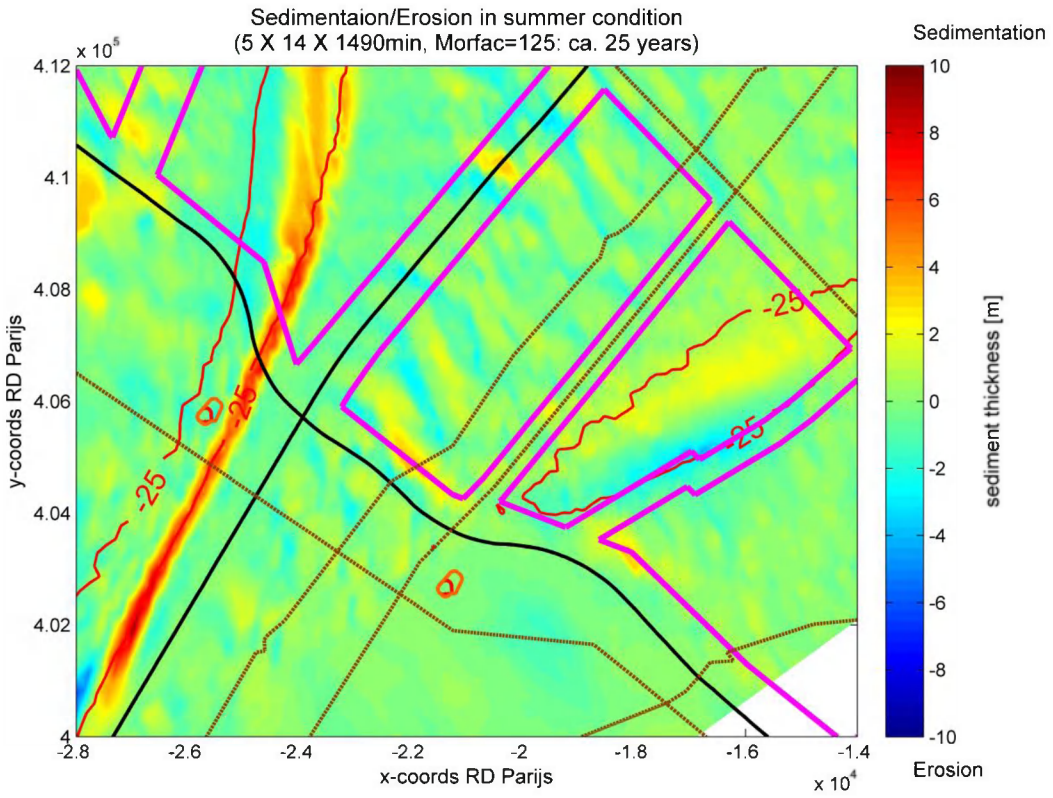


Figuur 5-34: Jaarlijkse en diepte-gemiddelde SPM concentratie (Suspended Particulate Matter) (mg/l) (naar Fettweis et al., 2010).

5.1.3 Autonome ontwikkeling

Getijdenbanken zijn stabiele structuren die zich begonnen te vormen ongeveer 7000 jaar geleden toen het getijklimaat vergelijkbaar werd met het huidige. Getijdenbanken zijn voornamelijk opgebouwd uit materiaal dat lokaal aanwezig was. Dit blijkt uit het sterk erosieve karakter van de basis van de getijdenbanken (Mathys, 2009). De banken blijven nu bestaan in een dynamisch evenwicht door lokale herschikking van materiaal (BMM, 2006b).

In het kader van de sedimenttransport modelleerstudie in bijlage (IMDC, 2013a), werd de locale natuurlijke morfologische evolutie in het projectgebied Alpha na 25 jaar getijdenwerking gemodelleerd. Figuur 5-35 toont dat ter hoogte van het Alpha-eiland op de Lodewijkbank (ten ZW van de 25 m contour) er zich geen uitgesproken morfologische veranderingen voordoen over die periode. Zelfs in geval van een 5-jarige storm, zijn de effecten na 5 jaar getijdenwerking volledig verdwenen (IMDC, 2013a).



Figuur 5-35: Gemodelleerde sedimentatie/erosie patronen na 25 jaar getijdeneffect, met aanduiding van de windmolen concessiegebieden en twee eiland locaties (Blighbank en Lodewijkbank).

De klimaatverandering zal zorgen voor veranderingen in de stromingskarakteristieken op het BDNZ (Van den Eynde *et al.*, 2009) en in de chemische eigenschappen van het zeewater. Zelfs op de termijn van de exploitatieperiode zullen al veranderingen merkbaar zijn. Zo wordt bijvoorbeeld een algemene zeespiegelstijging ten gevolge van het broeikaseffect verwacht van 1 m tegen 2100 (Reid *et al.*, 2011).

Een toename van extreme stormen zou zeer zeker een invloed hebben op de sedimentdynamiek aangezien sedimenttransport in grote mate plaatsvindt tijdens extreme hydraulische condities. Echter, analyses uitgevoerd door Van den Eynde *et al.* (2012) toonden geen significante toename in het voorkomen van extreme windsnelheden. Ook een toename in golfhoogte, het aantal stormen en de stormintensiteit is nog onzeker voor de Belgische kustwateren.

Mogelijke veranderingen in de hydrodynamica (zeespiegel, stormen) worden al beschouwd in het kader van ontwerpen van kustverdediging en windturbinefunderingen. Er is echter nog geen consensus over potentiële invloed van klimaatverandering op de morfodynamische stabiliteit van de zandbanken en naastliggende geulen in de Noordzee. Bijkomend wetenschappelijk onderzoek en duidelijker scenario's zijn noodzakelijk alvorens de complexe invloeden volledig kunnen begroot worden in het kader van een MER.

Er wordt niet verwacht dat de bouw en exploitatie van windmolenparken in de buurt op de Thorntonbank, de Lodewijkbank, de Blighbank en de tussenliggende geulen een invloed zal hebben op de hydrodynamische karakteristieken, de bodemgesteldheid of de waterkwaliteit van de hier beschouwde projectzone en het kabeltraject. Ook vanuit andere socio-

economische actoren actief in het BDNZ wordt er geen impact verwacht de volgende jaren op de geologische, morfologische of watergebonden aspecten binnen het Alpha projectgebied en langsheen het kabeltraject.

Verder kan verwacht worden dat de antropogene invloed op de waterkwaliteit in het mariene milieu verder zal dalen. Bijvoorbeeld zouden de concentraties aan TBT, zware metalen, nutriëntentoevoer via rivier, etc. een positieve dalende trend moeten tonen in de toekomst. Deze trend is voornamelijk het gevolg van een strengere wetgeving en beleidsmaatregelen (vb. verbod op gebruik TBT, Kaderrichtlijn Water, Kaderrichtlijn Mariene Strategie, mestactieplan, etc.). Voor een uitvoeriger beschrijving per parameter kan verwezen worden naar (Ecolas, 2006).

5.1.4 Effecten

De volgende parameters kunnen potentieel effecten ondervinden van de constructie, exploitatie en ontmanteling van het Alpha-eiland en bekabeling naar de kust:

- Geologie
- Morfologie
- Sedimentsamenstelling (korrelgrootteverdeling)
- Sedimenttransport
- Bodemkwaliteit (chemische samenstelling)
- Hydrodynamica (stromingskarakteristieken: waterdiepte, golfhoogte, stroomsnelheden)
- Waterkwaliteit (fysico-chemische samenstelling)
- Turbiditeit

5.1.4.1 Effecten op bodem

5.1.4.1.1 Effecten op bodem in projectgebied Alpha

Constructiefase

Het MER-ontwerp van het Alpha-eiland is een cirkelvormig eiland, bestaande uit een basis van zand (een zandpannenkoek) met een oppervlakte van ca. 467.600 m² en diameter 812 m. Daarboven komt een bovenbouw met zeewering uit breuksteen en een kern uit vnl. zand. De bovenbouw strekt zich uit van ca. -12,5 m LAT tot +12 m LAT. Op -12,5 m LAT heeft het eiland een oppervlakte van ca. 154.580 m² en diameter van 444 m.

De benodigde hoeveelheid zand voor dit MER-ontwerp is ongeveer 5 miljoen m³. Rekening houdend met baggerverliezen van ca. 30% na dumpen (Van den Eynde *et al.,* 2010), zal ongeveer 7 miljoen m³ zand nodig zijn dat zal ontgonnen worden op de Blighbank, op ongeveer 5 km van de eilandlocatie. Voor de impact van de zandextractie op de Blighbank zal een specifiek MER geschreven worden.

Invloed op geologie

Het enige geologische effect is dat de ondergrond onder en in de onmiddellijke omgeving van het eiland gecompacteerd (verdicht) wordt. Dit effect wordt als verwaarloosbaar beoordeeld (0/-).

Invloed op morfologie

De natuurlijke morfologie van de Lodewijkbank zal over een oppervlakte van minstens 47 ha veranderen. Waar nu de zandduinen gemiddeld 5 m tot maximaal 7 m hoog zijn en de bathymetrie in het gebied tussen -17 m en -28 m LAT is, zullen na bouw van het eiland de duinen verdwenen zijn (opgenomen in de zandpannenkoek) en zal de locale bathymetrie boven het wateroppervlak uitsteken. Door deze veranderingen in morfologie zullen de locale stromingspatronen veranderen en kan lokaal scour optreden rond het eiland. Dit fenomeen wordt verder besproken (operationele fase) en zal in een gedetailleerde monitoring verder worden opgevolgd.

Het effect heeft een permanent karakter maar is aanvaardbaar wegens de beperkte schaal (projectgebied) en wordt als matig negatief beoordeeld (-).

Invloed op korrelgrootteverdeling en sedimenttransport

De natuurlijke korrelgrootteverdeling zal over een oppervlakte van minstens 47 ha beïnvloed worden door het bouwen van de zandpannenkoek en het aanbrengen van breuksteen op de bovenbouw. De huidige korrelgrootte aan het zeebodemoppervlak is 300-400 µm. Het zand dat ontgonnen zal worden op de Blighbank voor de creatie van de zandpannenkoek is van dezelfde grootteorde, wat de impact zal verminderen.

Het aanbrengen van breuksteen met volumes van mogelijk meer dan 1 m³, als erosiebescherming zal echter lokaal de korrelgrootteverdeling beïnvloeden. Het aanbrengen van de erosiebescherming is enerzijds noodzakelijk voor de stabiliteit van de constructie en mitigeert anderzijds de effecten op de bodem van lokale erosie door de aanwezigheid van de eilandconstructie. Hoewel de erosiebescherming op zich een lokale heterogeniteit vormt t.o.v. de zandige zeebodem, wordt het aanbrengen van de erosiebescherming beschouwd als een matig negatief effect voor het milieu wegens de beperkte schaal (projectgebied) (-).

Veranderingen in korrelgrootteverdeling zullen een invloed hebben op het natuurlijk sedimenttransport in het gebied. Dit wordt verderop besproken (operationele fase).

Het belangrijkste effect is echter het sedimentverlies dat door dumpen optreedt, bovenop de natuurlijke sedimenttransporten. Ongeveer 30% van het gebaggerde materiaal zal verloren gaan. Dit komt neer op verliezen van ca. 2 miljoen m³ sediment. Dit effect wordt als matig negatief beschouwd (-).

Invloed op bodemkwaliteit

De hypothetische kans op een accidentele lozing van verontreinigende stoffen in het water zal, gezien de heersende stromingscondities en het zandige karakter van de oppervlakkige bodemsedimenten geen aanleiding geven tot verontreiniging van de bodem (0).

Bij de aanleg van de erosiebescherming wordt breuksteen gebruikt. Bij het gebruik van geologisch zuivere materialen voor de erosiebescherming worden (vrijwel) geen effecten verwacht op de chemische bodemkwaliteit (0).

Operationele fase

Invloed op geologie

Tijdens de operationele fase treedt er een verdere verdichting op van de ondergrond. En tussentijdse bestorting met breukstenen op de erosiebeschermingsvlakken kan gebeurlijk de hoeveelheid geologisch vreemd materiaal doen toenemen. Dit effect wordt als verwaarloosbaar beoordeeld (0/-).

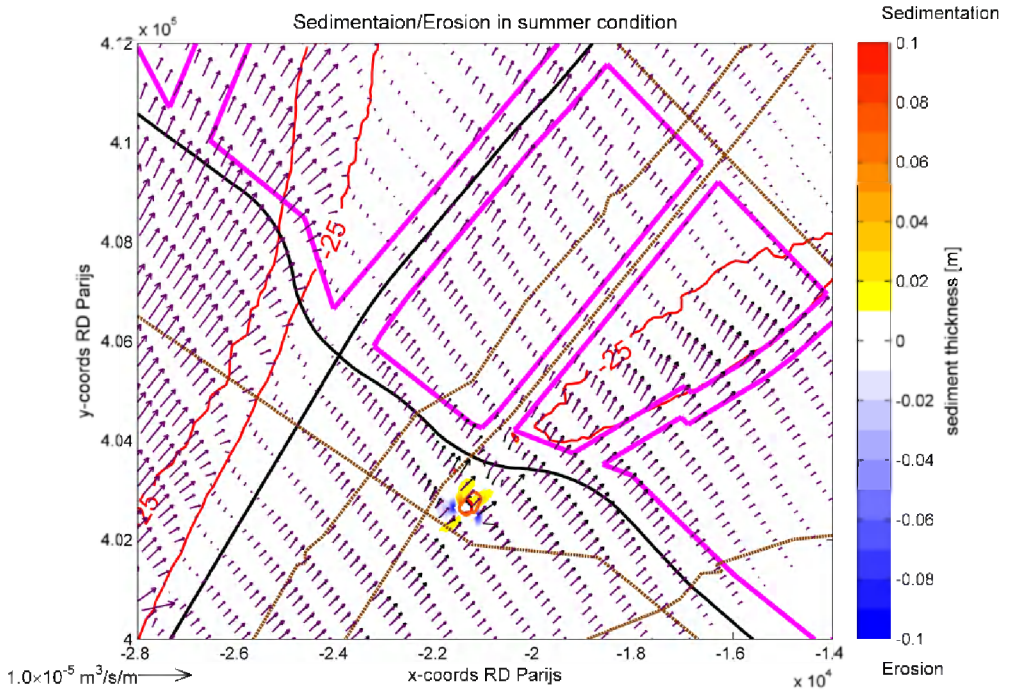
Invloed op morfologie en sedimenttransport

Om de invloed van het eiland op de morfologie en het sedimenttransport in te schatten werd een numerieke sedimenttransport modellering uitgevoerd (IMDC, 2013a in externe bijlage). Er werden verschillende scenario's doorgerekend waarbij de afmeting en oriëntatie van het eiland variëren (er werden bovendoen twee mogelijke eilandlocaties geëvalueerd, nl. Lodewijkbank en Blighbank):

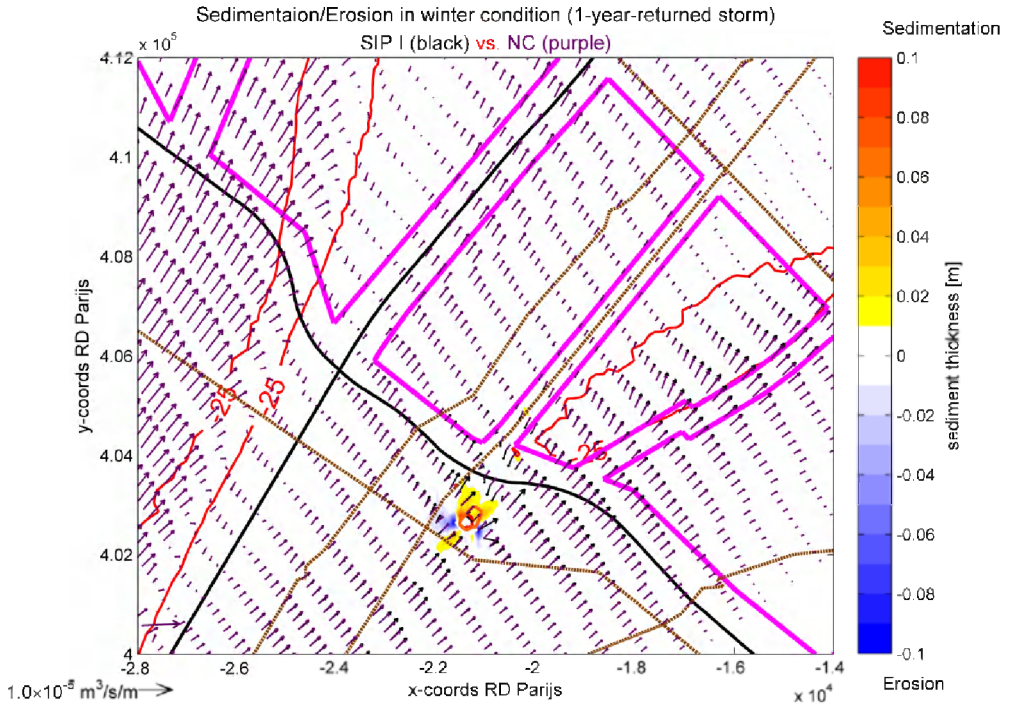
- De impact van het eiland tijdens zomercondities (enkel getij) voor een springtij-doodtijcyclus
- De impact van het eiland tijdens wintercondities (getij plus 1-jarige of 5-jarige storm) voor een springtij-doodtij cyclus
- De impact van het eiland op lange termijn (1 jaar of 25 jaar getijdeninvloed)
- Herstel van morfologie na 1-jarige en 5-jarige storm

Voor details over de modelopzet en meer resultaten wordt verwezen naar het rapport in bijlage. Hieronder volgen de voornaamste conclusies.

Figuur 5-36 en Figuur 5-37 tonen het residueel sedimenttransport (vectoren) en het erosie/sedimentatiepatroon over een springtij-doodtijcyclus na de eilandconstructie in vergelijking met de natuurlijke situatie zonder eiland (verschilkaart), voor respectievelijk zomer en winter condities (met 1-jarige storm). Het residueel sedimenttransport neemt sterk toe in de nabijheid van het eiland, maar ook in het verlengde ervan, ter hoogte van de kam van de Lodewijkbank en naar het ZW, is het sedimenttransport toegenomen. In de nabijheid van het eiland resulteert dit in voornamelijk sedimentatie aan de lijzijde van het eiland (ten opzichte van de dominante stromingsrichting) en erosie waar de stroming rond het eiland beweegt waar ze geblokkeerd wordt. De patronen zijn gelijkaardig voor zomer en wintercondities. Bij wintercondities zijn de erosie en sedimentatiezones wel uitgestrekter (Figuur 5-37). De erosiezone (grootteorde 1 cm) ten westen van het eiland bereikt de SEA-ME-WE3 kabel.



Figuur 5-36: Residueel sedimenttransport na eilandconstructie (zwarte vectoren) en natuurlijke situatie (paarse vectoren) in zomer condities. Verschilkaart met Sedimentatie/erosiepatronen als achtergrond (isobath contour van -25 m NAP). Eilandgrootte 1 cel: 180x220 m.

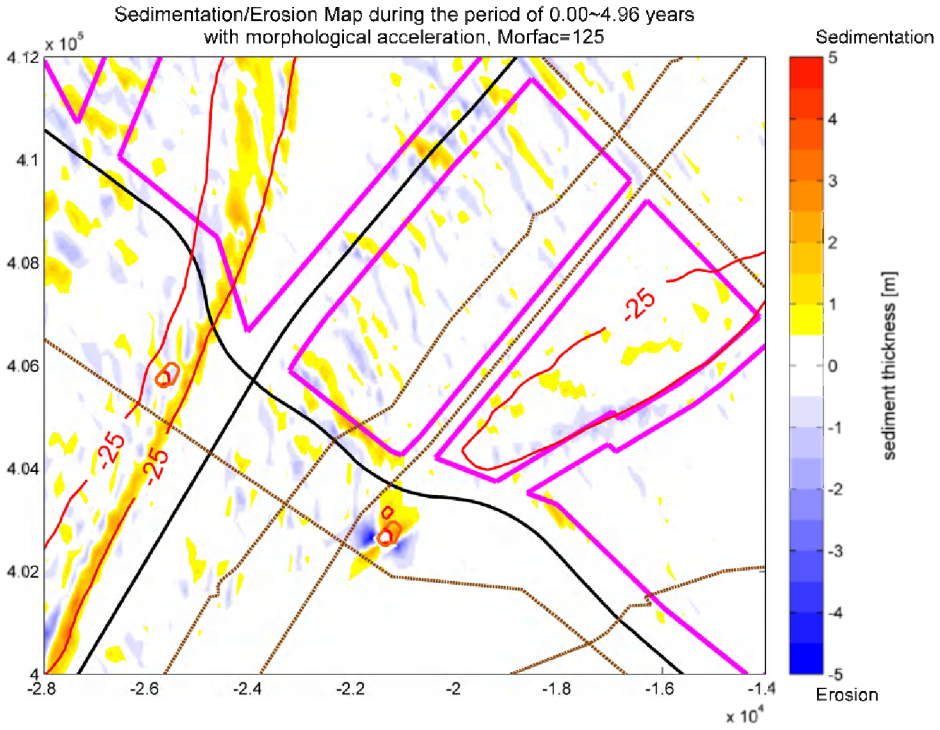


Figuur 5-37: Residueel sedimenttransport na eilandconstructie (zwarte vectoren) en natuurlijke situatie (paarse vectoren) in winter condities (1-jarige storm). Verschilkaart met Sedimentatie/erosiepatronen als achtergrond (isobath contour van -25 m NAP). Eilandgrootte 1 cel: 180x220 m.

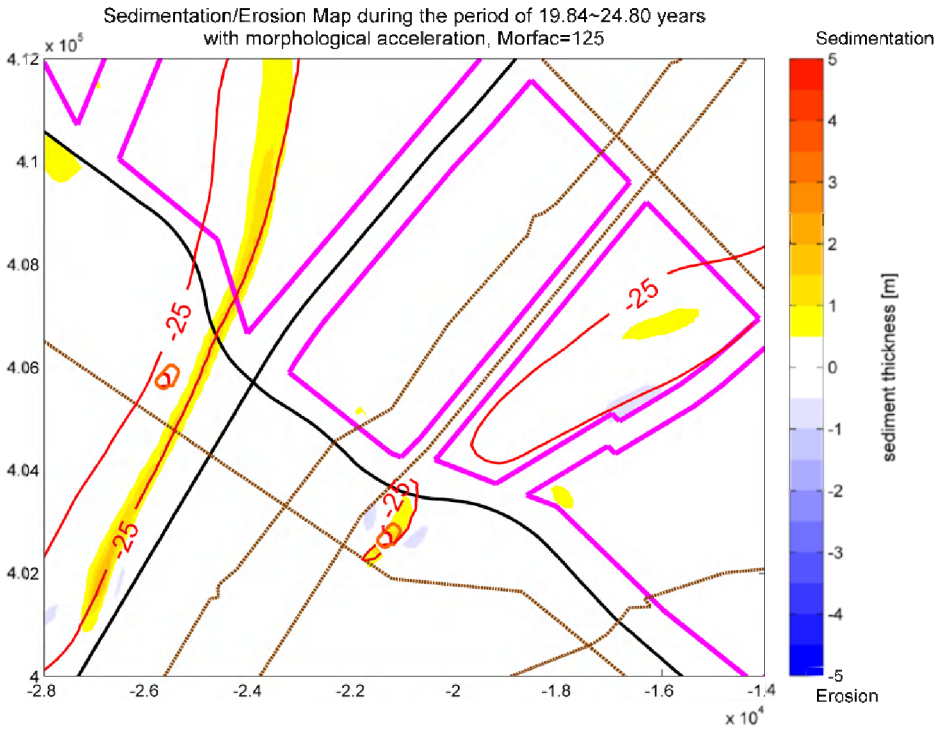
Figuur 5-38 en Figuur 5-39 tonen de erosie/sedimentatiepatronen (ook de natuurlijke) na telkens 5 jaar getijdenwerking, respectievelijk de eerste 5 jaar na bouw van het eiland, en de periode tussen 20 en 25 jaar na bouw van het eiland. Deze figuren tonen aan dat de morfologische evolutie vertraagt. Er treedt nog sedimentatie op in het verlengde van het eiland, maar de erosie is veel minder uitgesproken dan tijdens de eerste 5 jaar. Figuur 5-40 en Figuur 5-41 tonen de cumulatieve erosie/sedimentatiepatronen ten opzichte van de natuurlijke effecten (dus zonder de natuurlijke morfodynamiek) na respectievelijk 5 en 25 jaar. Na 25 jaar heeft de sedimentatiezone zich uitgebreid tot de SeaStar concessiezone, de erosiezone heeft zich verder lateraal uitgebreid dwars op de dominante stromingsrichting, en reikt over een groot deel van de SEA-ME-WE3 kabel. De impact blijft echter beperkt tot een straal van 2 km rond het eiland. Deze morfologische veranderingen hebben zich vooral tijdens de eerste jaren na de bouw van het eiland voorgedaan. Het aanbrengen van erosiebescherming rond het eiland en ter hoogte van nabijgelegen kabels en pijpleidingen kan het blootleggen ervan voorkomen. Ook een natuurlijker helling aan de basis van het eiland in plaats van rechte wanden zoals hier gesimuleerd, zullen de uitschuring nabij het eiland verminderen.

Uit de modellering blijkt verder dat de lange-termijn morfodynamiek voornamelijk gedreven wordt door getijdenwerking en niet door stormwerking. Effecten na een 1-jarige of 5-jarige storm verdwijnen volledig.

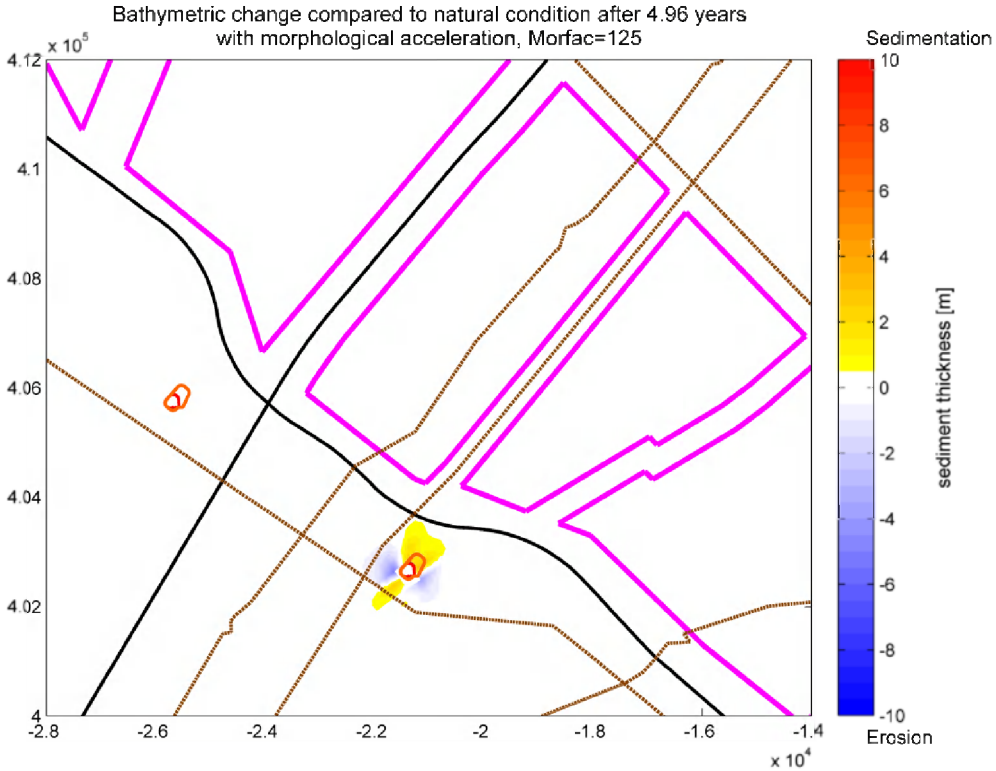
De effecten van het eiland op de omliggende morfologie en het sedimenttransport heeft een permanent karakter maar is aanvaardbaar wegens de beperkte schaal en wordt als matig negatief beoordeeld (-).



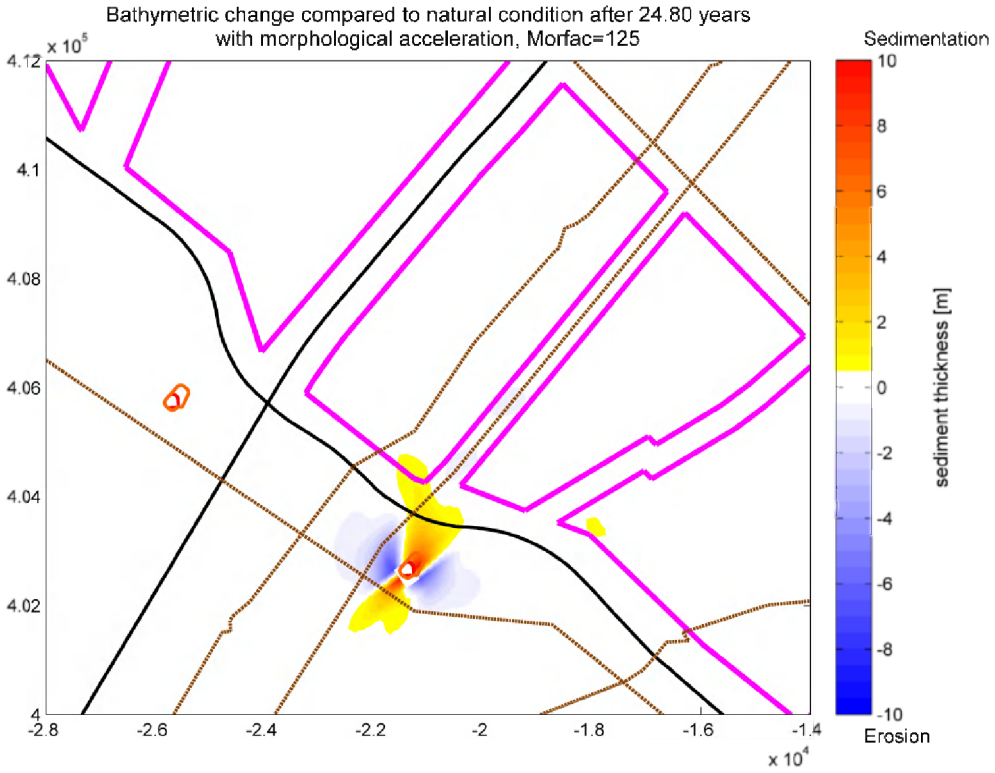
Figuur 5-38: Bathymetrische veranderingen (erosie/sedimentatie) tezamen met de natuurlijke veranderingen onder invloed van het eiland na 5 jaar (verschilkaart tussen tijdstip 0 en 5 jaar) Eilandgrootte 1 cel: 180x220 m.



Figuur 5-39: Bathymetrische veranderingen (erosie/sedimentatie) tezamen met de natuurlijke veranderingen onder invloed van het eiland tussen 20 en 25 jaar (verschilkaart tussen tijdstip 20 en 25 jaar) Eilandgrootte 1 cel: 180x220.



Figuur 5-40: Bathymetrische veranderingen (erosie/sedimentatie) onder invloed van het eiland na 5 jaar. Eilandgrootte 1 cel: 180x220 m.



Figuur 5-41: Bathymetrische veranderingen (erosie/sedimentatie) ten opzichte van de natuurlijke veranderingen (verschilkaart) onder invloed van het eiland na 25 jaar. Eilandgrootte 1 cel: 180x220 m.

Invloed op bodemkwaliteit

Net zoals bij de constructiefase, is er geen enkele aanleiding dat de operationele fase zal leiden tot verontreiniging van de bodem (effect = 0).

Ontmantelingsfase

Bij de volledige ontmanteling van het eiland zal de bovenbouw afgebroken worden. De kern van de bovenbouw, de zandpannenkoek en omliggende aanzanding zullen opnieuw weggebaggerd worden tot een vlak oppervlak. Mogelijk tot een hoogte gelijk aan de omliggende zandduinen. Daarvoor zal de breuksteen en de erosiebescherming op een deel van de zandpannenkoek verwijderd worden. Indien slechts een gedeelte ontmanteld wordt kan de erosiebescherming behouden blijven.

Indien de gedeeltelijke of volledige ontmanteling van de zeewering of zelfs het volledige eiland niet vereist is om nautische redenen, kan men zich de vraag stellen of ontmanteling wel de beste optie is. In vele gevallen is de erosiebescherming (of gedeeltes ervan) geëvolueerd naar een kunstmatig rif met waardevolle fauna en flora en is de ontmanteling een dure ingreep waarbij er zich opnieuw een impact op het milieu voordoet.

Invloed op geologie

Er worden geen bijkomende effecten verwacht op de geologie ten opzichte van de constructie- en operationele fase.

Het enige effect op de geologische bouw in de afbraakfase is het al dan niet weghalen van het erosiebeschermingsmateriaal. Bij het verwijderen ervan wordt de oorspronkelijke geologische bouw hersteld. Bij het behouden creëert het een blijvend geologisch artefact op het Belgische deel van de Noordzee.

Invloed op morfologie, korrelgrootteverdeling en sedimenttransport

Wanneer het eiland volledig wordt verwijderd zal de hydrodynamica en het sedimenttransport zich opnieuw herstellen, i.e. de stroming wordt niet meer omgeleid omheen een obstakel. Maar daar de oorspronkelijk morfologie van zandduinen niet zal gereconstrueerd worden tot zijn oorspronkelijke toestand, zal de hydrodynamica en het bijhorend sedimenttransport nog verschillen van de oorspronkelijke. Ook de erosieputten ontstaan in de buurt van het eiland zullen waarschijnlijk blijven bestaan. Uit literatuur blijkt dat putten redelijk stabiel zijn en zich niet snel natuurlijk herstellen (Van den Eynde *et al.*, 2010). Een ontginningsput van 5 m diep op de Kwintebank is sinds de sluiting van het extractiegebied in 2003 nog steeds niet hersteld. Er wordt voorgesteld deze op te vullen met zand van de zandpannenkoek of de omliggende aanzandingszones.

Na volledige verwijdering van het eiland zal de oorspronkelijke korrelgrootteverdeling weer dagzomen aan de zeebodem.

De keuze over het al dan niet verwijderen van de erosiebescherming zal op het einde van de explfoitatie bepaald worden. Indien de bescherming niet verwijderd wordt treden er tijdens de afbraakfase geen effecten meer op die zich niet al gemanifesteerd hebben tijdens de operationele fase.

Invloed op bodemkwaliteit

Net zoals bij de constructiefase en de productiefase, is er geen enkele aanleiding dat de ontmanteling zal leiden tot verontreiniging van de bodem (0).

5.1.4.1.2 Effecten op bodem langsheen kabeltraject

De effecten langsheen het kabeltraject zoals hieronder besproken, integreren onmiddellijk mee de B1 en B2 kabels, afkomstig van het Beta-platform. Strikt genomen zou hier onderscheid gemaakt moeten worden en verwezen worden naar het hoofdstuk cumulatieve effecten, aangezien de B1 en B2 kabels via een ander vergunningsproces overgenomen zouden worden van Norther, die ervoor al een milieuvergunning bekomen heeft. Echter, de kabels worden gelijktijdig en op eenzelfde manier als de andere kabels aangelegd en zullen tegen de contstructiefase allemaal tot ELIA behoren. Daarom is het aangewezen in dit hoofstuk al rekening te houden met het cumulatieve effect van de B1 en B2 kabel.

Constructiefase

Berekening grondverzet tijdens plaatsing kabels

Voor het leggen van de kabels op de vereiste dieptes zal er per kabel een sleuf gebaggerd worden ('trenchen') met bodembreedte 5 m. Ter hoogte van Het Scheur zal dit voor de bestudeerde worst-case situatie per kabel een sleuf zijn van 10 m diep en 75-100 m breed aan het zeebodemoppervlak (6 kabels). Ter hoogte van de Westpit zijn dit twee keer drie sleuven van 3 m diep en 35 m aan het oppervlak. Voor de rest van het kabeltraject wordt gebaggerd tot een diepte van 1,5 m over een breedte van 20 m aan het oppervlak.

Het gebaggerde materiaal zal mogelijk tijdelijk gestockeerd worden in Sector 3a (via kleppen). Na het kabelleggen zal het materiaal opnieuw opgepompt worden en gebruikt als 'backfill' (via

pijpleiding). In Het Scheur is slechts 4 m kabelbedekking vereist, in de andere zones zal wel de volledige sleuf opnieuw opgevuld worden.

Voor elke kabeltrajectzone staan de gebaggerde volumes en benodigde volumes voor backfill voor alle aanwezige kabels samengevat in Tabel 5-2, rekeninghoudend met bagger- en dumpverliezen van 30% (Van den Eynde *et al.,* 2010) (indeling zones zie Figuur 5-1).

Tabel 5-2: Gebaggerd en gestockeerd volume voor alle kabels binnen elke kabeltrajectzone tijdens de constructiefase.

Zone	Volume (1.000 m³)		Volume (1.000 m³)	
	Trenching	Benodigde backfill	Stockage in stortzone (-30%)	Oppompen voor backfill in stortzone (+30% extra)
Scheur - Kust	1.078	1.074	755	1.534
Scheur	6.500	720	4.550	1.029
Splitsing - Scheur	513	511	359	730
Westpit - Splitsing	364	363	255	519
Westpit	564	563	395	804
Beta - Westpit	200	199	140	284
Alpha - Beta	515	513	361	733
Alpha - Westpit	1.007	1.003	705	1.433
Totaal	**10.741**	**4.946**	**7.518**	**7.066**

Voor het leggen van het volledige kabeltraject zal dus ca. 11 miljoen m³ sediment gebaggerd worden. Uit eerdere ervaringen op het C-Power project worden bagger- en dumpverliezen ingeschat van ca. 30% (voor zand), wat neerkomt op een verlies van ca. 3 miljoen m³ materiaal voor het gestockeerd wordt in bijvoorbeeld Sector 3a. Ondanks deze verliezen zal er toch voldoende materiaal op de tijdelijke stortzone achterblijven om de volledige backfill te kunnen voorzien, zelfs indien opnieuw rekening wordt gehouden met 30% verliezen. Dit is mogelijk omdat voor Het Scheur geen volledige backfill nodig is. Tussen het oppompen in de tijdelijke stortzone en de backfill zal opnieuw ca. 2 miljoen m³ materiaal verloren gaan, gerekend voor het hele kabeltraject. Er zal ongeveer 0,5 miljoen m³ materiaal in stortzone permanent gestockeerd blijven.

Berekening verstoord oppervlak tijdens plaatsing kabels en stockage baggerspecie

Tabel 5-3 geeft per kabeltrajectzone het verstoorde oppervlak aan de zeebodem, rekening houdend met de totale kabellengte binnen de zone (afhankelijk van aantal kabels) en de sleufbreedte aan het oppervlak.

Tabel 5-3: Verstoorde oppervlakte per kabeltrajectzone.

Zone	Kabellengte (km)	Verstoorde oppervlakte (ha)
Scheur - Kust	57.5	11.5
Scheur	17.6	17.6
Splitsing - Scheur	27.3	5.5
Westpit - Splitsing	19.4	3.9

Zone	Kabellengte (km)	Verstoorde oppervlakte (ha)
Westpit	9.4	3.3
Beta - Westpit	10.6	2.1
Alpha - Beta	27.5	5.5
Alpha - Westpit	53.7	10.7
Total	**223.1**	**60.1**

Vermoedelijk zal Sector 3a aangewezen worden als tijdelijke stortzone voor het gebaggerde materiaal van de kabelsleuven. De sector is ongeveer 8 km² groot, een volume van 7,5 miljoen m³ zal dus over een dikte van ca. 1 m gestockeerd worden indien het hele gebied gebruikt wordt. Na backfill blijft echter slecht 0,5 miljoen m³ permanent gestockeerd.

Invloed op geologie

Ter hoogte van Het Scheur zal de geologie verstoord worden tot een diepte van 10 m onder de zeebodem, maar elders langsheen het kabeltraject is de verstoringsdiepte slechts 1,5 m en 3 m ter hoogte van Westpit.

Ter hoogte van de Lodewijkbank, de Thorntonbank, de Vlakte van de Raan en de kustnabije zone zal het Quartair verstoord worden. Waar zandduinen voorkomen wordt deze toplaag gemodelleerd onder de huidige hydrodynamische processen en is dus geologisch gezien van weinig belang. In de kustnabije zone echter kunnen oudere Holocene sedimenten verstoord worden, daterend van toen de kustlijn nog verder zeewaarts gelegen was (Mathys, 2009).

In de geulen tussen de zandbanken, waar het Quartaire dek zeer dun is, zullen Tertiaire lagen doorsneden worden en gaat de continuïteit van de geologische lagen verloren.

Wegens de beperkte breedte van de sleuven wordt dit effect wordt als verwaarloosbaar beoordeeld (0/-).

Invloed op morfologie

Bij het baggeren van sleuven tot een diepte van 1,5 m onder de bodem, worden de bestaande grote morfologische structuren, zoals grote en zeer grote duinen gevolgd. Medium en kleine zandduinen zullen echter verdwijnen. Mogelijk zullen de duinen zich natuurlijk herstellen indien voldoende sediment voorhanden is. In Het Scheur is slechts 4 m bedekking van de kabels vereist waardoor sleuven tot 6 m onder de oorspronkelijke zeebodem zullen blijven bestaan. Het Scheur geldt echter als een sterk antropogeen beïnvloede zone waar regelmatig gebaggerd wordt, en wordt niet als natuurlijk beschouwd. Met het niet volledig opvullen van de gecreëerde sleuven wordt tegemoetgekomen aan de toekomstige verdieping van Het Scheur.

Wegens mogelijk herstel van de morfologie en de beperkte breedte van de sleuven wordt dit effect wordt als verwaarloosbaar beoordeeld (0/-).

Invloed op korrelgrootteverdeling

Over de volledige oppervlakte van de sleuven (Tabel 5-3) zal de korrelgrootte veranderen door backfill met zonevreemd, gemengd materiaal. Bovendien zal door het proces van baggeren en dumpen een deel van de fijne bijmenging verdwenen zijn.

Tabel 5-4 geeft een overzicht per kabeltrajectzone van de mogelijk samenstelling van het gebaggerde materiaal gebaseerd op de tot op heden beschikbare vibrocore gegevens. Voor

Het Scheur kon de verhouding zand/klei bepaald worden op basis van de boorbeschrijvingen en de interpretatie van de beschikbare seismische profielen. Voor meer details zie § 5.1.2.4.1.

Tabel 5-4: Samenstelling van gebaggerd en gestockeerd materiaal per kabeltrajectzone.

Zone	Volume (1.000 m³)		
	Trenching	Stockage in Sector 3a (-30%)	Samenstelling
Scheur - Kust	1.078	755	Slib-zand-klei (Quart.)
Scheur	6.500	4.550	5.000 zand + 1.500 Tert. klei
Splitsing - Scheur	513	359	zand
Westpit - Splitsing	364	255	Zand+klei (Quart.)
Westpit	564	395	Grind+Tert. klei
Beta - Westpit	200	140	Grind+ Tert. klei
Alpha - Beta	515	361	Quart. zand op banken; Zand/grind+ Tert. zand; zand/grind+ Tert. klei
Alpha - Westpit	1.007	705	Quart. zand op banken; grind+Tert. zand; zand/grind+ Tert. klei
Totaal	**10.741**	**7.518**	

Waar het kabeltraject de Thorntonbank de Vlakte van de Raan, de Wandelaar en kustnabije zone kruist bestaat het overgrote deel van het gebaggerde materiaal uit zand. Ook in Het Scheur, waar de grootste hoeveelheid materiaal gebaggerd zal worden is het voornaamste aandeel zand. In de tussenliggende geulen echter bevindt zich meestal een dunne grove zandlaag met grind (< 1m dik) bovenop Tertiaire klei of Tertiair zand. Een grove inschatting is dat ca. 70% van het totale gebaggerde materiaal uit zand zal bestaan en de overige 30% uit grof materiaal en klei. Het backfill materiaal zal bestaan uit een mengeling van bovenstaande beschreven sedimenten. Een ‘cable burial assessment’ studie zal meer detail geven over de verwachte volumes klei en zand. Op basis daarvan zal de overheid geen geschikte dumpzone aanduiden voor de tijdelijke stockage.

Wegens de beperkte breedte van de sleuven wordt dit effect wordt als verwaarloosbaar beoordeeld (0/-).

Invloed op sedimenttransport

Een belangrijk effect is het sedimenttransport (door bagger- en dumpverliezen) dat ontstaat bij het baggeren en dumpen. Drie miljoen m³ zal verdwijnen tijdens het proces van trenchen en dumpen en tijdens de backfill zal opnieuw 2 miljoen m³ sediment weg getransporteerd worden. De uitvoering van het kabelleggen zal dus een exces sedimenttransport van 5 miljoen veroorzaken bovenop het natuurlijke. Merk op dat de verwachte 30% baggerverliezen een inschatting is op basis van waarnemingen in een zandig gebied (Van den Eynde, 2010). De

Tertiaire lagen bestaan uit klei of kleihoudende zanden wat zou kunnen leiden tot een verhoogd sedimenttransport en verhoogde turbiditeit in de waterkolom. Deze lagen zijn echter gecompacteerd, dus de invloed zal eerder beperkt zijn (BMM, 2011).

Er wordt verder verwezen naar de discipline 'Water' voor wat betreft de turbiditeit die optreedt bij het baggeren.

Deze impact wordt als matig negatief beschouwd (-).

Operationele fase

Invloed op geologie en morfologie

Kabels in de ondergrond zijn een geologisch vreemd materiaal. Wegens de geringe diepte en omvang wordt dit als verwaarloosbaar beschouwd (0/-).

De invloed van de kabels op de globale morfodynamiek is, gezien hun afmetingen en gezien de geringe kans dat de kabels aan het oppervlak komen te liggen, verwaarloosbaar. Zelfs bij occasionele blootstelling of zelfs bij het vormen van zogenaamde 'free spans', waarbij een kabel over een bepaalde afstand vrij van de bodem ligt tussen twee duintoppen, is het effect op de zeebodemmorfologie verwaarloosbaar (0/-).

De kabels worden voldoende diep gelegd zodat de kans dat een kabel bloot komt te liggen, vrij gering is. Schade aan kabels door ankers t.h.v. vaargeulen zal worden vermeden door het leggen van de kabel in de vaargeul op een gepaste diepte. Bovendien wordt het kabeltracé jaarlijks gemonitord om een eventueel vrijkomen van de kabel tegen te gaan. In BMM (2007) wordt een literatuurbron vermeld waarbij kabels bloot zouden komen te liggen na 6-18 jaar bij een kabeldiepte van 1,8 m door zandgolven die migreren aan een snelheid van 1-3 m per jaar. De voorgestelde jaarlijkse frequentie lijkt dus afdoende.

Een mogelijk effect door lokale erosie waarbij de kabels als obstructie op de zeebodem optreden, wordt daarom als gering negatief (0/-) beoordeeld.

Hier bestaat één uitzondering op nl. het overkruisen van andere (pijp)leidingen of kabels. In dit geval wordt de kabel ter hoogte van de kruising niet in een sleuf gelegd maar gewoon aan de oppervlakte over een beschermingsmat over de leiding heen. Deze wordt ook zelf bedekt door een beschermingsmat en eventueel erosiebescherming. De kabel vormt op die manier een lokale verhoging in de morfologie.

Invloed op bodemkwaliteit

De aanwezigheid van de kabel in de bodem zal voor een beperkte opwarming zorgen van de omringende bodem door energieverlies. Wegens de diepteligging van de kabels, zal dit voor een beperkte en zeer lokale opwarming zorgen van de zeebodem aan het oppervlak, die niet altijd te onderscheiden is van de natuurlijke fluctuaties in de omgeving (BERR, 2008). Meissner *et al.* (2006) en OSPAR (2008b) beschrijven de metingen die uitgevoerd zijn om dit effect te begroten voor het Nysted windmolenpark. De kabel bevindt zich voor dit park op een diepte van 0,5 tot 1 m in een sterk zandige mergelbodem. Juist boven de kabel vindt men (ten opzichte van een referentiesite) maximale temperatuurverschillen van -0,2°C aan de zeebodem, 0,3°C 10 cm onder de zeebodem, 1,4°C 20 cm onder de zeebodem en 2,5°C 50 cm onder de zeebodem. Indien men 30 cm uit de verticale gaat, worden de temperatuurverschillen direct kleiner: -0,1°C aan de zeebodem, 0,2°C 10 cm onder de zeebodem, 0,5°C 20 cm onder de zeebodem en 1,3°C 50 cm onder de zeebodem. De temperatuurverschillen zijn dus klein, zeker ter hoogte van de zeebodem en strekken zich

maar uit over een beperkt traject langsheen de kabel. De eventuele impact van deze temperatuurverhoging op het benthos wordt besproken in het hoofdstuk fauna en flora.

De aanwezigheid van de kabel heeft een verwaarloosbare impact op de temperatuur van de bodem (0/-).

Ontmantelingsfase

De keuze over het al dan niet verwijderen van de kabels zal later bepaald worden. Indien de kabels verwijderd worden, zullen ze waarschijnlijk vrij gemaakt worden door middel van jetten en niet door middel van baggeren. Er treden dan niet-significante effecten op die kleiner zijn dan de effecten die optreden tijdens de constructiefase. Indien de kabels niet verwijderd worden, treden er geen effecten op.

5.1.4.1.3 Besluit bespreking en beoordeling van de effecten op bodem

Tabel 5-5 geeft een samenvatting weer van de effecten op de bodem tijdens de volledige levenscyclus van het Alpha-eiland en de kabels. Volgende definities zijn van toepassing: significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--).

Tabel 5-5: Overzicht van de effecten op bodem.

	Alpha	Kabels
Constructiefase		
Invloed op de geologie	0/-	0/-
Invloed op morfologie	-	0/-
Invloed op sedimentologie	-	0/-
Invloed op het globale sedimenttransport	-	-
Effecten op de bodemkwaliteit	0	0
Operationele fase		
Invloed op de geologie	0/-	0/-
Invloed op morfologie en sedimenttransport	-	0/-
Effecten op de bodemkwaliteit	0	0/-
Ontmantelingsfase		
Invloed op de geologie	0/-	0/-
Invloed op morfologie en sedimentologie	0/-	0/-
Invloed op sedimenttransport	0/-	0/-
Invloed op de bodemkwaliteit	0	0

De voornaamste effecten op 'Bodem' zijn het sedimenttransport dat ontstaat tengevolge van het grondverzet voor de bouw van het eiland en het baggeren en heropvullen van de kabelsleuven, en de verandering in de morfologie en natuurlijk sedimenttransport door het omvormen van zandduinen op een zandbank onder water tot een eiland (matig negatief effect (-)). Andere effecten zijn als verwaarloosbaar (0/-) of onbestaande (0) te beschouwen.

5.1.4.2 Effecten op water

5.1.4.2.1 Effecten op water in projectgebied Alpha

Constructiefase

Invloed op hydrodynamica

Tijdens de constructiefase zal naargelang de vorderingen van de werken de impact op de hydrodynamica (stroming en golfwerking) verder toenemen. In de fase wanneer enkel de zandpannenkoek bestaat zal de impact of golfwerking beperkt zijn, wanneer ook de bovenbouw gebouwd is zal die impact sterk toenemen. De effecten op hydrodynamica ten gevolge van het eiland worden in detail besproken in § Operationele fase.

Invloed op waterkwaliteit

Bij het dumpen van het sediment voor de zandpannenkoek en kern van de bovenbouw kunnen zware metalen vrijkomen uit het sediment. Gezien er voornamelijk grovere sedimenten aangebracht worden met een laag percentage aan fijn materiaal en lage concentraties aan zware metalen, kan dit als een niet-significant effect beschouwd worden.

Analoog als voor zware metalen, is de potentiële impact van het vrijkomen van organische polluenten uit aangebrachte sedimenten tijdens de inrichting vrij gering (0/-), gezien er voornamelijk zand geëxtraheerd wordt op de Blighbank met een laag percentage aan fijne deeltjes en organisch materiaal. Op de flanken van de Blighbank kunnen fijnere (Pleistocene) rivierinvullingen voorkomen in het Quartair dek die een hoger organisch gehalte hebben. Het gaat echter om een beperkt gebied. Meer detail hierover zal beschreven worden in een specifiek MER voor zandextractie op de Blighbank.

Aangezien de Noordzee aangeduid is als een speciale zone (volgens MARPOL 73/78) voor afval sinds 1991 en voor olie sinds 1999, kan deze activiteit gezien het wettelijk verbod op lozen van afval en olie (door schepen groter dan 400 ton) niet leiden tot lozingen van afval of olie. Het baggeren en dumpen kan een kleine tijdelijke toename van nutriënten in de waterkolom veroorzaken.

De aangroeiwerende verf die wordt aangebracht op de schepen gebruikt tijdens de inrichtingsfase is TBT- vrij. Het is immers sinds1 januari 2003 wereldwijd verboden om TBT nog op schepen te gebruiken en sinds 1 januari 2008 moest alle TBT van de scheepsrompen verwijderd zijn. Op temperatuur, opgeloste zuurstof, saliniteit wordt geen invloed verwacht.

Invloed op turbiditeit

Tijdens de constructie van het eiland zal een lokale verhoging van de turbiditeit kunnen vastgesteld worden bij het creëren van de zandpannenkoek en de het opspuiten van de kern van de bovenbouw. Normaliter zal er gewerkt worden bij rustige (weinig opwoeling en stroming door golven) weersomstandigheden, waardoor kan verondersteld worden dat de natuurlijke turbiditeit laag is. Dit betekent eveneens dat de bezinking van het opgewoelde sediment relatief snel zal optreden en in een geringe straal rondom de activiteiten.

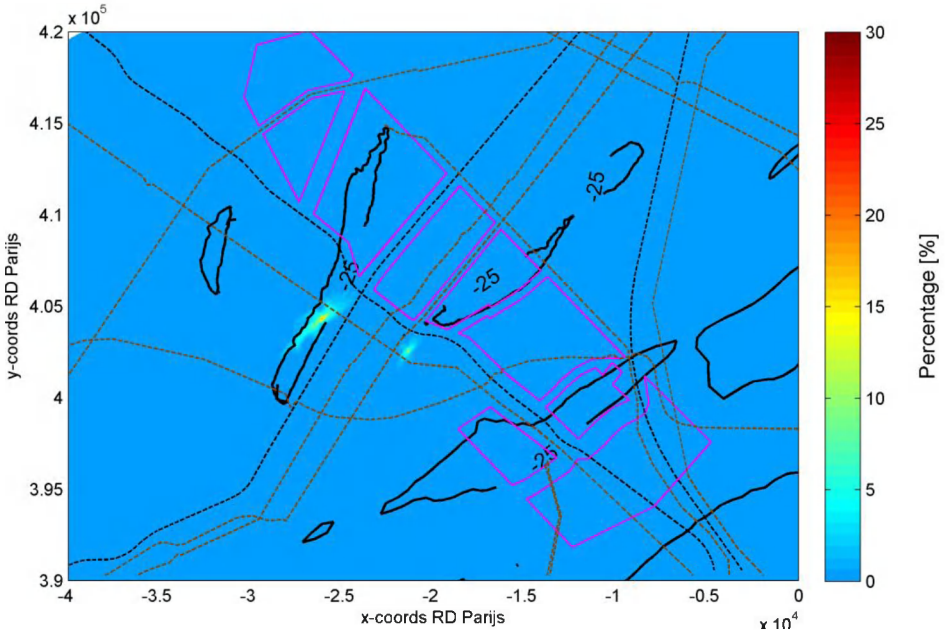
Van den Eynde *et al.* (2010) stelde dat voor het precies inschatten van de turbiditeitstoename tijdens de werken de natuurlijke variabilitieit eerst diende ingeschat te worden. Tijdens de monitoring op de Goote Bank en Thorntonbank bleek deze eerder hoog te zijn, ondermeer door de rechtstreekse impact van de golven, maar ook door beïnvloedingen door minder salien water, met verhoogde turbiditeit vanuit de kustzones. De vraag stelde zich of de Goote Bank wel een goede referentie is voor de SPM-parameter. Er wordt aanbevolen af te stappen

van referentiesites en langdurige tijdreeksen SPM te meten voor, tijdens en na de constructie, on-site dus. Hierdoor kan de natuurlijke variabiliteit beter bepaald worden, met correctere interpretaties van turbiditeitstoenames tijdens de werken.

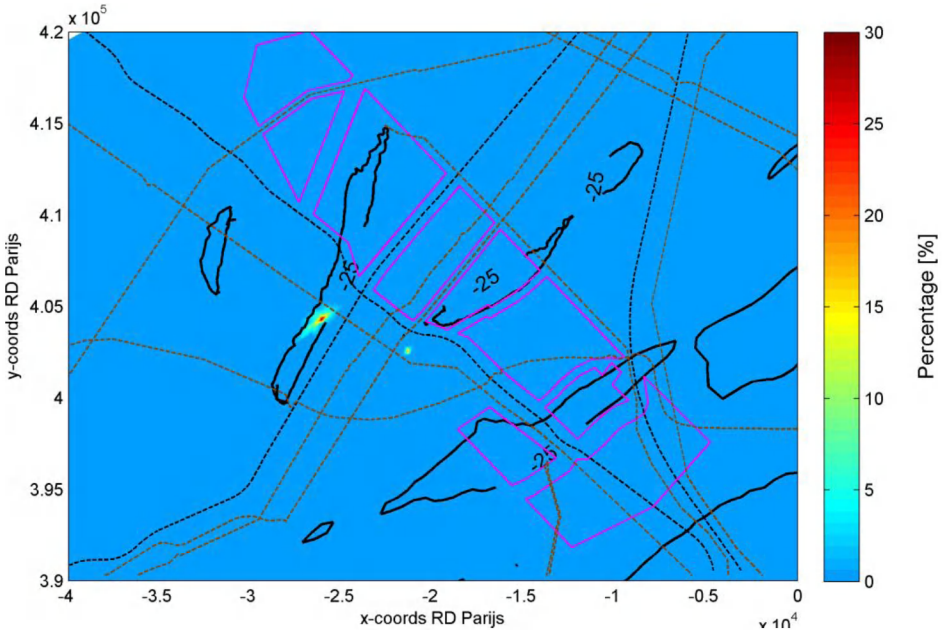
Het zand beschikbaar op de Blighbank, dat gebruikt zal worden voor het creëren van het eiland, heeft in hoofdzaak een gemiddelde korreldiameter tussen 300 en 400 µm (Figuur 5-23) waardoor gravitaire krachten het zand relatief snel terug doen uitzinken. In het kader van het MER zandextractie voor dit gebied zal een gedetailleerd bodemonderzoek uitgevoerd worden. Voor een waterdiepte van ongeveer 30 m betekent dat zand opgewoeld tot aan het oppervlakte een bezinkingstijd heeft (bij relatief rustige stromingsomstandigheden bvb. gemiddelde stromingssnelheid van 0,5 m/s) van kleiner dan 10 minuten en zal bezinken in de richting van de overheersende stroming binnen een straal kleiner dan 250 m.

In het kader van dit project werd bijkomend een numerieke pluimmodelleringsstudie uitgevoerd om expliciet de turbiditeitsvariatie tijdens het dumpen op de Alpha-eilandlocatie te begroten (IMDC, 2013b, cf. externe bijlage). Er werd 42u of 27 cycli van continue baggeren (op de Blighbank) en dumpen (op de Lodewijkbank) gemodelleerd voor twee types scheepsmateriaal, 1 TSHD van 10.000 m³ of 2 TSHD van elk 5.000 m³. De afstand tussen de twee locaties is ca. 5 km. De totale hoeveelheid in-situ gebaggerd materiaal over deze periode is 180.000 m³. De simulaties werden uitgevoerd tijdens een springtij om de worst-case effecten te benaderen.

De modelresultaten tonen dat de achtergrondwaarde in de regio van 4 mg/l (Van den Eynde, 2010) niet langer dan 8,7u (20% van de tijd) overschreden wordt voor de gemodelleerde periode voor het scenario met 1 TSHD van 10.000 m³ (Scenario 1) (Figuur 5-42). Voor scenario 2 (2 TSHD van 5.000 m³), waarbij frequenter gebaggerd en gedumpt wordt, wordt de achtergrondwaarde van 4 mg/l niet langer dan 30% van de tijd overschreden (13,2u) (Figuur 5-43). De 'helder water' limiet van 10 mg/l wordt enkel overschreden op de bagger en dump locaties zelf. Het is vooral de baggeractiviteit die de hoogste turbiditeit veroorzaakt. In Scenario 2 is deze baggerpluim hoger in concentratie maar kleiner in omvang.



Figuur 5-42: Overschrijding achtergrondwaarde van 4 mg/l uitgedrukt als percentage van totaal gemodelleerde tijdsduur (42u) Scenario 1 (1 TSHD 10.000 m³).



Figuur 5-43: Overschrijding achtergrondwaarde van 4 mg/l uitgedrukt als percentage van totaal gemodelleerde tijdsduur (42u): Scenario 2 (2 TSHD 5.000 m³).

In scenario 1 tijdens vloed bij springtij (worst-case wat betreft uitbreiding pluim), heeft een individuele baggerpluim (waarbij de achtergrondwaarde van 4 mg/l overschreden wordt) een afstand van ongeveer 2,5 km afgelegd richting NO over een periode van 1u15min, waarna de concentraties onder de achtergrondwaarde zakken. De pluimcontour is maximaal 1.300 m lang. De dumppluim zakt onder de 4 mg/l na reeds 35min. Tijdens baggeren en dumpen bij kentering verspreidt de baggerpluim zich over slechts 2 km in 1u35min.

In scenario 2 tijdens vloed bij springtij (worst-case wat betreft uitbreiding pluim), heeft een individuele baggerpluim van één TSHD (waarbij de achtergrondwaarde van 4 mg/l overschreden wordt) een afstand van ongeveer 1,4 km afgelegd richting NO over een periode van 40min, waarna de concentraties onder de achtergrondwaarde zakken. De pluimcontour is maximaal 1.000 m lang.

Modelleringen voor een Deens project (DHI, 2009) vermelden een concentratie > 10 mg/l gedurende 20% van de tijd, dit bij de aanleg van een funderingsplaat en een worst-case veronderstelling van 3% verlies aan baggerslib (dat voor turbiditeit zorgt) dat volledig aan de wateroppervlakte wordt geïnjecteerd. In een gebied van ongeveer 7 km² rond de baggerlocatie vond men 50% van de tijd concentraties terug > 2 mg/l.

Ecolas (2006) vermeldt nog een aantal literatuurbronnen die ingaan op concentraties optredend bij baggeractiviteiten, in bijzonder omwille van de oppervlakkige sedimentwolk die ontstaat door de overlaat van sediment en water vanuit een hopperzuiger. Interessant is o.a. de variatie van de invloedsstraal in functie van de korrelgrootte van het sediment (11 km voor fijn slib, 5 km voor fijn zand, 1 km voor medium zand).

BMM (2006a) haalt aan dat recent onderzoek heeft uitgewezen dat turbiditeitsverhogingen beperkt blijven tot 3%. Concentraties aan gesuspendeerd materiaal tijdens de constructie

activiteiten zullen dus ten hoogste in dezelfde grootteorde liggen als natuurlijke concentraties bij stormweer.

De constructie van het eiland zal een lokale en tijdelijke verhoging van de turbiditeit veroorzaken met, in vergelijking met turbiditeitsconcentraties die van nature optreden tijdens stormen, een gering negatief effect (0/-).

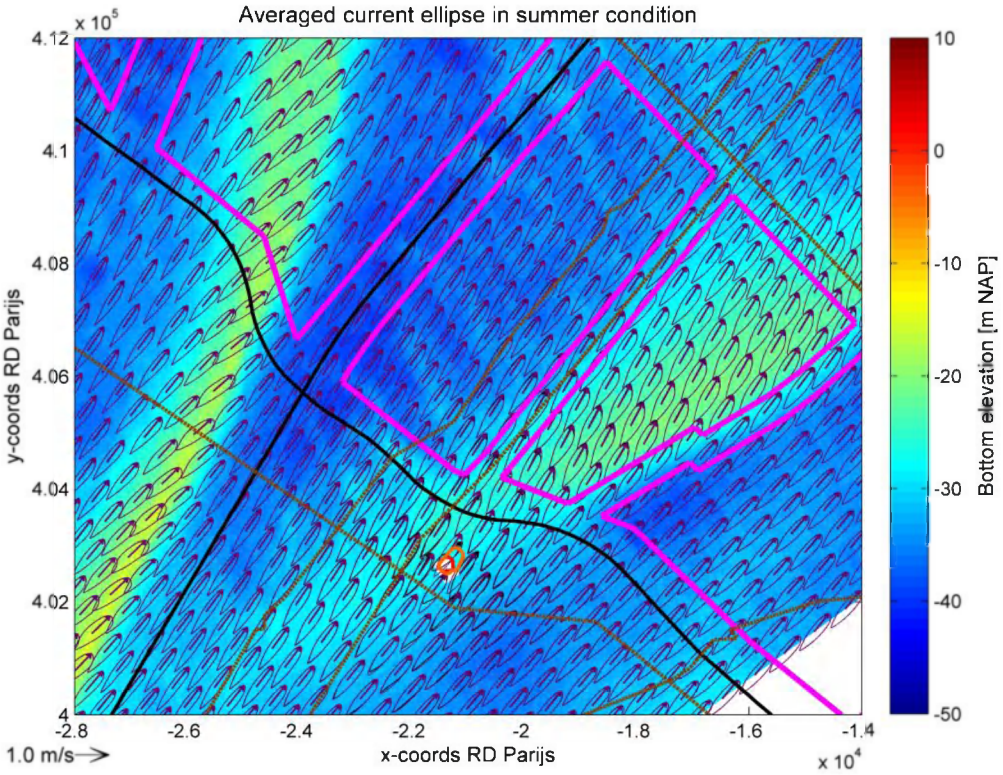
Operationele fase

Invloed op Hydrodynamica

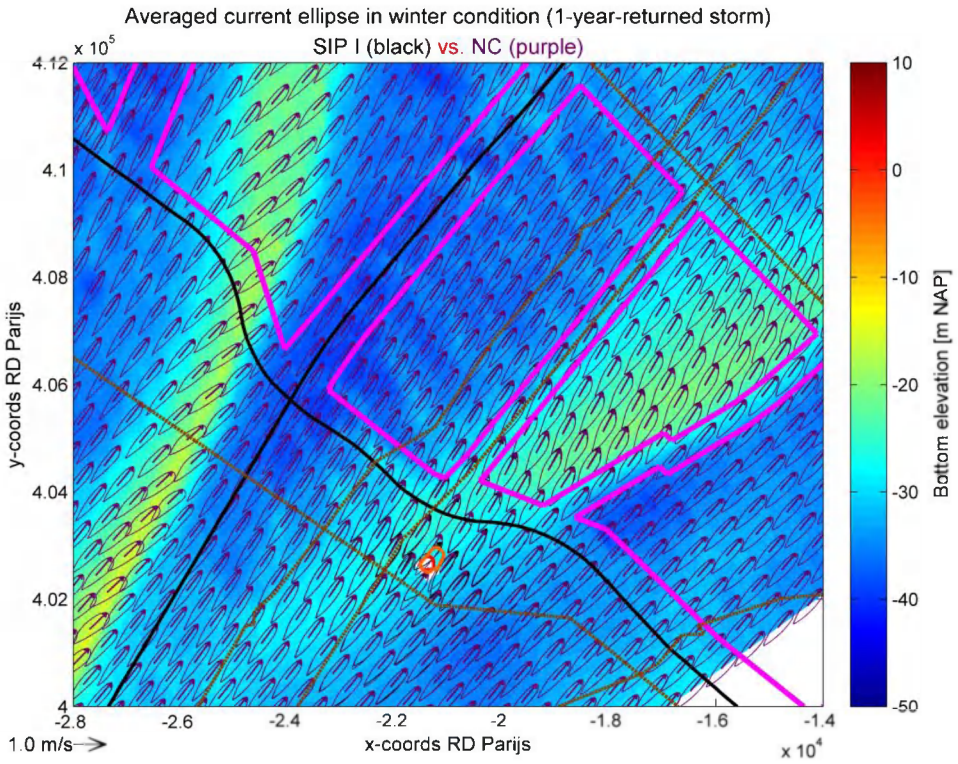
In IMDC (2013a) in bijlage wordt uitvoering ingegaan op de invloed van het Alpha-eiland op de stroming. Er werden verschillende scenario's doorgerekend waarbij de afmeting en oriëntatie van het eiland variëren (er werden bovendoen twee mogelijke eilandlocaties geëvalueerd, nl. Lodewijkbank en Blighbank).

De impact op de stromingsellipsen (gemiddeld over een springtij-doodtij cyclus) (Figuur 5-44 en Figuur 5-45) en het residueel watertransport (Figuur 5-45 en Figuur 5-47) is beperkt tot een zone nabij het artificieel eiland en uitgestrekt in de richting van de dominante vloedstroming, zowel voor de zomer als voor de wintercondities (met 1-jarige storm). Het verschil tussen winter en zomercondities is miniem (Figuur 5-48). De grootte van het eiland bepaalt sterk de uitgestrektheid van de invloedzone, en ook de oriëntatie speelt een belangrijke rol.

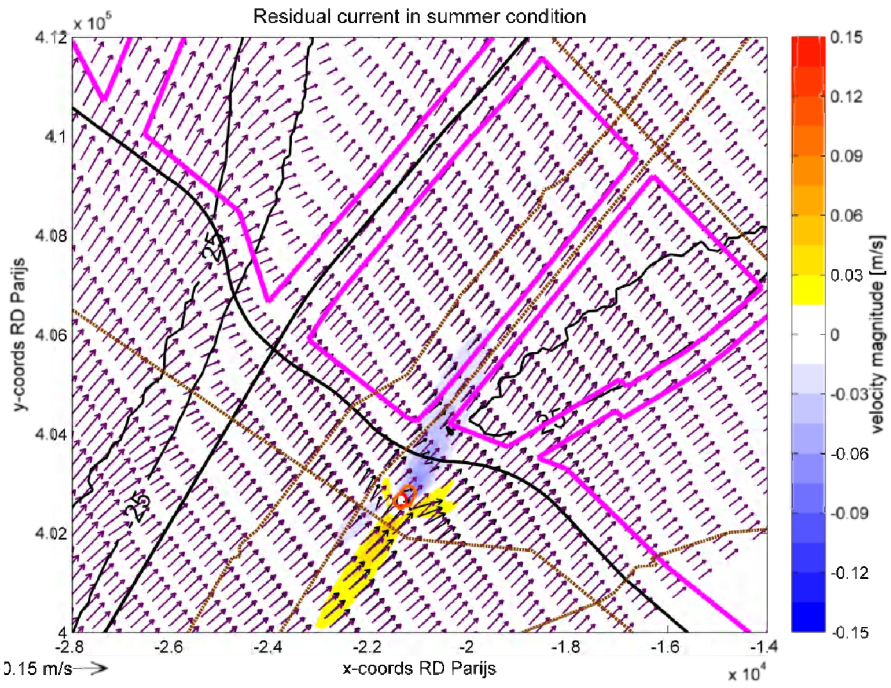
De effecten van het eiland op de hydrodynamica heeft een permanent karakter maar is aanvaardbaar wegens de beperkte schaal en wordt als matig negatief beoordeeld (-).



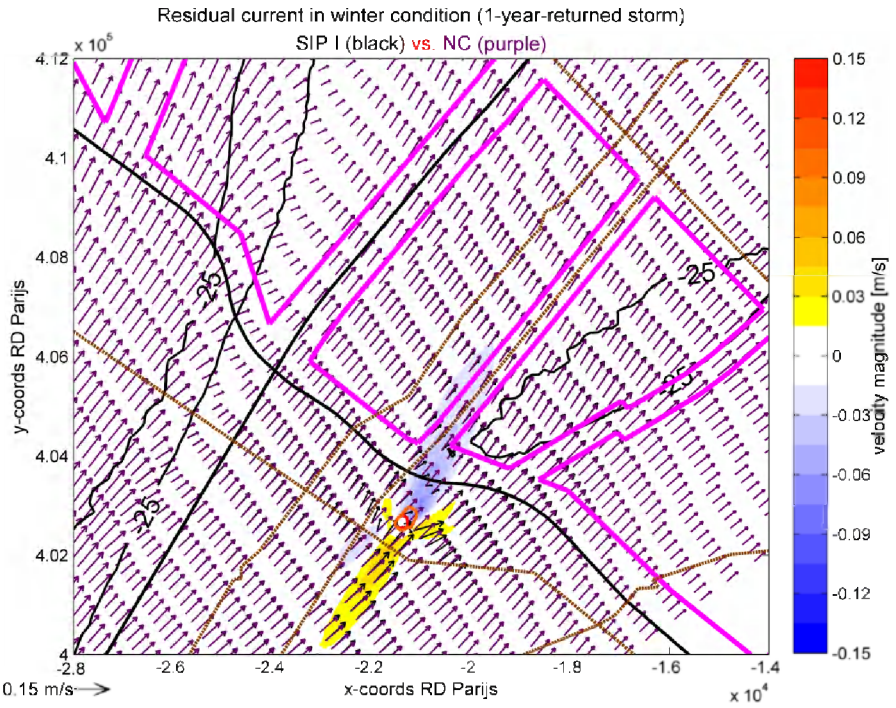
Figuur 5-44: Stroomsnelheidsellipsen tijdens zomercondities (gemiddeld over doodtij-springtijcyclus, paars: natuurlijke situatie, zwart: met eiland), bathymetrie als achtergrond. Eilandgrootte 1 cel: 180x220 m.



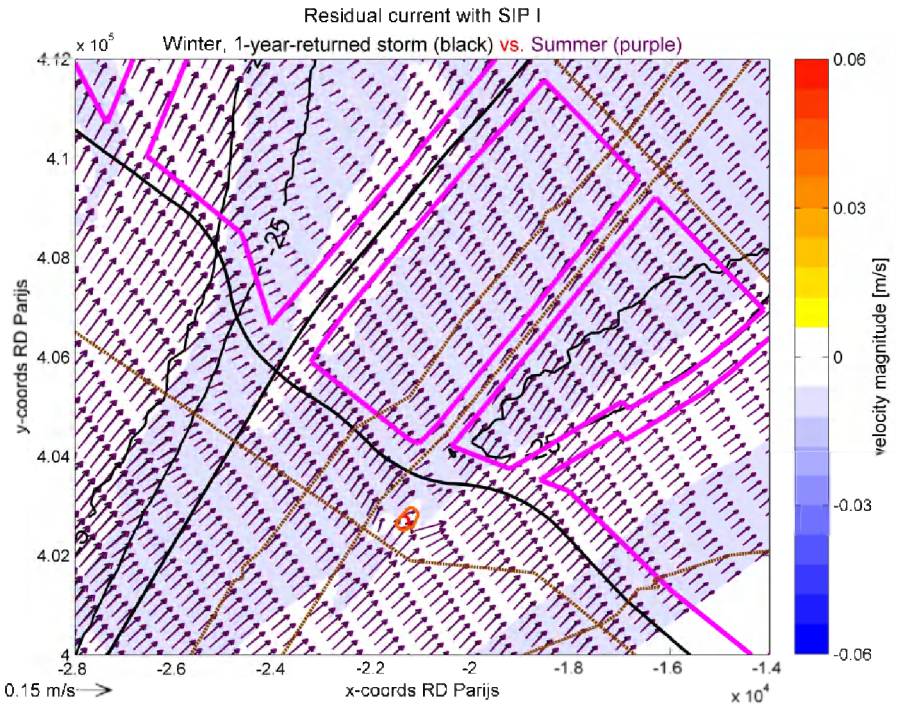
Figuur 5-45: Stroomsnelheidsellipsen tijdens wintercondities (Gemiddelde over doodtij-springtijcyclus), bathymetrie als achtergrond. Eilandgrootte 1 cel: 180x220 m.



Figuur 5-46: Residueel watertransport tijdens zomercondities t.o.v. de natuurlijke situatie (over doodtij-springtijcyclus, paars: natuurlijke situatie, zwart: met eiland).



Figuur 5-47: Residueel watertransport wintercondities t.o.v. de natuurlijke situatie (over doodtij-springtijcyclus, paars: natuurlijke situatie, zwart: met eiland).



Figuur 5-48: Verschilkaart residueel watertransport wintercondities t.o.v. zomer condities (over doodtij-springtijcyclus, paars: zomer, zwart: winter).

Invloed op waterkwaliteit

Er is geen lange-termijn effect op de waterkwaliteit te verwachten (0). De kans op een accidentele lozing vanuit het OHVS, gesitueerd bovenop het eiland omringd door een dijk, wordt als zeer gering beschouwd.

Invloed op turbiditeit

Een niet-significante lokale turbiditeit kan optreden vlakbij de rand van de erosiebescherming door het opwoelen van zand waar 'scour' optreedt. Het wordt beschouwd als een verwaarloosbaar effect (0/-) tijdens de operationele fase.

Ontmantelingsfase

De effecten tijdens de ontmantelingsfase (die bestaat uit het verwijderen van de bovenbouw, de zandpannenkoek en het verwijderen van de erosiebescherming) zullen gelijkaardig zijn als in de inrichtingsfase.

5.1.4.2.2 Effecten op water langsheen kabeltraject

Constructiefase

Invloed op hydrodynamica

Tijdens de plaatsing van de kabels treden geen effecten op de hydrodynamica op. De ondergronds geplaatste kabels hebben evenmin tijdens de fase een invloed op de stroming.

Invloed op waterkwaliteit

Bij baggeren voor de plaatsing van de kabel kunnen zware metalen vrijkomen uit het sediment. Er wordt aangenomen dat enkel de bovenste laag van de zeebodem zware metalen bevat (Phua *et al.*, 2004). In de kustnabije zone waar slib voorkomt aan de zeebodem kunnen de concentraties aan zware metalen groter zijn dan verder offshore waar er voornamelijk grovere sedimenten verwijderd worden met een laag percentage aan fijn materiaal en lage concentraties aan zware metalen. Het effect wordt als niet-significant beschouwd worden (0/-).

Invloed op turbiditeit

De kabels buiten de vaargeul en de Westpit zullen in een voorgebaggerde sleuf geplaatst worden op minimaal 1,5 m onder de zeebodem. In de Westpit is dit op 3 m onder de zeebodem. In de vaargeul zal minstens tot -26,5 m LAT gebaggerd worden om de voorgeschreven diepteligging maximaal te garanderen.

Het aanleggen van deze kabels zal een tijdelijke verhoging van de turbiditeit veroorzaken. In zones waar voornamelijk zand wordt opgewoeld, zal de straal waarbinnen het sediment terug bezinkt vrij gering zal zijn. Dit is in de kabeltrajectzones Scheur, Scheur-Splitsing, op de Akkaertbank, de Thorntonbank en de Lodewijkbank.

Langsheen kabeltrajectzones Westpit, Beta-Westpit en tussen de Thorntonbank en Westpit is de Quartaire deklaag behoorlijk dun en kan door baggeren het Tertiair substraat aan het oppervlak komen. De Tertiaire lagen bestaan uit klei of kleihoudende zanden wat zou kunnen leiden tot een verhoogd sediment transport en verhoogde turbiditeit in de waterkolom. Deze lagen zijn echter gecompacteerd, dus de invloed zal eerder beperkt zijn op korte termijn (BMM, 2011).

In de kustnabije zone Scheur-kust echter, komen slib en niet-gecompacteerde Holocene kleien voor in de bodem waardoor nieuw fijn tot gemiddeld korrelig sediment in suspensie zal

gebracht worden. Aangezien dit tevens de zone is waar van nature een hoger turbiditeitsmaximum heerst, is de impact van de werken verwaarloosbaar (0/-). Een modelleringsstudie toont een depositie van 1-5 mm in een zone van enkele honderden meters rond de kabel, en 20 mm dicht tegen de kabel (BMM, 2007).

Gezien de geringe dimensies van de kabelsleuven en het niet-permanent karakter en in vergelijking met natuurlijke dynamiek wordt de aanleg van de kabels als een proces beschouwd met een verwaarloosbare impact op de turbiditeit (0/-). Er wordt geen langere termijneffect verwacht.

Operationele fase

Invloed op waterkwaliteit

In principe zal de coating van een onderwaterkabel – indien in permanent contact met zeewater - na verloop van tijd verslijten tengevolge van de veranderende temperatuur, golfwerking, enz. (OSPAR, 2008b). De bedekking van de kabel wordt echter periodiek gecontroleerd zodat de kans op direct contact van kabel met zeewater bijzonder gering is.

Deze potentiële invloed wordt als verwaarloosbaar gecatalogeerd (0/-).

Invloed op turbiditeit

Tijdens de operationele fase hebben ondergrondse kabels geen invloed op de turbiditeit. Enkel indien de kabel na verloop van tijd zou vrijkomen op een bepaalde plaats, kan lokaal een tijdelijke verhoging van de turbiditeit optreden bij het opnieuw begraven van de kabel.

Ontmantelingsfase

Invloed op waterkwaliteit

Omdat de kabel na de exploitatieperiode normaliter verwijderd wordt en de vrijgestelde concentraties aan bijvoorbeeld zware metalen bijzonder gering zijn, wordt deze potentiële invloed als verwaarloosbaar gecatalogeerd (0/-).

Invloed op turbiditeit

De effecten tijdens de ontmantelingsfase (die bestaat uit het vrij jetten van de kabels waarna ze verwijderd worden) zullen kleiner zijn dan in de inrichtingsfase.

5.1.4.2.3 Besluit bespreking en beoordeling van de effecten op water

Tabel 5-6 geeft een samenvatting weer van de effecten op water tijdens de volledige levenscyclus van het Alpha-eiland. Volgende definities zijn van toepassing: significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--).

Tabel 5-6: Overzicht van de effecten op water.

	Alpha	Kabels
Constructiefase		
Invloed op hydrodynamica	0/-	0
Invloed op waterkwaliteit	0/-	0/-
Invloed op turbiditeit	0/-	0/-
Operationele fase		

	Alpha	Kabels
Invloed op hydrodynamica	-	0
Invloed op waterkwaliteit	0	0/-
Invloed op turbiditeit	0/-	0
Ontmantelingsfase		
Invloed op hydrodynamica	0/-	0
Invloed op waterkwaliteit	0/-	0/-
Invloed op turbiditeit	0/-	0/-

5.1.5 Leemten in de kennis

5.1.5.1 Bodem

De monitoring op de Thorntonbank (Van den Eynde *et al.*, 2010) heeft uitgewezen dat bij elke verplaatsing van een zandhoeveelheid, grosso modo iets meer dan 30% verloren gaat. In dit projectgebied zal dit waarschijnlijk vergelijkbaar zijn. Langsheen het kabeltraject, waar Quartaire en Tertiaire kleihoudende lagen voorkomen zijn de potentiële bagger- en dumpverliezen echter onbekend.

Het verdient aanbeveling om voor realisatie fysische modelproeven uit te voeren omtrent de erosie van en in de omgeving van het eiland, om het technisch ontwerp van de erosiebescherming te verfijnen en te optimaliseren.

5.1.5.2 Water

Naast de uitvoerig gekalibreerde modelleringsstudie rond de hydrodynamische karakterisatie bestaan er geen stromings- of turbiditeitsmetingen in de buurt van artificiële eilanden op het BDNZ. Daar dit het eerste eiland is dat op het BDNZ zal gecreëerd worden verdient deze leemte dan ook de hoogste prioriteit om zo de impact van het eiland te kunnen quantificeren.

Langsheen het kabeltraject, waar Quartaire en Tertiaire kleihoudende lagen voorkomen is een verhoogde turbiditeit mogelijk tijdens de baggerwerken die op dit moment moeilijk in te schatten is.

Er is geen gebiedsspecifieke informatie (specifiek voor het Alpha projectgebied) omtrent de waterkwaliteit. Er is echter geen enkele reden (omwille van bepaalde activiteiten) om aan te nemen dat de waterkwaliteit voor het gebied sterk zou afwijken van de rest van het BDNZ. Gezien de geringe significantie van waterkwaliteitsaspecten verdient deze leemte dan ook weinig prioriteit.

5.1.6 Milderende maatregelen

5.1.6.1 Bodem

Er moet aandacht geschonken worden aan een goede afstemming in de tijd tussen het creëren van de zandpannenkoek en de bovenbouw en het aanbrengen van de erosiebescherming en breuksteen. Dit voorkomt immers erosie en leidt tot een minimaal gebruik van steenbestorting. Een goede afstemming van de deeltrajecten trenchen-kabelleggen-backfill is een vereiste bij het tussentijds stockeren van zand, dit om diverse verliezen en daar bijhorende turbiditeitsvariatie zo veel mogelijk te beperken.

Op het kabeltracé moet bij overkruisingen van andere leidingen, waarbij de minimale begravingsdiepte niet kan behaald worden, een extra bescherming aangebracht worden. Dit kan geschieden met dezelfde breuksteen die aangewend wordt voor de erosiebescherming van het eiland en/of met betonnen beschermingsmatrassen. Een geschikt ontwerp – gebeurlijk in combinatie met een gepaste monitoring - verzekert de morfodynamische stabiliteit van deze extra bescherming.

5.1.6.2 Water

Als onderdeel van het globale veiligheidsysteem, dient er een duidelijke procedure beschikbaar te zijn die beschrijft op welke manier en door wie acties worden ondernomen op het moment dat er tijdens de inrichting, operationele fase of ontmanteling een calamiteit ontstaat met nadelige gevolgen voor de waterkwaliteit (vb. olielek door aanvaring eiland). Hiervoor wordt verwezen naar de discipline 'Risico en veiligheid'.

5.1.7 Monitoring

Als eerste eiland op het BDNZ zal een nieuw monitoringsprogramma moeten opgesteld worden. Het monitoringsprogramma voor het projectgebied Alpha zal een aanvulling zijn bij deze van de windmolenparken in opbouw (Belwind, C-Power, Norther,…).

Volgende zaken zouden deel kunnen uitmaken van een monitoringsprogramma:

- De evolutie van de erosie en morfologie rond het eiland (specifiek in de buurt van de nabijgelegen kabels en pijpleidingen);
- Bewaking van de ingravingsdiepte van de kabels van het Alpha-eiland naar de kust;
- Een nauwkeurige registratie van de baggeractiviteiten langsheen het kabeltraject en op de Blighbank (meer expliciet de baggervolumes) vormen een geschikte basis voor opvolging, evaluatie en beheer van de baggerefficiëntie.

Voor, tijdens en na de werken kunnen metingen uitgevoerd worden van de waterhoogtes, stromingen en concentraties aan materiaal in suspensie (turbiditeit) in het projectgebied zelf en op een referentiegebied. Stromingen en waterhoogtes worden per definitie al tijdens de werken gemonitord. Op deze manier kan een vergelijking gemaakt worden tussen natuurlijke omstandigheden en verhoogde turbiditeit door de werkzaamheden en operationele fase.

5.2 KLIMAAT EN ATMOSFEER

5.2.1 Methodologie

5.2.1.1 Klimaat

De referentiesituatie en de effecten worden beschreven op basis van een samenvatting van de beschikbare literatuurbronnen, websites, en gelijkaardige milieueffectenrapporten.

De effecten op het klimaat beperken zich tot de impact van de kabel op de temperatuur van het omringende sediment.

5.2.1.2 Atmosfeer

Voor het bepalen van de luchtkwaliteit wordt gebruik gemaakt van meetgegevens en jaarrapporten van de VMM.

Gezien de dichtst bijzijnde (relevante) meetposten van de VMM reeds enkele kilometers landinwaarts staan kunnen de meetgegevens slechts als indicatieve (overschatte) waarden aanzien worden, tenzij de locatie van Alpha sterk zou beïnvloed worden door de uitlaatgassen van de vrachtschepen op de Noordzee.

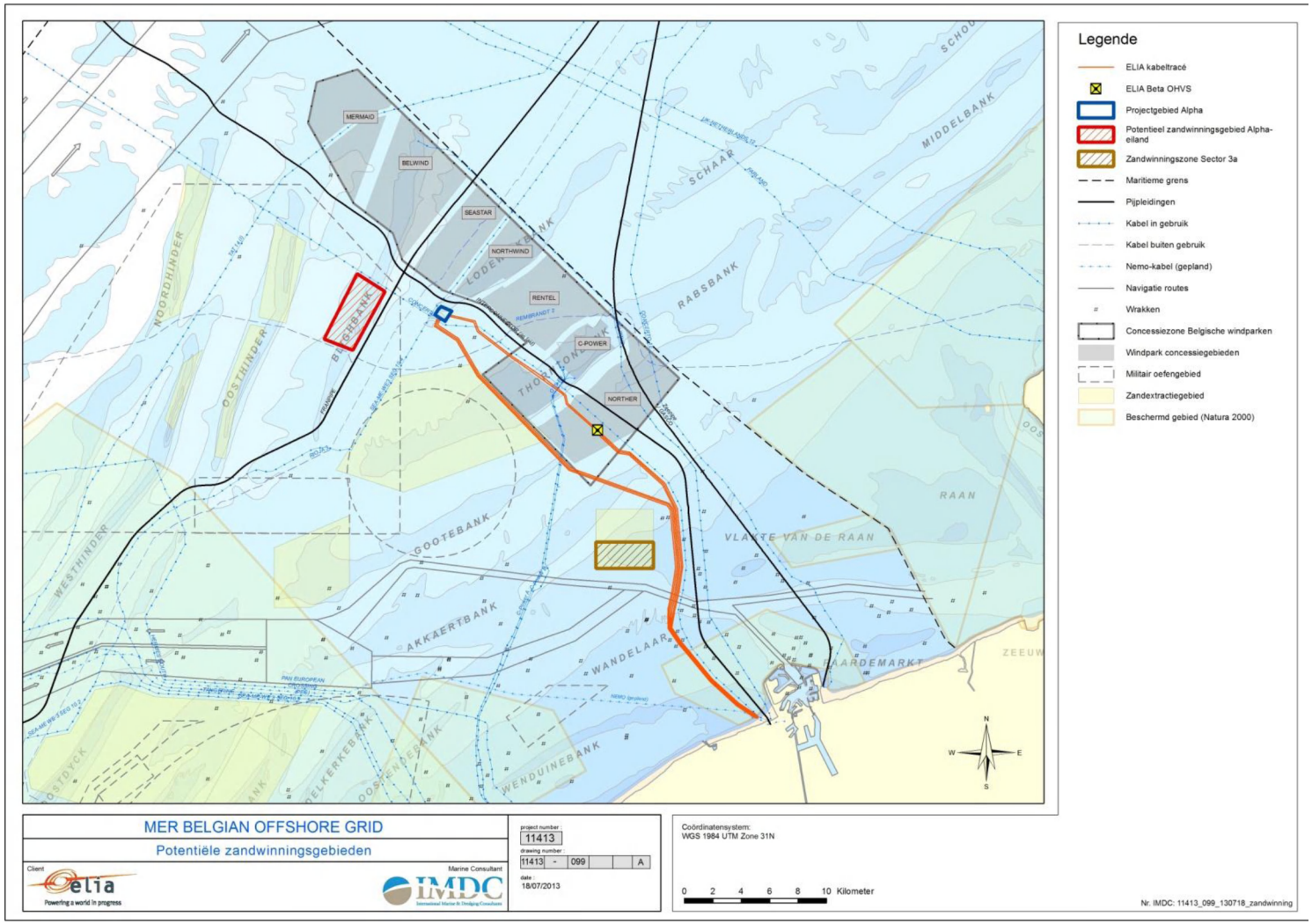
De meest relevante parameters in het kader van dit project zijn de algemene luchtverontreinigende componenten NO_X, SO_2, PM10 (stof), O_3 en CO_2. De actuele luchtkwaliteit van het studiegebied wordt getoetst aan de Europese luchtkwaliteitsdoelstellingen, gezien deze van toepassing zijn binnen de Europese Unie en in de nationale wetgevingen dienen geïmplementeerd te zijn.

Tengevolge van de constructie, exploitatie en ontmanteling van Alpha worden ook de emissies geïdentificeerd en tot zover mogelijk, gekwantificeerd.

Gezien de locatie van het projectgebied Alpha zullen schepen, die instaan voor zeetransport en/of dienst doen als drijvende werkeenheden, de primaire bron van emissies zijn. Deze emissies (CO_2, SO_2 en NO_x) werden in deze studie ingeschat door gebruik te maken van de “ship emissions calculator” (Kontovas & Psaraftis 2009).

Een exacte inschatting van de totale emissies tijdens de constructiefase kan echter niet gemaakt worden. Dit heeft o.a. te maken met het feit dat nog niet bekend is uit welke materialen het eiland zal worden opgebouwd en hoe de opbouw juist zal plaatsvinden, welke vaartuigen zullen worden ingezet voor het transport, noch hoeveel transporten er zullen plaatsvinden.

Omwille van de onzekerheid over de uiteindelijke uitvoeringsmethoden, zal er in de berekening van de effecten, verder in dit hoofdstuk, uitgegaan worden van een meest waarschijnlijk scenario op basis van de huidige kennis. Zoals dus reeds aangehaald hierboven, zijn de inschattingen van emissies in dit document dus geen exacte berekeningen maar eerder gefundeerde benaderingen, waarbij telkens uit wordt gegaan van worst case scenario’s.



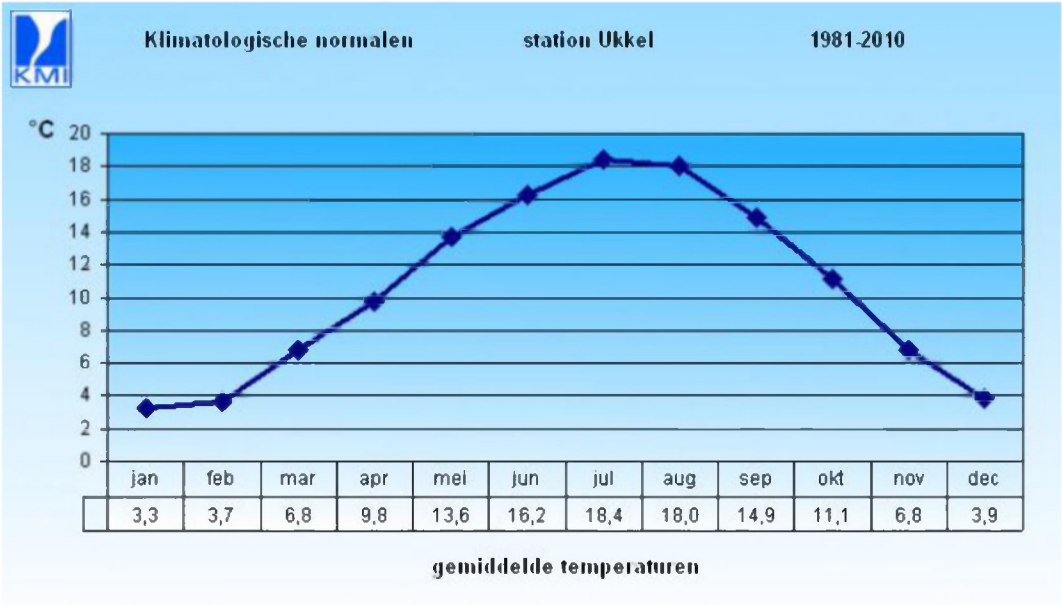
Figuur 5-49: Locatie van de potentiële zandwinningszone (Blighbank) voor het Alpha-eiland en de stort- en winzone voor het kabelleggen (sector 3A) (zie Bijlage H voor A3-kaart).

5.2.2 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling

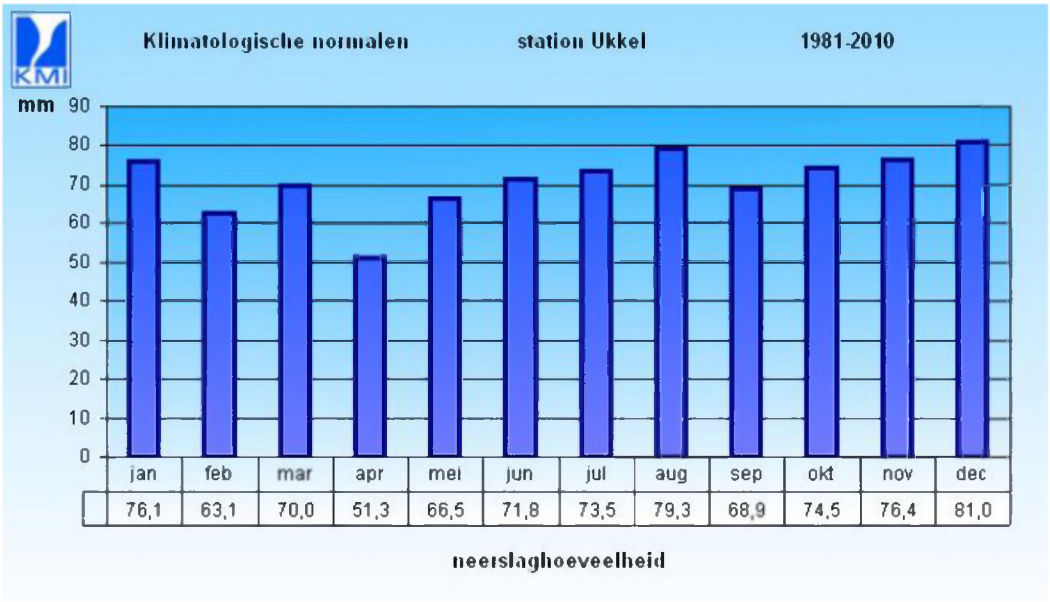
5.2.2.1 Klimaat

België kent over het algemeen een gematigd zeeklimaat. Het zeeklimaat wordt gekenmerkt door vrij veel regen en wind, en kleine temperatuursvariaties tussen de verschillende seizoenen. Het heeft een koele zomer en een zachte winter. 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).

In Figuur 5-50 en Figuur 5-51 worden de gemiddelde temperatuur en neerslag voor de periode 1981-2010 weergegeven voor Ukkel.



Figuur 5-50:Gemiddelde temperatuur in Ukkel voor de periode 1981-2010 (www.meteo.be).

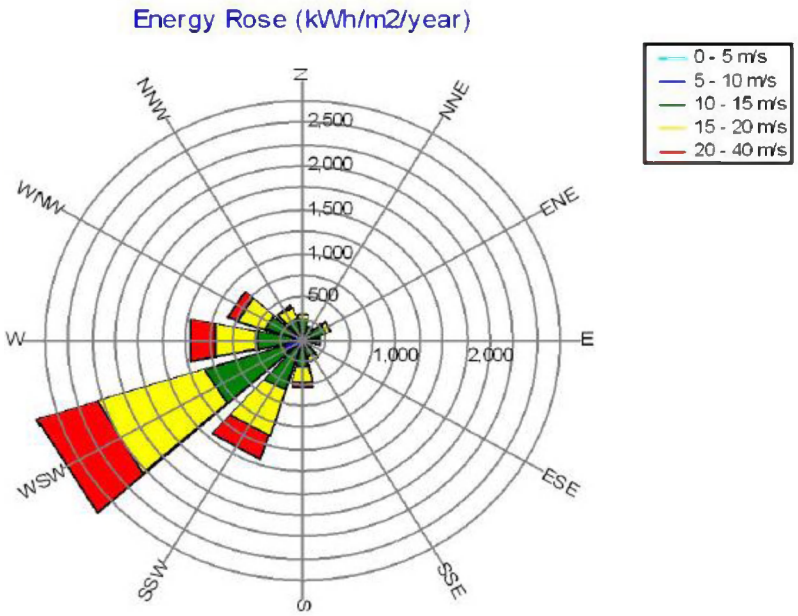


Figuur 5-51: Gemiddelde neerslag in Ukkel voor de periode 1981-2010 (www.meteo.be).

De klimaatskarakteristieken die heersen aan land gelden in grote mate ook voor het klimaat ter hoogte van het Alpha platform. Op zee is er echter gemiddeld een meer constant windklimaat en een hogere windsnelheid. In de eerste 20 km vanaf de kust, stijgt de gemiddelde windsnelheid relatief snel met de afstand. Vanaf 20 km uit de kust wordt deze toename in windsnelheid significant kleiner. Bijvoorbeeld, op 10 km van de kust kan de windsnelheid op zee 25% hoger zijn dan aan de kust.

Voor de nabijgelegen windmolenparken werden de windkarakteristieken reeds eerder in detail bestudeerd volgens verschillende methodes. In een eerste benadering werd een grondige analyse uitgewerkt van de lange termijn dataset van het nabijgelegen meetstation van Westhinder, zo'n 30 km zuidwestelijk van Alpha gelegen. Hierbij werd ook een correlatie met de meetgegevens van de 116 m hoge Nederlandse NoordZeeWind meetmast op de Noordzee meegenomen (deze mast is zo'n 150 km noordoostwaarts van het gebied gelegen). In een andere benadering wordt gebruik gemaakt van het zogenaamde WRF-model (Weather Research and Forecasting), waar op mesoschaal een numerieke tijdreeks van windsnelheden en windrichtingen wordt gesimuleerd. IJking op basis van beschikbare meetreeksen in nabijgelegen meetposten verzekert de kwaliteit van de numerieke berekeningen. Beide methoden genereren nagenoeg dezelfde resultaten.

Een rudimentaire screening van de geregistreerde windmeetgegevens ter hoogte van de Westhinder-meetpaal geeft duidelijk West Zuid West als dominante windrichting aan (Figuur 5-52).



Figuur 5-52: Wind Energie Roos (combinatie frequentie en windsnelheid) ter hoogte van de Westhinder-meetpaal (bron: 3E, 2011).

De windsnelheid neemt toe met de hoogte boven de waterspiegel volgens een logaritmische functie: de windsnelheid neemt snel toe vanaf het oppervlak. De gemiddelde windsnelheid voor de Noordzee op verschillende hoogtes wordt gegeven in Tabel 5-7.

Tabel 5-7: Windsnelheid op open zee (>10 km van de kust) voor 5 standaard hoogtes (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

5.2.2.2 Atmosfeer

Aan de kust is er slechts 1 VMM-meetstation gelegen dat relevant is voor de kwaliteit van de lucht boven zee. Het gaat hier om station 44N002 – Zeebrugge Zeesluis. In 2010 werden de metingen in dit station echter stopgezet. Ongeveer 10 km landinwaarts liggen de meetstations 44N012 – Moerkerke, 44N029 – Houtem, 47E714 – Dudzele en 47E715 – Zuienkerke.

In deze meetstations werden de volgende componenten gemeten:

- Zeebrugge (2008): SO_2
- Moerkerke: NO_X, PM10, O_3
- Houtem: SO_2, NO_X, PM10, O_3
- Dudzele: NO_X
- Zuienkerke: NO_X

5.2.2.2.1 SO_2

SO_2 werd het laatst in Zeebrugge gemeten in 2008 en in 2011 in Houtem. Tabel 5-8 geeft de gemeten waarden weer. De grenswaarde van 350 µg/m³, bepaald door Europese Richtlijn 2008/50/EG als uurgrenswaarde voor de bescherming van de gezondheid van de mens, werd in beide meetstations gerespecteerd. Deze grenswaarde mag niet meer dan 24 keer per jaar overschreden worden.

Tabel 5-8: Gemiddelde, 50-percentiel en 98-percentielwaarde voor SO_2 in de nabijheid van de kust in Zeebrugge (2008) en Houtem (2011) (uurwaarden in µg/m³) (VMM, 2009, 2012).

Meetstation SO_2	Gemiddelde (µg/m³)	50-percentieel (µg/m³)	98-percentieel (µg/m³)
Zeebrugge	4	3	31
Houtem	1	1	6

5.2.2.2.2 NO_X

Tabel 5-9 geeft de waarden weer voor de concentratie aan NO en NO_2 in de omgevingslucht vastgesteld in 2011 (VMM, 2012). De grenswaarde van 200 µg/m³ voor NO_2, bepaald door Europese Richtlijn 2008/50/EG als uurgrenswaarde voor de bescherming van de gezondheid van de mens, werd in alle meetstations gerespecteerd. Deze grenswaarde mag niet meer dan 18 keer per jaar overschreden worden.

Tabel 5-9: Gemiddelde, 50-percentiel en 98- percentielwaarde voor NO en NO_2 in de nabijheid van de kust in 2011 (uurwaarden in µg/m³) (VMM, 2012).

Meetstations NO_X	Gemiddelde (µg/m³)		50-percentieel (µg/m³)		98-percentieel (µg/m³)	
	NO_2	NO	NO_2	NO	NO_2	NO
Moerkerke	18	4	13	1	54	38
Houtem	15	3	11	1	48	30
Dudzele	18	4	14	1	53	25
Zuienkerke	18	5	13	1	58	47

5.2.2.2.3 O_3

Tabel 5-10 geeft de waarden weer voor de concentratie aan ozon nabij de kust vastgesteld in 2011 (VMM, 2012). De grenswaarde voor de hoogste 8-uurgemiddelde van een dag bedraagt 120 µg/m³, bepaald door Europese Richtlijn 2008/50/EG als uurgrenswaarde voor de bescherming van de gezondheid van de mens, en werd in beide meetstations gerespecteerd. Deze grenswaarde mag gemiddeld over 3 jaar niet meer dan 25 keer per jaar overschreden worden.

Tabel 5-10: Gemiddelde, 50-percentiel en 98-percentielwaarde voor O_3 in de nabijheid van de kust in 2011 (uurwaarden in µg/m³) (VMM, 2012).

	Gemiddelde (µg/m³)	50-percentieel (µg/m³)	98-percentieel (µg/m³)
Uurwaarden			
Moerkerke	45	46	104
Houtem	46	47	100
Dagelijkse maximale 8-uurgemiddelden			
Moerkerke	64	64	119
Houtem	64	63	119

5.2.2.2.4 PM10

De concentraties aan stof in de omgevingslucht die in 2011 in de relevante meetstations werden gemeten zijn terug te vinden in Tabel 5-11. Gemiddeld voldoen de gemeten PM10 waarden aan de vooropgestelde daggrenswaarde van 50 µg/m³, bepaald door Europese Richtlijn 2008/50/EG voor de bescherming van de gezondheid van de mens. Deze grenswaarde mag niet meer dan 35 keer per jaar overschreden worden.

Tabel 5-11: Gemiddelde, 50-percentiel en 98-percentielwaarde voor stof in de omgeving van de kust (dagwaarden in µg/m³) (VMM, 2012).

Meetstation PM10	Gemiddelde (µg/m³)	50-percentieel (µg/m³)	98-percentieel (µg/m³)
Moerkerke	29	23	78
Houtem	28	22	78

5.2.2.2.5 CO_2

CO_2 is niet opgenomen in het meetprogramma van de VMM en er bestaan voor deze parameter ook geen luchtkwaliteitdoelstellingen. CO_2 is het belangrijkste broeikasgas van antropogene oorsprong. De concentratie in de atmosfeer is gestegen van 280 ppm (pre-industriële toestand) naar 392 ppm in 2012 (NOAA, 2012). De CO_2-uitstoot van fossiele oorsprong is aanzienlijk gestegen tussen 1990 (6,4 GtC/jaar) en 2008 (8,8 GtC/jaar) (IPCC, 2007; Myrhe *et al.*, 2009).

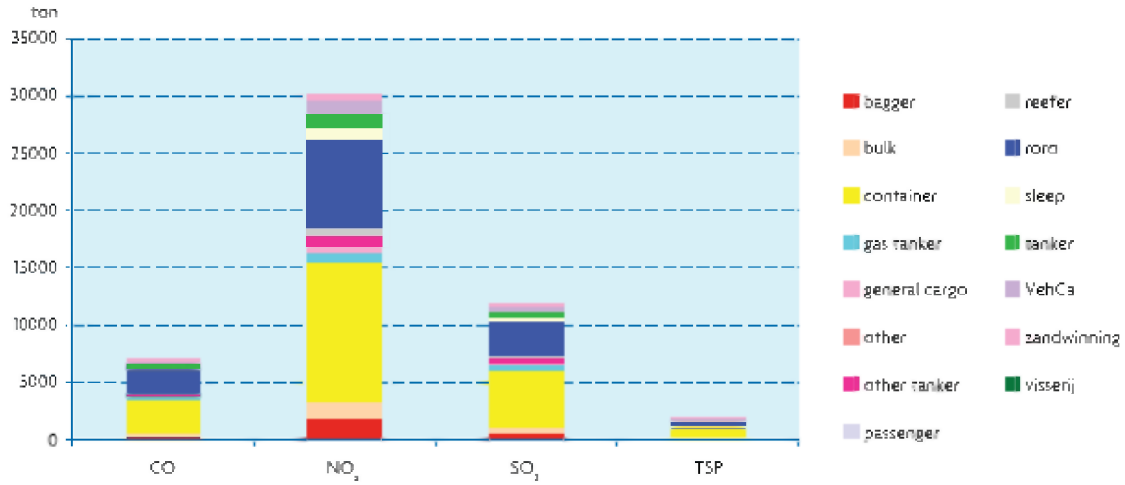
5.2.2.2.6 Evaluatie van de luchtkwaliteit

Op basis van het voorgaande kan besloten worden dat de luchtkwaliteit ter hoogte van het projectgebied voor alle relevante componenten ruimschoots aan de vooropgestelde (Europese) luchtkwaliteitdoelstellingen voldoet.

5.2.2.2.7 Emissies tengevolge van zeescheepvaart

In VMM (2010) wordt een overzicht gegeven van de emissies tussen 1990 en 2008 tengevolge van de zeescheepvaart in Vlaanderen. Het betreft hier de scheepvaart in Vlaamse havens, op de Schelde bij de haven van Antwerpen en op het BDNZ, exclusief de internationale Noord-Zuid zeevaartroute via het Kanaal. Figuur 5-53 illustreert de totale uitstoot van de verschillende parameters voor 2008, per scheepstype. De scheepstypes roro en container vertegenwoordigen samen het grootste deel van de emissies, terwijl de emissies over de andere scheepstypes ongeveer evenredig verdeeld zijn. De figuur toont de som van de binnenlandse zeescheepvaart (vertrekken en aankomen in België) en de internationale

zeescheepvaart (emissies op Belgisch grondgebied in de haven of onderweg, van alle schepen die reizen tussen een Vlaamse en een niet-Vlaamse haven).

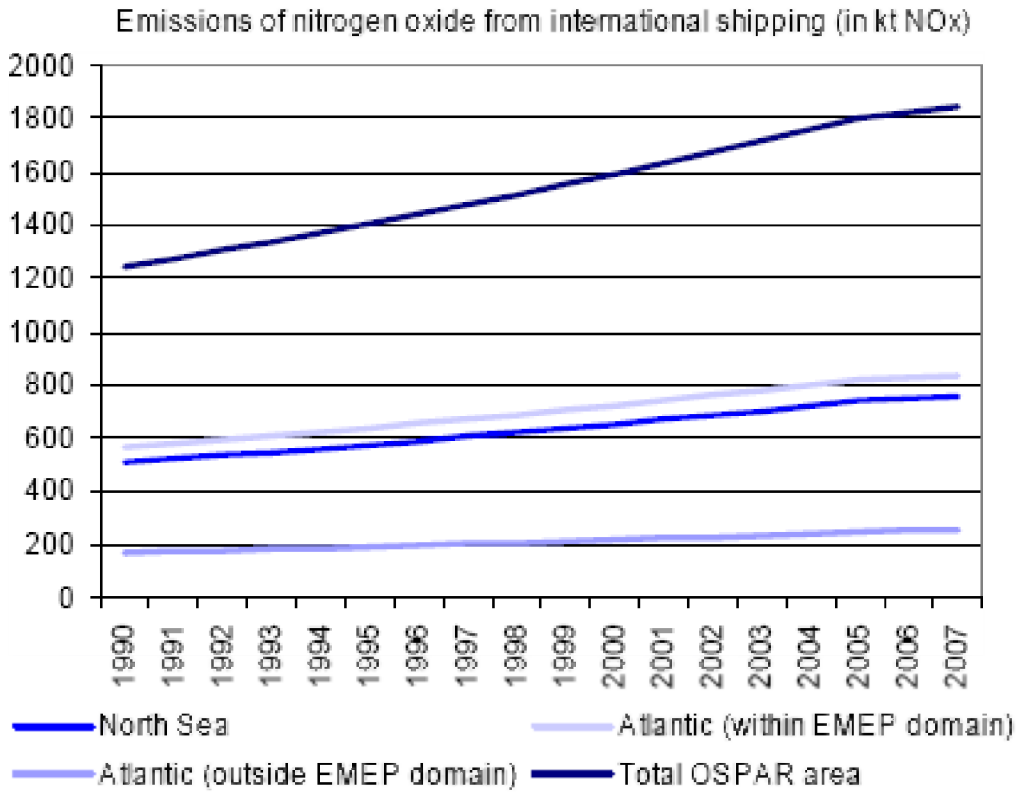


Figuur 5-53: Totale CO-, NO_x-, SO_2- en TSP-emissies (totaal zwevend stof in ton) per scheepstype door de zeescheepvaart in Vlaanderen (2008) (VMM, 2010).

Daarnaast zijn ook EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) uitstootgegevens beschikbaar van scheepsverkeer in de Noordzee (OSPAR, 2010).

In de Noordzee is de totale bijdrage aan NO_x rechtstreeks afkomstig van het internationaal scheepsverkeer sterk toegenomen sinds 1998, zoals weergegeven in

Figuur 5-54.



Figuur 5-54: NO_x uitstoot van internationaal scheepvaartverkeer in kt NO_x per jaar in 1990-2007, gebaseerd op EMEP emissie data (bron: OSPAR, 2010).

5.2.2.3 Autonome ontwikkeling

De autonome ontwikkeling van het globale klimaat is relatief moeilijk in te schatten gezien de problematiek rond het broeikaseffect en de opwarming van de aarde. De globale atmosferische concentraties van de broeikasgassen koolstofdioxide (CO_2), lachgas (N_2O) en methaan (CH_4) zijn veel hoger nu dan in de pre-industriële tijden. De stijging van de concentraties CO_2 en CH_4 is voornamelijk te wijten aan de emissies die worden veroorzaakt door het gebruik van de fossiele brandstoffen, de landbouw en de wijziging van landgebruik.

De verwachtingen omtrent de toename van de temperatuur tegen 2100 hangen af van het emissiescenario, maar zou volgens het IPCC kunnen gaan tot 5 à 6°C vergeleken met de periode 1980-1999. De verwachte stijging van de zeespiegel tegen 2100 ten gevolge van thermische uitzetting van zeewater en smeltende ijskappen wordt ingeschat op 1 m (Reid *et al.*, 2011).

Wat betreft de luchtkwaliteit, kan gesteld worden dat de emissies, die een gevolg zijn van het materiaalgebruik, de constructie en ontmanteling van het BOG niet zullen plaatsvinden bij een autonome ontwikkeling. Bijgevolg zal er geen tijdelijke beïnvloeding zijn van de lokale luchtkwaliteit.

De eisen inzake luchtkwaliteit worden in de komende jaren nog verder opgeschroefd. Zo heeft het IMO (International Maritime Organisation) vastgelegd dat vanaf 2015 op de Noordzee alleen het gebruik van brandstof met minder dan 0,1% zwavel is toegestaan (Duyzer, 2009).

Emissies zullen dus waarschijnlijk in werkelijkheid minder zijn, wat de luchtkwaliteit positief zal beïnvloeden.

5.2.3 Effecten

5.2.3.1 Klimaat

Er worden geen veranderingen verwacht met betrekking tot het globale of lokale windklimaat. Enkel de effecten die de kabels kunnen hebben op het lokale temperatuursklimaat worden hier besproken.

Bij het transport van elektriciteit ontstaan kleine energieverliezen. De beperkte energie die verloren gaat, wordt omgezet in warmte. Het type kabel (gelijkstroom of wisselstroom, mono- of bipolair, gebundeld of niet gebundeld, type isolatiemateriaal, diepte waarop de kabel wordt gelegd), het aantal kV en de karakteristieken van de omgeving (thermische conductiviteit en weerstand) bepalen de hoeveelheid warmte die vrijkomt (Merck, 2009). Merck (2009) geeft hierbij aan dat warmteverlies groter is bij wisselspanning (zoals de kabels van het BOG) dan bij gelijkspanning.

Grontmij (2006) geeft aan dat bij een maximale belasting van de elektriciteitskabels van het windmolenpark van Katwijk de kabels intern zullen opwarmen tot ca. 60°C. Er bestaat nog onduidelijkheid betreffende de graad van opwarming van de zeebodem gaande van een stijging van de temperatuur juist boven de kabel van 0,19°C (BERR, 2008) tot max. 3°C (Grontmij, 2006). Veldonderzoek uitgevoerd in het Nysted windmolenpark toont aan dat de temperatuursstijging op een diepte van 20 cm boven de kabel niet hoger is dan 1,6°C (Meißner *et al.*, 2007). De capaciteit van de kabel was wel slechts 166 MW. Wegens de diepteligging van de kabels, zal dit voor een beperkte en zeer lokale opwarming zorgen van de zeebodem aan het oppervlak, die niet altijd te onderscheiden is van de natuurlijke fluctuaties in de omgeving (BERR, 2008).

Aangezien de warmte-productie door de ingegraven kabels hier eerder gering is en de effecten zeer lokaal zijn, wordt het effect van opwarming als gering negatief (0/-) beoordeeld.

5.2.3.2 Atmosfeer

Voor de bepaling van de impact van de bouw van het eiland en de bekabeling op de luchtkwaliteit, dient rekening gehouden te worden met de emissies die vrijkomen als gevolg van het energieverbruik tijdens de constructiefase, de operationele fase en de ontmantelingsfase.

5.2.3.2.1 Constructiefase

De constructiefase omvat niet enkel de eigenlijke bouw, maar begint al bij de winning van de grondstoffen die noodzakelijk zijn voor de aanleg van het eiland, de productie van de verschillende onderdelen van de infrastructuur en de kabels. Deze fase omvat ook de productie van de onderdelen, de eventuele premontage van onderdelen in een nabijgelegen haven, het transport naar het projectgebied en de eigenlijke constructie van het BOG.

De energieconsumptie tijdens de transport- en bouwfase wordt uiteraard mee bepaald door het aantal scheepsbewegingen dat noodzakelijk is voor de aanvoer van zand en stortstenen en het transport van de verschillende onderdelen naar het projectgebied.

Het Kanaal behoort tot de drukst bevaren scheepvaartroutes en er wordt dan ook verwacht dat de emissies van vaartuigen bij de constructie van het windmolenpark slechts een beperkte invloed (0/-) zullen hebben op de lokale luchtkwaliteit.

Constructie van Alpha-eiland

De constructie van Alpha-eiland wordt opgesplitst in volgende onderdelen:

- Bouw van de zandpannenkoek en kern van het eiland door middel van bagger en landwinningsactiviteiten
- Bouw van de zeewering met inbegrip van het transport en de productie van basisgrondstoffen.

Wat de bouw van de zeewering betreft, wordt deze fase verder opgesplitst naargelang het gebruik van natuurlijke breuksteen dan wel betonnen acropods.

Voor elk van deze deeltaken wordt in onderstaande paragrafen de totale uitstoot van CO_2, SO_2 en NO_x gassen berekend.

Baggeren en landwinning

Voor de bouw van het eiland zal een aanzienlijke hoeveelheid zand dienen gebaggerd en opgespoten te worden. In eerste instantie wordt een zandige fundering gecreëerd, een zogenaamde zandpannenkoek, waar, in het MER-ontwerp, een bovenbouw wordt aan toegevoegd bestaande uit een kern met zeewering opgetrokken uit breuksteen en acropods.

Tabel 5-12: Zandvolumes vereist voor de constructie van het eiland Alpha.

Onderdeel	Volume (m³)	Massa (ton)	
		Theoretisch	+ 30% verliezen
Zandpannenkoek	3.230.000	6.137.000	7.978.000
Bovenbouw	1.835.000	3.487.000	4.533.000
Totale eiland	5.065.000	9.624.000	12.511.000

Voor verdere berekeningen werd er verondersteld dat de zandpannenkoek zal geconstrueerd worden met behulp van een sleephopperzuiger die zijn lading aanbrengt door deze in positie te kleppen. Bij de constructie van de bovenbouw wordt echter aangenomen dat gebruik gemaakt zal worden van een techniek waarbij het zand via een mondstuk vooraan op het schip door de lucht geblazen wordt, het zogenaamde “rainbowen”.

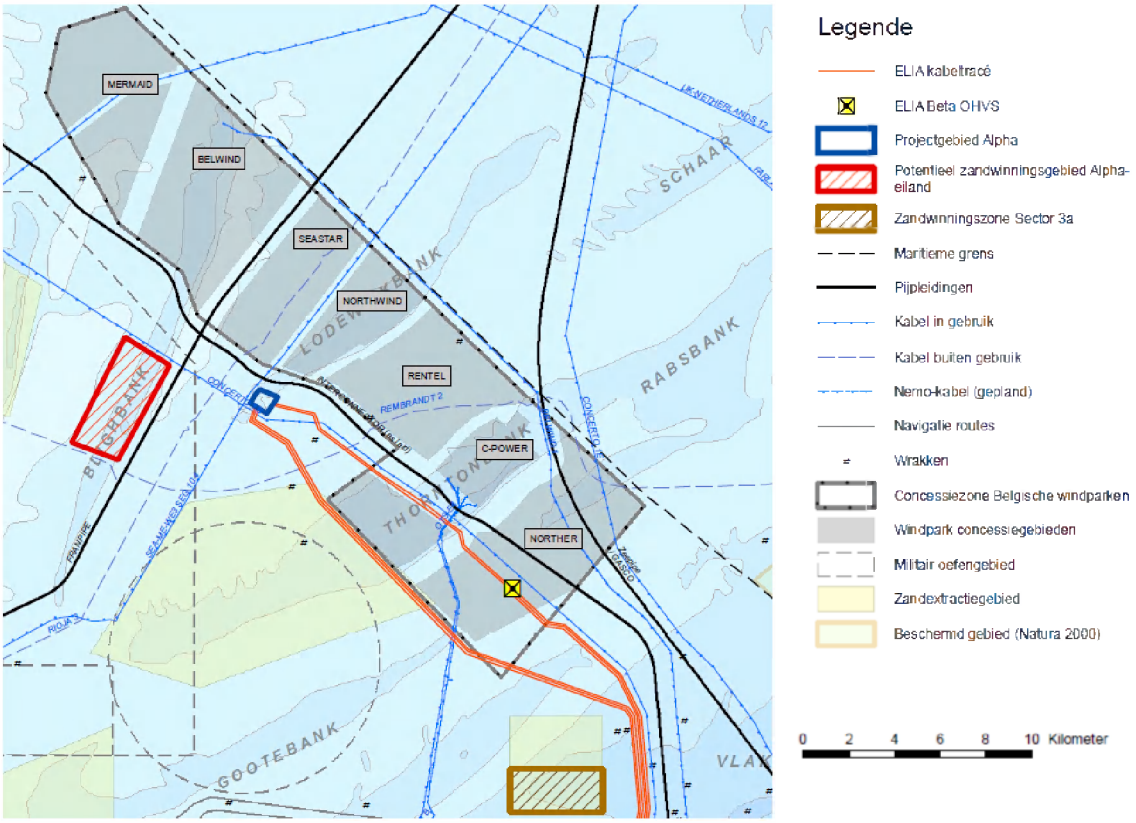
Het baggerschip TSHD Nile River zal in de verdere berekeningen model staan voor de theoretische sleephopper die de werken uitvoert. Technische details betreffende dit baggerschip zijn terug te vinden in de fiche in Bijlage I1.

Er dient echter opgemerkt te worden dat een beperkt gedeelte van de bovenbouw in praktijk ook via het verkleppen zal worden aangebracht, deze techniek is immers sneller in uitvoering. Een ander (beperkt) deel zal dan weer met behulp van een persleiding en/of sproeiponton gebouwd worden, wat dan weer een langere uitvoeringstijd vergt. Als eerste benadering wordt dus echter aangenomen dat de volledige opbouw wordt geconstrueerd door de techniek van het “rainbowen”.

Het zand is verondersteld gewonnen te worden in een zandwinningszone nabij Blighbank, zie Figuur 5-55 en Bijlage H. Van hieruit wordt dit getransporteerd naar projectgebied Alpha waar het volgens de bouwplannen verwerkt zal worden.

Al deze activiteiten dragen echter bij in de emissie van uitstootgassen CO_2, SO_2 en NO_x. Deze uitstoot is sterk afhankelijk van meerdere factoren gerelateerd aan het gebruikte baggertuig, zoals brandstofverbruik, laadvermogen en vaarsnelheid, maar ook vaarafstanden. Elk van deze parameters werd berekend of door beredeneerde aannames bepaald als input voor de berekening van scheepsemissies aan de hand van Kontovas & Psaraftis (2009).

De resultaten van deze berekeningen zijn terug te vinden in Tabel 5-13.



Figuur 5-55: Locatie van de potentiële zandwinningszone (Blighbank) voor het Alpha-eiland en de stort- en winzone voor het kabelleggen (sector 3A) (zie Bijlage H voor A3-kaart).

Tabel 5-13: Gasuitstoot door het baggertuig tijdens het baggeren en de landwinning voor het Alpha-eiland.

Onderdeel	Massa (ton)	CO_2		SO_2		NO_x	
		Kg/TT*	Totaal (ton)	Kg/TT	Totaal (ton)	Kg/TT	Totaal (ton)
Zandpannenkoek	7.978.000	0,86	6.860	0,02	160	0,02	160
Bovenbouw	4.533.000	1,05	4.760	0,02	90	0,03	140
Totale eiland	12.511.000	-	11.620	-	250	-	300

* Kg/TT staat voor de emissie van gassen in kg per ton getransporteerd materiaal

Transport en installatie van breuksteen

Volgens het MER-ontwerp wordt de zeewering van het eiland Alpha opgebouwd uit één of meerdere filter-/tussenlagen uit natuurlijke breuksteen afgewerkt met een beschermingslaag bestaande uit acropods.

De natuurlijke breuksteen nodig voor deze zeewering wordt verondersteld aangevoerd te worden vanuit Noorwegen.

Drie mogelijke steengroeven in Noorwegen werden gecontacteerd. De locaties van deze steengroeven zijn respectievelijk Halsvik, Larvik en Krageroe, en worden weergegeven op onderstaande figuur.

Figuur 5-56: Situering van de 3 gecontacteerde steengroeven: 1-Halsvik, 2-Larvik en 3-Krageroe.

De vaarafstand voor elk van deze steengroeven tot de haven van Zeebrugge bedraagt 1.100 km (Halsvik), 930 km (Larvik) respectievelijk 900 km (Krageroe).

In verdere berekeningen wordt er van uitgegaan dat alle breuksteen aangevoerd wordt vanuit de steengroeve nabij Halsvik, waarmee de grootste vaarafstand gepaard gaat en welke dus voor een conservatieve benadering zorgt.

Figuur 5-57 geef een blik op de steengroeve te Halsvik aan de hand van een luchtfoto.

Figuur 5-57: De steengroeve nabij Halsvik (Noorwegen).

In totaal is volgens het MER-ontwerp theoretisch 75.000 m³ aan breuksteen nodig. Dit volume stemt overeen met theoretisch vereiste hoeveelheid van ongeveer 120.000 ton materiaal, wat opgetrokken wordt tot minimaal 132.000 ton om rekening te houden met verwerkingsverliezen (10%).

Vanuit praktische overweging wordt in verdere berekeningen aangenomen dat de breuksteen, afkomstig vanuit de steengroeve te Halsvik, in een eerste stap naar Zeebrugge getransporteerd wordt met behulp van aangepaste transportschepen met groot laadvermogen. In ons model nemen we 2 type schepen in overweging met een laadvermogen van 97.000 ton respectievelijk 37.000 ton. Aanvankelijk nemen we aan dat beide typen transportschip gelijktijdig zullen worden ingezet met volle laadvermogen (gezamenlijk dus 134.000 ton). Er dient echter opgemerkt te worden dat er rekening gehouden werd dat 12% van het laadvermogen verloren gaat door verliezen (niet bruikbaar steenpuin dat door uitvoeringstechnieken toch geladen wordt), wat een conservatieve benadering is.

Uiteraard zal de keuze van transportschepen gebruikt door de steengroeven voor de werkelijke aanvoer van materiaal afhankelijk zijn van de beschikbaarheid op dat moment.

Verder kan er vanuit praktisch oogpunt aangenomen worden dat de aangevoerde hoeveelheid breuksteen, bij aankomst in de haven van Zeebrugge, eerst zal overgeslagen worden naar een tijdelijke opslagplaats alvorens te worden geïnstalleerd volgens de finale uitvoeringstekeningen.

De benodigde tijd voor het overslagen van de lading wordt ingeschat op 4 respectievelijk 5 dagen voor elk van beide transportschepen met 37.000 ton respectievelijk 97.000 ton laadvermogen. Inclusief de vaartijden heen en terug kan de totale cyclustijd voor elk van de aanvoerschepen zodoende ingeschat worden op 9 respectievelijk 10 dagen.

Op basis van bovenstaande veronderstellingen werden de gas emissies berekend voor de aanvoer van de natuurlijke breuksteen die noodzakelijk zal zijn tijdens de bouw van de zeewering. De resultaten van deze berekeningen zijn terug te vinden in hieronder.

Tabel 5-14: Berekende emissies ten gevolge van de aanvoer van natuurlijke breuksteen vanuit de steengroeve te Halsvik (Norwegen) naar Zeebrugge, inclusief overslag.

Laadvermogen transportschip (ton)	CO_2		SO_2		NO_x	
	Kg/TT*	Totaal (ton)	Kg/TT	Totaal (ton)	Kg/TT	Totaal (ton)
37.000	9,54	355	0,21	8	0,26	10
97.000	5,28	510	0,12	12	0,14	15
Totaal transport (134.000 ton)	-	865	-	20	-	25

* Kg/TT staat voor de emissie van gassen in kg per ton getransporteerd materiaal.

Voor de installatie van de breuksteen wordt er van uitgegaan dat een zijsteenstorter zal worden ingezet. Als model voor verdere berekeningen wordt het schip SSDV Pompei vooropgesteld. Het laadvermogen van SSDV Pompei bedraagt 1.300 ton en is terug te vinden, samen met andere gegevens, op de technische fiche in Bijlage I2. Aan de hand van deze gegevens werd de emissie tijdens de effectieve installatie van de aangevoerde breuksteen berekend. De resultaten hiervan zijn terug te vinden in onderstaande tabel.

Tabel 5-15: Berekende emissies tijdens de verwerking van breuksteen in de constructie van Alpha-eiland (transport van Zeebrugge naar projectgebied Alpha en installatie).

Hoeveelheid verwerkte breuksteen (ton)	CO_2		SO_2		NO_x	
	Kg/TT*	Totaal (ton)	Kg/TT	Totaal (ton)	Kg/TT	Totaal (ton)
134.000	1,88	250	0,04	5	0,05	7

* Kg/TT staat voor de emissie van gassen in kg per ton getransporteerd materiaal

De totale uitstoot van CO_2, SO_2 en NO_x gerelateerd aan de bouw van het deel van de zeewering van Alpha-eiland bestaande uit breuksteen, is bepaald door de som van Tabel 5-14 en Tabel 5-15. Deze totale emissie wordt weergegeven in onderstaande tabel en omvat alle tussenstappen tijdens de bouw.

Tabel 5-16: Totale uitstoot van gassen gerelateerd aan de installatie van het gedeelte van de zeewering bestaande uit natuurlijke breuksteen (incl. alle tussenstappen).

Tussenstappen tijdens de gedeeltelijke constructie van de zeewering bestaande uit 134.000 ton breuksteen	Gas emissie (ton)		
	CO_2	SO_2	NO_x
Transport van Noorwegen tot Zeebrugge	865	20	25
Transport en installatie vanuit Zeebrugge	250	5	7
Totale projectfase deel zeewering bestaande uit breuksteen	1.115	25	32

Productie en installatie van acropods

Zoals in bovenstaande sectie reeds werd aangehaald, dienen de filter- en tussenlagen van de zeewering bestaande uit natuurlijke breuksteen afgeschermd te worden door een laag acropods. Volgens de studies voor het MER-ontwerp dienen acropods met een volume van 9 m³ aangewend te worden. Rekening houdend met het feit dat een totale oppervlakte van 45 m x 1.015 m aan breuksteen dient bedekt te worden, kan het benodigd aantal 9 m³ acropods bijgevolg geraamd worden op 6.384. Men dient op dit aantal echter een veiligheidsmarge van 5% toe te passen waardoor het minimaal benodigd aantal 9 m³

acropods stijgt naar 6.703. In de MER-studie is om conservatieve redenen echter uitgegaan van een totaal van maar liefst 7.000 acropods.

Vertrekkende van dit aantal acropods kan een inschatting gemaakt worden van de benodigde hoeveelheid beton voor de productie ervan. Deze hoeveelheid bedraagt 63.000 m³ of 151.000 ton.

Er wordt verondersteld dat de acropods geproduceerd worden in Zeebrugge om vervolgens met behulp van pontons naar projectgebied Alpha getransporteerd te worden. Voor het vervolg van deze studie nemen we aan dat een ponton met 2160 ton laadvermogen, wat overeenstemt met 100 acropods, wordt ingezet. Als typemodel voor de sleepboot die dit ponton slepen zal, wordt uitgegaan van de kenmerken van sleper Elizabeth waarvoor een datafiche terug te vinden is in Bijlage I3.

De tijdsduur om één enkele acropod te installeren, bedraagt volgens de richtlijnen van CLI (Concrete Layer Innovations) 9-12 minuten. In deze MER-studie zal in onderstaande berekeningen steeds uitgegaan worden van een conservatieve waarde van 12 minuten per eenheid. Om rekening te houden met mogelijke tijdsverliezen en vertragingen, zal echter één volledige dag of 24 uur aangehouden worden als richttijd voor de installatie van 100 acropods.

De berekende emissies ten gevolge van het transport en de installatie van de beschermlaag van de zeewering, bestaande uit acropods, gebaseerd op bovenstaande aannames, zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 5-17: Gas emissies ten gevolge van de productie en installatie van acropods voor de beschermlaag in de zeewering van Alpha-eiland.

Hoeveelheid acropods 9 m³ (ton)	CO_2		SO_2		NO_x	
	Kg/TT*	Totaal (ton)	Kg/TT	Totaal (ton)	Kg/TT	Totaal (ton)
151 200 t (~7.000 stuks) (~63.000 m³)	3,64	550	0,08	12	0,10	15

* Kg/TT staat voor de emissie van gassen in kg per ton getransporteerd materiaal

Kabelinstallatie

Het installatieproces van offshore elektriciteitskabels kan opgesplitst worden in volgende activiteiten:

- Baggeren van een sleuf
- Installatie van de kabel
- Opnieuw vullen van de sleuf

Het baggeren en opvullen van de sleuf gebeuren met hetzelfde tuig en zullen daarom hieronder samen besproken worden. Voor er kan overgegaan worden tot de berekening van de emissies, dient echter eerst de kabellengte en corresponderende baggervolumes bepaald te worden.

Bepaling van de kabellengte, het baggervolume en de benodigde hoeveelheid vulgrond

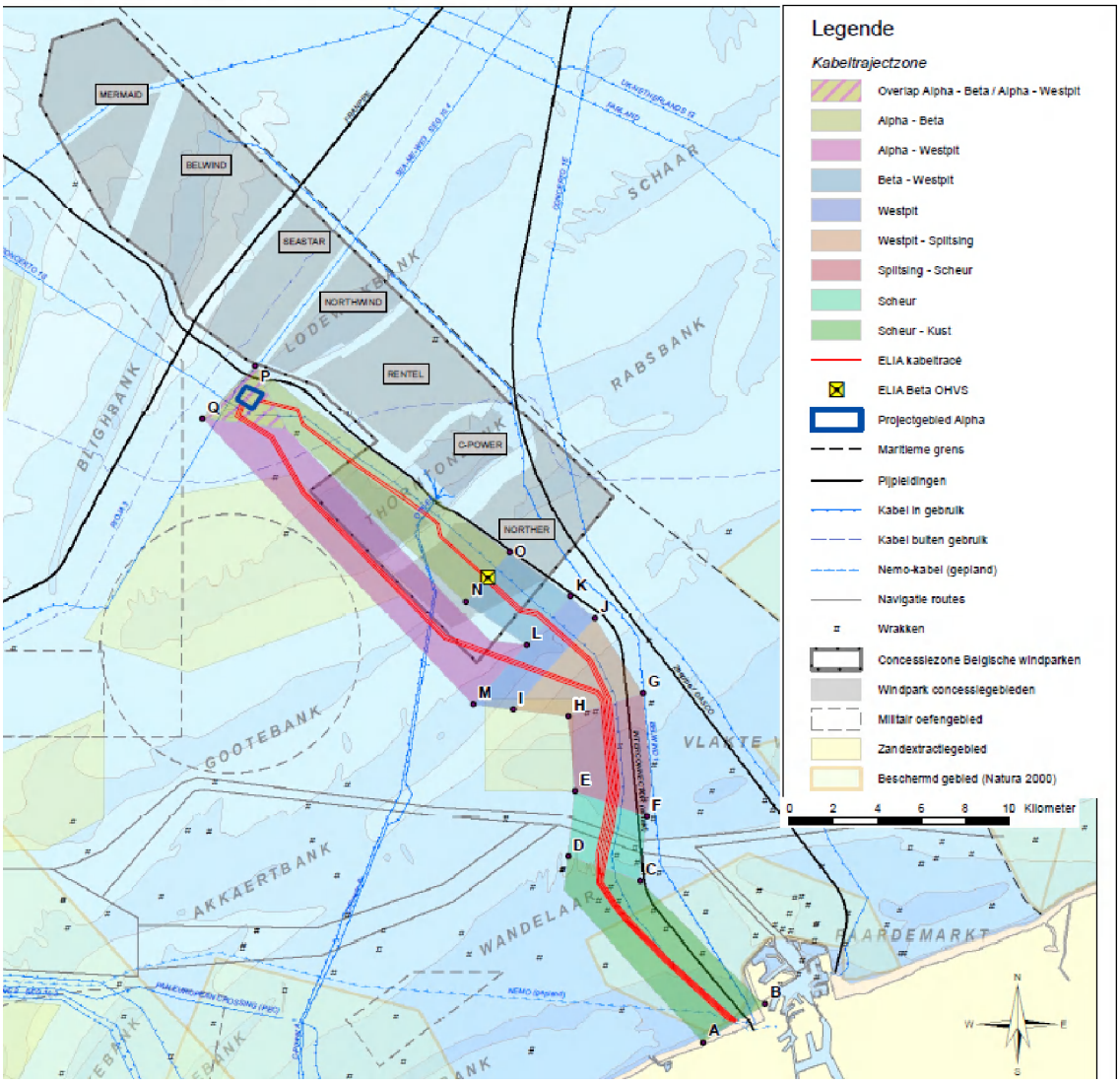
Zoals wordt weergegeven in Figuur 5-58 wordt het kabeltracé opgesplitst in 8 zone (zie ook hoofdstuk 5.1 Bodem en Water Figuur 5-1). In elk van deze zones dienen volgens het MER-

ontwerp 2 tot 6 hoogspanningskabels geplaatst te worden. Bijgevolg dient per zone eenzelfde aantal sleuven gebaggerd te worden.

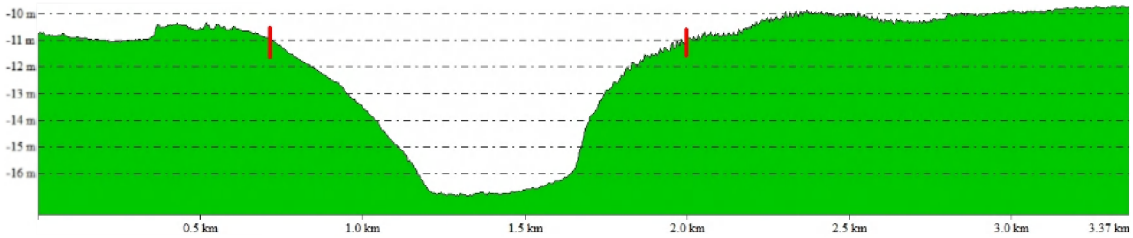
Het basisontwerp voor elk van deze sleuven gaat uit van een bodembreedte van 5 m en hellingen 1V:5H. De sleufdiepte wordt vastgelegd op 1,5 m en na installatie van de kabel dient de sleuf opnieuw aangevuld te worden tot op het niveau van het oorspronkelijke zeebed.

Er bestaan echter enkele zones waar er afgeweken wordt van dit basisontwerp:

- In de zone Westpit wordt de sleufdiepte vergroot tot 3 m.
- In de zone Het Scheur, waar een vaargeul gekruist wordt, dient de baggerdiepte van de sleuf zo ontworpen te zijn dat na aanvulling van de sleuf met 4 m zand boven de kabel, de finale zeebodem niet boven een nader te bepalen hoogte mag uitsteken. Voor deze MER-studie wordt er uitgegaan van baggeren van Het Scheur tot -26,5 m LAT en backfilling tot -22,2 m LAT.



Figuur 5-58: De verschillende kabeltracés met bijhorende opsplitsing in verschillende zones.



Figuur 5-59: Langsprofiel van het kabeltracé ter hoogte van de kruising met de vaargeul in zone Scheur.

Op basis van bovenstaande gegevens werd voor elke kabel zowel de kabellengte als het baggervolume en het vulvolume voor de corresponderende sleuf berekend. De resultaten van deze berekeningen worden weergegeven in onderstaande tabellenreeks.

Tabel 5-18: Weergave van de kabellengte, het baggervolume en het vulvolume van elke sleuf, opgesplitst volgens zone en kabel. Voor de benaming van de kabels, zie figuur 2-4.

Zone: Scheur - Kust							
Kabel	**A3**	**A2**	**A1**	**B3**	**B2**	**B1**	**Totaal**
Kabellengte (m)	9.761	9.688	9.614	9.545	9.477	9.413	57.498
Baggervolume (m^3)	183.019	181.650	180.263	178.969	177.694	176.494	1.078.088
	544.931			53356			1.078.088
	723.900				354.188		1.078.088
Vulvolume (m^3)	182.335	180.972	179.590	178.301	177.030	175.835	1.074.063
	542.897			531.166			1.074.063
	721.197				352.865		1.074.063

Zone: Scheur							
Kabel	**A3**	**A2**	**A1**	**B3**	**B2**	**B1**	**Totaal**
Kabellengte (m)	2.953	2.947	2.941	2.935	2.930	2.925	17.631
Baggervolume (m^3)	1.083.333	1.083.333	1.083.333	1.083.333	1.083.333	1.083.333	6.500.000
	3.250.000			3.250.000			6.500.000
	4.333.333				2.166.667		6.500.000
Vulvolume (m^3)	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	720.000
	360.000			360.000			720.000
	480.000				240.000		720.000

Zone: Splitsing - Scheur							
Kabel	**A3**	**A2**	**A1**	**B3**	**B2**	**B1**	**Totaal**
Kabellengte (m)	4.401	4.463	4.526	4.588	4.650	4.712	27.340
Baggervolume (m^3)	82.519	83.681	84.863	86.025	87.188	88.350	512.625
	251.063			261.563			512.625
	337.088				175.538		512.625
Vulvolume (m^3)	82.211	83.369	84.546	85.704	86.862	88.020	510.711
	250.125			260.586			510.711
	335.829				174.882		510.711

Zone: Westpit - Splitsing							
Kabel	**A3**	**A2**	**A1**	**B3**	**B2**	**B1**	**Totaal**
Kabellengte (m)	3.135	3.191	3.247	3.233	3.287	3.342	19.435
Baggervolume (m^3)	58.781	59.831	60.881	60.619	61.631	62.663	364.406
	179.494			184.913			364.406
	240.113				124.294		364.406
Vulvolume (m^3)	58.562	59.608	60.654	60.392	61.401	62.429	363.046
	17.8824			184.222			363.046
	239.216				123.830		363.046

Zone: Westpit							
Kabel	**A3**	**A2**	**A1**	**B3**	**B2**	**B1**	**Totaal**
Kabellengte (m)	1.630	1.630	1.629	1.503	1.502	1.502	9.396
Baggervolume (m^3)	97.800	97.800	97.740	90.180	90.120	90.120	563.760
	293.340			270.420			563.760
	383.520				180.240		563.760
Vulvolume (m^3)	97.686	97.686	97.626	90.075	90.015	90.015	563.102
	292.998			270.105			563.102
	383.073				180.030		563.102

Zone: Beta - Westpit							
Kabel	**-**	**-**	**-**	**B3**	**B2**	**B1**	**Totaal**
Kabellengte (m)	-	-	-	3.599	3.536	3.514	10.649
Baggervolume (m^3)	-	-	-	67.481	66.300	65.888	199.669
	-			67.481	132.188		199.669
Vulvolume (m^3)	-	-	-	67.229	66.052	65.642	198.923
	67.229				131.694		131.694

Zone: Alpha - Westpit							
Kabel	**A3**	**A2**	**A1**	**-**	**-**	**-**	**Totaal**
Kabellengte (m)	18.039	17.898	17.757	-	-	-	53.694
Baggervolume (m^3)	338.231	335.588	332.944	-	-	-	1.006.763
Vulvolume (m^3)	336.969	334.335	331.701	-	-	-	1.003.004

Zone: Alpha - Beta			
Kabel	**AB2**	**AB1**	**Totaal**
Kabellengte (m)	13.718	13.760	27.478
Baggervolume (m^3)	257.213	258.000	515.213
	515.213		515.213
Vulvolume (m^3)	256.252	257.037	513.289
	513.289		513.289

De resultaten in Tabel 5-18 zijn zo weergegeven dat voor elke kabel, elke kabelgroep (A, B of AB) en zelfs in geval van slechts 4 kabels van toepassing zouden zijn (A1, A2, A3 & B3), de berekende bagger- en vulvolumes makkelijk kunnen worden afgelezen.

De resultaten uit de tabellenreeks Tabel 5-18 zijn nogmaals overzichtelijk weergegeven in Tabel 5-19, hieruit wordt duidelijk dat de totaal benodigde lengte hoogspanningskabel ongeveer 223 km bedraagt.

Tabel 5-19 geeft ook duidelijk aan dat het totale baggervolume voor de kabelsleuven ongeveer 11 miljoen m^3 bedraagt. Dit gebaggerd volume dient tijdelijk gestockeerd te worden in Zandwinningszone Sector 3a (zie Figuur 5-55). Het materiaal zal hier geklept worden en men kan er van uitgaan dat een aanzienlijk deel van het gebaggerde zand verloren zal gaan/buiten deze zone terecht zal komen door toedoen van stroming en dergelijke. Indien we

aannemen dat de verliezen beperkt blijven tot 30%, betekend dit dat minstens 7,5 miljoen m³ zand wordt toegevoegd aan deze zone.

Na de installatie van de kabels, zal het gebaggerd materiaal echter herbruikt worden om de sleuven opnieuw op te vullen. Tabel 5-19 geeft aan dat het totale volume materiaal dat hiervoor nodig is ongeveer 5 miljoen m³ bedraagt. Indien we ook hier echter tot 30% verliezen in rekening brengen, loopt dit volume op tot 6,5 miljoen m³. Dit volume moet echter ruimschoots aanwezig zijn in Zandwinningszone Sector 3a aangezien tijdens het baggeren ongeveer 7,5 miljoen m³ werd toegevoegd.

Tabel 5-19 geeft ook voor elke zone in het kabeltracé de gemiddelde vaarafstand weer tot Zandwinningszone Sector 3a, welke gebruikt werd in de berekening van emissies tijdens baggeren en opvullen.

Tabel 5-19: Samenvatting met volumes voor het baggeren en vullen van de kabelsleuven, kabbellengtes en vaarafstanden to Zandwinningszone Sector 3a voor elke zone langs het kabeltracé.

Zone in het kabeltracé	Gezamenlijke kabellengte (km)	Volume (1.000 m³)		Vaarafstand tot Zandwinningszone Sector 3a (km)
		Baggeren	Vullen	
Scheur-Kust	57,5	1.078	1.074	11
Scheur	17,6	6.500	720	5
Splitsing-Scheur	27,3	513	511	4
Westpit-Splitsing	19,4	364	363	5
Westpit	9,4	564	563	5
Beta-Westpit	10,7	200	199	8
Alpha - Beta	27,5	515	513	15
Alpha-Westpit	53,7	1.007	1.003	13
Totaal	223,1	10.741	4.946	nvt

Berekening emissies ten gevolge van het baggeren en aanvullen van de kabelsleuven

Net als bij de baggeractiviteiten bij constructie van het Alpha-eiland, gaan we er ook hier, voor het baggeren en later opnieuw opvullen van de kabelsleuven, van uit dat de sleephopper Nile River wordt ingezet. Deze laatste heeft, zoals afgelezen kan worden van de technische fiche in Bijlage I1, een laadvermogen van 24.000 ton.

De hoeveelheden die dienen gebaggerd to worden en deze vereist voor het opvullen van de sleuven zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 5-20: Baggervolumes bij het baggeren en opvullen van de kabelsleuven.

Activiteit	Volume (m³)		Massa (ton)
	Theoretisch	Praktisch	
Baggeren	10.741.000	10.741.000	20.407.000
Opvullen	4.946.000	6.430.000	12.217.000
Totale kabelinstallatie	15.687.000	17.171.000	32.624.000

Voor deze activiteiten werd de vaarafstand bepaald (zie Tabel 5-19) voor elk van de zones in het kabeltracé. In het verdere verloop van de berekeningen wordt echter gebruik gemaakt van een gewogen gemiddelde van 7,6 km voor de totale baggerhoeveelheid als weergegeven in Tabel 5-20.

De berekende hoeveelheid gassen (CO_2, SO_2 en NO_x) die uitgestoten worden bij deze operaties (zowel baggeren als opvullen van de kabelsleuven), zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 5-21: Emissies tijden het baggeren en opvullen van de kabelsleuven.

Volume (m³)	Massa (ton)	CO_2		SO_2		NO_x	
		Kg/TT*	Totaal (ton)	Kg/TT	Totaal (ton)	Kg/TT	Totaal (ton)
17.171.000	32.624.000	0,99	32.300	0,02	650	0,03	980

* Kg/TT staat voor de emissie van gassen in kg per ton getransporteerd materiaal

Kabelinstallatie

Voor deze MER-studie wordt er van uitgegaan dat alle activiteiten gerelateerd aan de eigenlijke kabelinstallatie uitgevoerd zullen worden door het veelzijdige werkschip Willem de Vlamingh. Dit schip kan centraal op het achterdek uitgerust worden met een draaitafel, met 5.400 ton laadcapaciteit, waarop de kabel geplaatst kan worden. Voor meer gedetailleerde informatie wordt verwezen naar de technische fiche in Bijlage I4.

De offshore spanningskabels voor het BOG zijn verondersteld een gewicht van 120 kg te hebben per lengte-eenheid (120 kg/m). Rekening houdend met het laadvermogen van de draaitafel, kan Willem de Vlamingh dus maximaal 45 km kabel aan boord nemen, wat precies overeenstemt met de vooropgestelde individuele kabellengtes in dit project.

In totaal zal er echter ongeveer 223 km aan kabel geïnstalleerd moeten worden (zie Tabel 5-19). Deze waarde werd vanuit conservatieve overwegingen afgerond naar 225 km in het vervolg van de berekeningen.

Analoog aan de andere activiteiten in dit project, zijn de activiteiten gerelateerd aan de installatie van de spanningskabels ook verantwoordelijk voor de uitstoor van CO_2-, SO_2- en NO_x-emissies. De berekende hoeveelheden uitstootgassen als gevolg van de vooropgestelde uitvoeringsmethode, zijn terug te vinden in onderstaande tabel.

Tabel 5-22: Berekende emissies voor het kabelleggen.

Gezamelijke kabellengte (m)	Massa (ton)	CO_2		SO_2		NO_x	
		Kg/TT*	Totaal (ton)	Kg/TT	Totaal (ton)	Kg/TT	Totaal (ton)
225.000	27.000	297,99	8.045	6,58	180	8,18	220

* Kg/TT staat voor de emissie van gassen in kg per ton getransporteerd materiaal

Zoals men kan opmerken in bovenstaande tabel, zijn de emissies per ton getransporteerd spanningskabel vele malen hoger dan alle andere berekende waarden. Dit affect is een rechtstreeks gevolg van het feit dat het kabelleggen als activiteit zeer traag verloopt. De gemiddelde vaarsnelheid van het kabellegschip ligt, uitgemiddeld over de volledige cyclus, immers lager dan 1 knoop (hoewel het schip op zich in staat is om vaarsnelheden hoger dan 10 knopen te bereiken).

Samenvattend worden de alle CO_2-, SO_2 en NO_x-emissies die gedurende de gehele constructiefase uitgestoten worden herhaald in onderstaande tabel.

Tabel 5-23: Overzicht van alle CO_2-, SO_2-, NO_x-emissies tijdens elk van de deelactiviteiten van en ook de totale constructiefase van BOG.

Activiteit	CO_2-emissie (ton)	SO_2-emissie (ton)	NO_x-emissie (ton)
Baggeren en landwinning	11.620	250	300
Transport en installatie van breuksteen	1.115	25	32
Productie en installatie van acropods	550	12	15
Baggeren van kabelsleuven en later opvullen na kabelinstallatie	32.300	650	980
Installatie spanningskabels	8.045	180	220
Volledige constructiefase	53.630	1.117	1.547

5.2.3.2.2 Operationele fase

Tijdens de exploitatiefase zal er een beperkt energieverbruik zijn voor inspectie en onderhoud van het BOG. De impact op de atmosfeer kan als onbestaand worden geacht (0).

5.2.3.2.3 Ontmantelingsfase

Daar geargumenteerd kan worden dat de ontmanteling van het eiland Alpha hoofdzakelijk dezelfde activiteiten inhoud als de constructie ervan, weliswaar in de tegengestelde zin, kan men verwachten dat de uitstoot van emissiegassen CO_2, SO_2 en NO_x in beide fasen vergelijkbaar zal zijn. Er wordt dan ook verwezen naar Tabel 5-23.

De impact op de luchtkwaliteit als gevolg van emissies van vaartuigen die worden ingezet bij de ontmanteling is - zoals in de constructiefase – lokaal, beperkt in de tijd en zeer beperkt in vergelijking met de totale emissies door scheepvaart in het Kanaal, zodat de negatieve impact op de luchtkwaliteit gering is (0/-). Bovendien kan worden aangenomen dat de transportemissies tijdens de afbraakfase per transporteenheid lager zullen zijn dan bij de aanlegfase, daar de emissiefactoren van transportschepen binnen zowat 20 à 25 jaar aanzienlijk lager zullen liggen dan momenteel het geval is.

5.2.3.3 Besluit bespreking en beoordelingen van de effecten op het klimaat en de atmosfeer

Samenvattend worden de effecten op klimaat en atmosfeer weergegeven in Tabel 5-24 tijdens de volledige levenscyclus van het eiland en de kabels. Volgende definities zijn van toepassing: significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--).

Tabel 5-24: Overzicht van de effecten op harde substraten.

Configuratie	Alpha	Kabels
Constructiefase		
Emissies tijdens de transport- en bouwfase	0/-	0/-
Operationele fase		
Emissies tengevolge van inspectie en onderhoud	0	0
Opwarming zeebodem	nvt	0
Ontmantelingsfase		
Analoog met constructiefase	0/-	0/-

5.2.4 Leemten in de kennis

Er is weinig bekend omtrent de grootte van de temperatuurgradiënt rond de elektrische kabels in de zeebodem.

De reële emissies tijdens de constructie van het BOG zullen afhankelijk zijn van de finale keuzes inzake materieel, schepen, aantal vereiste scheepsbewegingen, locatie, omvang, etc.

5.2.5 Milderende maatregelen

Aangezien noch voor de discipline atmosfeer, noch voor de discipline klimaat relevante effecten verwacht worden, dringen mitigerende maatregelen en compensaties met betrekking tot deze disciplines zich niet op.

5.2.6 Monitoring

Monitoring van de kwaliteit van de omgevingslucht of van de klimatologische factoren is gezien de beperkte te verwachten impact van het project niet noodzakelijk.

5.3 GELUID EN TRILLINGEN

5.3.1 Methodologie

Ten behoeve van de referentiesituatie wordt de huidige situatie van het geluidsklimaat beschreven. Hiervoor wordt gesteund op de informatie uit reeds gepubliceerde milieueffectenrapporten en recente meetgegevens onshore en offshore. Het BOG wordt immers gerealiseerd in de nabijheid van windmolenparken waarvoor reeds een MER werd ingediend (C-Power, Belwind, Northwind, Norther en Rentel).

Er worden 3 relevante geluidsbronnen geïdentificeerd, die verder worden besproken in het hoofdstuk effecten (§ 5.3.4):

- Heien van palen tijdens de constructiefase. In concreto gaat het om tijdelijke meerpalen en om smalle palen die tijdens de constructiefase als verankering van de bovenbouw in de grond geheid of geboord worden.
- Geluid van schepen (vnl. baggerschepen) tijdens de constructiefase van het eiland en het kabelleggen. Dit geluid is ook relevant tijdens de ontmantelingsfase.
- Geluid van het OHVS tijdens de operationele fase, afkomstig van de transformatoren en de reactanties.

Trillingshinder wordt niet verwacht, aangezien er geen zware roterende structuren geïnstalleerd zullen worden (cf. windmolens) en alle structuren bovendien op een zwaar en groot artificieel eiland komen te staan (cf. MER-ontwerp Alpha).

Ten behoeve van de effectbeoordeling werd het te verwachten specifieke geluid van het project enerzijds vergeleken met het omgevingsgeluid in de referentietoestand.

5.3.2 Referentiesituatie

5.3.2.1 Omgevingsgeluid boven het wateroppervlak

5.3.2.1.1 In volle zee (offshore)

Van het op water heersende omgevingsgeluid is weinig bekend. Geluidsmetingen 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, schepen, en eventueel in de nabijheid gelegen installaties zoals windturbines of booreilanden.

Voor het monitoringsprogramma van het windmolenpark C-Power werden tijdens de constructiefase in september 2008 offshore geluidsmetingen uitgevoerd door het studiebureau Technum i.s.m. BMM (Haelters *et al.*, 2009). De geluidsmetingen werden uitgevoerd van op een drijvende (reddings)boot, binnen de veiligheidszone van het windmolenpark en telkens op drie plaatsen rondom het transformatorplatform. Tijdens de metingen waren er weinig werkzaamheden en een kabbelende zee (zeegang 1), waarbij auditief enkel het continu geluid van elektromotoren op het platform waarneembaar waren. De meetresultaten gaven minimale geluidswaarden van 45 dB(A) aan op 3 m hoogte boven de waterspiegel. In de minimale geluidswaarde is slechts een beperkte bijdrage vervat van zowel de golfslag tegen de boot

(momentaan geluidsniveau op ogenblikken met zwakke golfslag) als de constructiegeluiden op het platform.

Uit een staving met de recente meetresultaten van de offshore geluidsmetingen kan worden besloten dat het omgevingsgeluid boven de waterspiegel in volle zee ca. 40-45 dB(A) kan bedragen zonder exploitatie van nabijgelegen installaties. Variaties zijn hoofdzakelijk het gevolg van de zeegang.

5.3.2.1.2 Aan de Belgische kust (onshore)

De wind en de golven domineren het geluidsniveau op het strand. Volgens meerdere studies en metingen is het geluid afhankelijk van de windkracht en windrichting (de verschillende literatuurstudies worden uitgebreid besproken in het MER van C-Power (Ecolas, 2003) en het MER van het windmolenpark SPE te Zeebrugge (SGS Environmental Services, 2003). Het gemiddeld geluidsniveau ligt tussen 50 en 65 dB(A) op 25 m van de kustlijn.

In de kustzone zal het omgevingsgeluid verschillen van plaats tot plaats, afhankelijk van de verkeerssituatie, de vegetatie, het afschermend effect van eventuele gebouwen, enz. Aan de bebouwingslijn zal het achtergrondgeluid (voornamelijk dan gedurende de nacht) meestal lager liggen dan aan de kustlijn. Tijdens de nachtperiode kan het achtergrondgeluidsniveau er met een vlakke tot kabbelende zeegang 40 dB(A) bedragen.

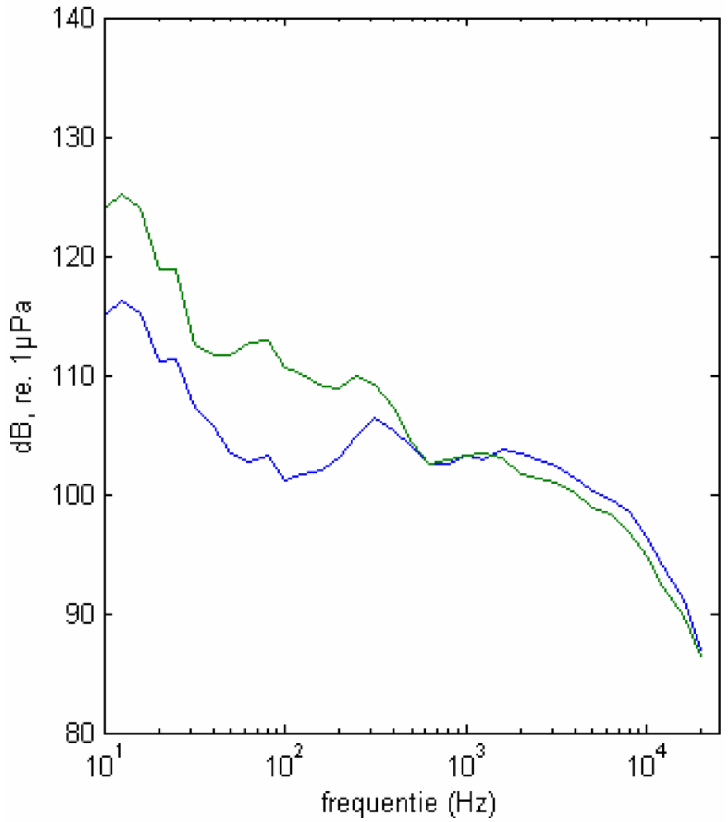
5.3.2.2 Omgevingsgeluid onder het wateroppervlak

Onder water wordt het omgevingsgeluid bepaald door enerzijds natuurlijke geluiden afkomstig van ondermeer getijdenstromingen, wind en regen, turbulentie in snelstromend water, golfslag, geluid van onderwaterfauna, en anderzijds door antropogene geluiden afkomstig van ondermeer schepen, luchtvaart, windmolenparken (bij exploitatie), gasleidingen, enz.

Onderwatergeluid verschilt in diverse aspecten van geluid in lucht. Een van de voornaamste verschillen is de geluidssnelheid. Deze geluidssnelheid is in lucht 343 m/s en in water 1.500 m/s. Het geluid plant zich dus veel verder voort in een bepaald tijdsinterval. Daarnaast neemt de golflengte van geluid van eenzelfde bron onder water toe met een factor vier. Dit betekent dat een geluidsbron die geluid produceert in het medium lucht een ander geluidsdrukniveau produceert vergeleken met deze bron in het medium water.

Een belangrijk verschil is ook dat de amplitude onder water wordt gemeten ten opzichte van een referentiedruk van 1 µPa (ten opzichte van 20 µPa in lucht). Dat betekent dus dat de waarde van de dB geheel anders is. Om dB's in zeewater te kunnen vergelijken met die in lucht dient er van de zeewatergetallen 62 dB te worden afgetrokken.

Vervolgens is de diepte bepalend voor het achtergrondgeluid onder water. Op Figuur 5-60 wordt dit aangegeven door het opgemeten geluidsspectrum bij plaatsen van hydrofonen op verschillende dieptes onder het wateroppervlak van de Noordzee.



Figuur 5-60: Gemiddeld geluidsspectrum onder water t.h.v. de Thorntonbank (najaar 2005). Blauwe curve: hydrofoon op 2 m diepte; groene curve: hydrofoon op 16,5 m diepte (RCMG, 2006).

Vermits de zeebodemdiepte varieert van zone tot zone, zal ook het achtergrondgeluid variëren. In ondiep water speelt de wind en het vallen van regendruppels op het zeeoppervlak een belangrijke rol op het waar te nemen geluidsniveau. Regen heeft bijvoorbeeld een verhogend effect met ca. 18 dB bij 100 Hz en ca. 22 dB bij 1.000 Hz. Deze verhoging moet geteld worden bij het achtergrondgeluid van een volkomen vlakke zee van ongeveer 85 dB bij 30 Hz tot 60 dB bij 16 kHz. Bij storm kunnen deze achtergrondniveaus oplopen tot meer dan 100 dB bij 30 Hz en 85 dB bij 16 kHz. Aan de Lodewijkbank waar de zeebodem op 25 m onder het wateroppervlak ligt, is het achtergrondgeluidsniveau onder water hoger tengevolge van de grotere golfslag en het hier bijbehorende geruis van snelstromend water. In ondiep water verdwijnen de laagfrequente signalen (< 200 Hz) door interactie met de bodem, geulranden en het wateroppervlak, ook het “tunneleffect” genoemd. Bij een grotere diepte daalt het geluidsniveau lichtjes.

Een ander natuurlijk geluid is bijvoorbeeld afkomstig van garnalen waarbij het achtergrondgeluidsniveau tot ongeveer 100 dB (re 1 µPa) bij 8 kHz (Knudzen *et al.*, 1948) kan oplopen. Ook walvissen en dolfijnen produceren geluid, met pieken rond de 200 dB (Richardson *et al.*, 1995). Zij kunnen aldus geluidsniveaus veroorzaken boven het opgemeten achtergrondgeluidsniveau t.h.v. de Thorntonbank.

In het monitoringsrapport van het onderwatergeluid op de Thorntonbank en Blighbank in 2008 (Haelters *et al.*, 2009) - referentietoestand vóór de exploitatiefase van het windmolenpark op de Thorntonbank - werd per 1/3e octaafband in het frequentiegebied tussen 10 en 2.000 Hz een gemiddeld geluidsniveau van 95 tot 100 dB (re 1µPa) opgemeten aan de Blighbank bij

gunstige weersomstandigheden (2-3 Beaufort, zeegang 1-2, kabbelende tot licht golvende zee). Dat is gelijkaardig aan het gemiddeld geluidsniveau gemeten in 2005-2006 op de Thorntonbank bij nagenoeg dezelfde weersomstandigheden (2-3 Beaufort, zeegang 1-2, kabbelende tot licht golvende zee). Bij minder gunstige weersomstandigheden (3-4 Beaufort, zeegang 2-3, licht golvende tot golvende zee) steeg het laagfrequent ruisniveau tot 130 dB. Kleine verschillen tussen beide sites kunnen worden toegewezen aan de geluidsbijdrage van de Interconnector en/of Zeepipe pijpleidingen nabij de Thorntonbank. Een belangrijke opmerking daarbij is dat het omgevingsgeluid ook seizoensgebonden is, zo kan het geluid in de zomer tot 7 dB hoger zijn dan in de winter (Haelters *et al.*, 2009). Dit kan het gevolg zijn van verschillen in verkeerstromen (scheepvaartdensiteit), in weersomstandigheden, in stromingen, in biologische activiteit of in propagatie.

Voor de onderwater geluidsbijdrage van windturbines wordt verwezen naar o.a. het MER Rentel (IMDC, 2012a) voor een uitgebreide bespreking. Concluderend kan men stellen dat windmolens met een stalen monopile een significante geluidsverhoging veroorzaken. Vanaf een afstand van 500 m (= grens veiligheidszone van de windmolenparken) zal het specifieke geluid van de windmolenparken vermoedelijk worden gemaskeerd door het onderwater achtergrondgeluid zoals opgemeten aan de Thorntonbank.

Daarnaast vormen antropogene geluiden, zoals het geluid en de trillingen van scheepsmotoren één van de belangrijkste geluidsbronnen van menselijke oorsprong. Naast de scheepmotoren zijn er geluiden afkomstig van de propeller-cavitatiegeluiden en het hydrodynamisch geluid van de stroming rondom het schip. Geluidskarakteristieken van individuele schroeven kunnen grosso modo worden gerelateerd aan de omvang en de vaarsnelheid van het schip, maar er zijn significante verschillen tussen schroeven van eenzelfde klasse. Het geluidsniveau veroorzaakt door het voorbijvaren van een schip zorgt echter maar voor een tijdelijke verhoging van het geluidsniveau (tot +10 dB op het maximale achtergrondgeluid). De geluidsdrukniveaus onder water van vrachtschepen en veerboten variëren tussen 150 dB (re 1µPa) bij 100 Hz en 115 dB (re 1µPa) bij 5 kHz op een afstand van 100 m van een schip (Verboom, 1991). Voor een visserschip is dat ongeveer 127 dB (re 1µPa) op eenzelfde afstand van 100 m (Verboom, 1991).

Daarnaast zijn er een aantal geluidsbronnen, zoals geofysisch onderzoek met airguns en militaire activiteiten (mijnen, schietoefeningen, sonar), waarvan de omvang en ernst onbekend is. Kennis hierover ontbreekt, vanwege gebrek aan (vrij) beschikbare onderzoeksresultaten.

5.3.2.3 Besluit referentiesituatie discipline geluid

Zowel op zee (offshore), als aan de kustzijde (onshore), is het lawaai van de golven bepalend voor het achtergrondgeluidsniveau boven water. Tijdens een stille zee worden de laagste geluidsniveaus verwacht met een achtergrondgeluidsniveau van ca. 40-45 dB(A) aan de Thorntonbank.

Onder water wordt het omgevingsgeluid bepaald door enerzijds natuurlijke geluiden en anderzijds door antropogene geluiden. Bij gunstige weersomstandigheden (2-3 Beaufort, zeegang 1-2, kabbelende tot licht golvende zee) werd aan de Thorntonbank een natuurlijk achtergrondgeluidsniveau van ongeveer 95 tot 100 dB (re 1µPa) opgemeten in het frequentiegebied van 10 tot 2.000 Hz. Voorbijvarende schepen kunnen voor een tijdelijke verhoging zorgen van het achtergrondgeluidsniveau (tot +10 dB op het max. achtergrondgeluidsniveau) in hetzelfde frequentiegebied.

5.3.3 Autonome ontwikkeling

Op het gebied van geluid en trillingen is er globaal gezien geen significante verandering te verwachten bij de autonome ontwikkeling van het gebied. Het onderwatergeluid zal weinig evolueren doordat er geen toename van de scheepvaart verwacht wordt in het projectgebied.

Over de ontwikkeling van natuurlijke geluiden is moeilijk een uitspraak te doen met betrekking tot het geluidsniveau onder water, maar ook hier worden geen significante veranderingen verwacht ten gevolge van bv. veranderende weersomstandigheden of veranderende biologische activiteit.

5.3.4 Effecten

5.3.4.1 Constructiefase

5.3.4.1.1 Identificatie van de relevante geluidsbronnen boven en onder het wateroppervlak

- Geluid afkomstig van het heien van palen tijdens de constructiefase. In concreto gaat het om tijdelijke meerpalen en om smalle palen die tijdens de constructiefase als verankering van de bovenbouw in de grond geheid of geboord worden (zie ook § 2.5.1.3.5).
- Geluid van schepen (vnl. baggerschepen) tijdens de constructiefase van het eiland en het kabelleggen. Dit geluid is ook relevant tijdens de ontmantelingsfase.

5.3.4.1.2 Effect op geluid door het heien van palen

Als er hei-activiteiten zouden plaatsvinden, gaat het om activiteiten die enerzijds heel beperkt zijn in duur en anderzijds om palen met een beperkte diameter van maximaal een 60-tal cm. In het MER Rentel werd heien van palen voor de jacket fundering als verwaarloosbaar beoordeeld met een gering negatief effect (0/-). De impact van heien voor het BOG zal nog veel beperkter zijn, maar van zodra er geheid wordt, is het meetbaar. Het effect van heien zal bijgevolg verwaarloosbaar en gering negatief zijn (0/-). De effecten heien op zeezoogdieren wordt besproken in het hoofdstuk 5.4: Fauna, flora en biodiversiteit, § 5.4.3.4.1.

Boven water zal het effect van heien eveneens heel gering negatief zijn (0/-). Het geluid van de constructieactiviteiten voor het Alpha-eiland draagt hoe dan ook niet tot de kust (cf. MER Rentel - Dit windmolenpark ligt op een gelijkaardige afstand tot de kust als Alpha).

5.3.4.1.3 Effect op geluid door de scheepvaart

Tijdens baggerwerken kunnen globaal gezien 3 categorieën van geluidbronnen worden onderscheiden: het baggeren op zich, transport van baggerschepen en het storten van materiaal. Bovendien produceren ook verschillende onderdelen van een baggerschip geluid, zoals lieren, generatoren en hydraulische werktuigen (Figuur 5-61). Wanneer de materialen slecht onderhouden worden, zal dit eveneens zorgen voor een toename in het geluidsniveau (Woda, 2013).

Een TSHD (sleephopperzuiger) zal met tussenpozen geluid produceren tijdens het baggeren, slepen en lossen van baggerspecie. Ook de propellers van een TSHD werken continue tijdens het baggeren en kunnen hoge geluidsfrequenties produceren, zeker bij het voorkomen van cavitaties. Aangezien een TSHD echter op regelmatige basis moet terugkeren naar de

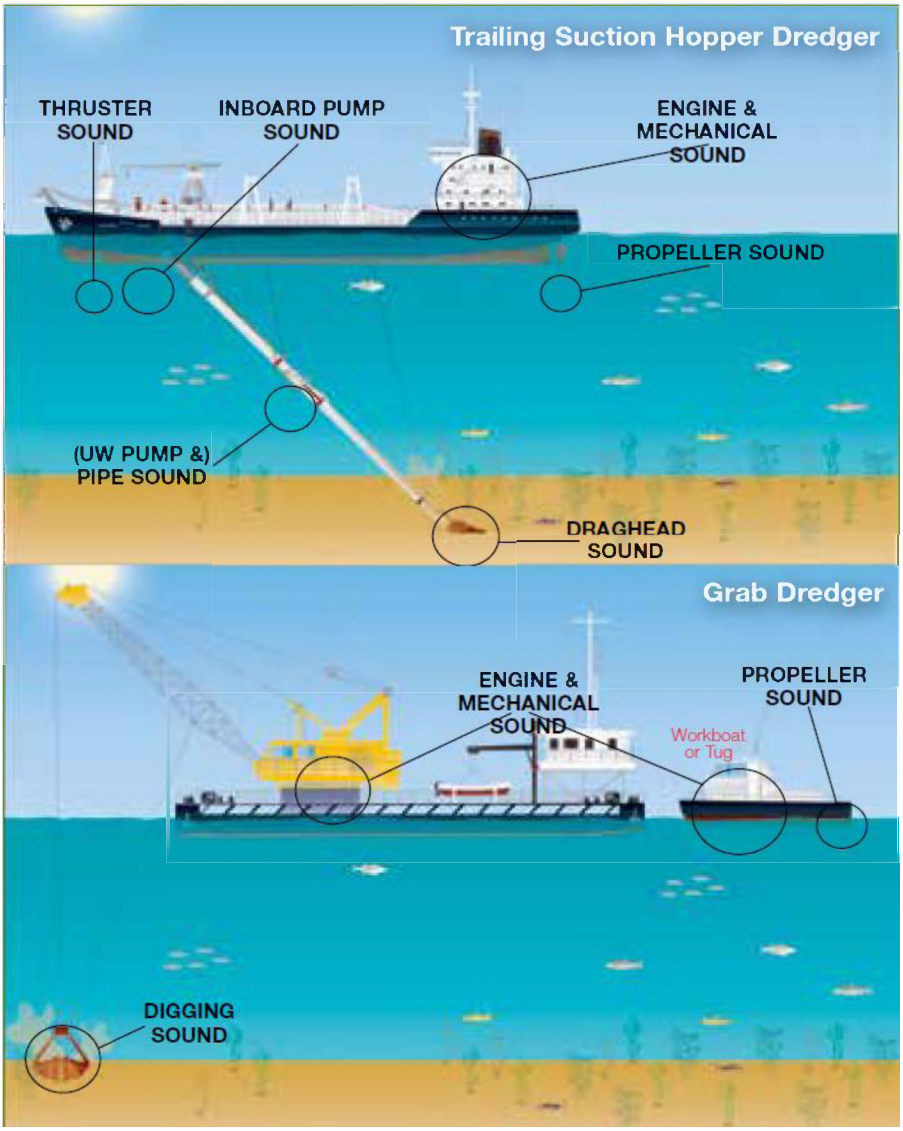
stortzone, zal de blootstelling aan deze geluiden beperkt blijven tot de periodes van actief baggeren (Woda, 2013).

Het geluidsniveau tijdens het baggeren is sterk afhankelijk van de bodemkarakteristieken. Het baggerschip zal meer kracht moeten gebruiken om harde en samengedrukte sedimenten te kunnen losmaken. In dit project wordt er voornamelijk gewerkt met zandig materiaal, wat minder energie vereist en bijgevolg ook een lager geluidsniveau met zich mee zal brengen.

Robinson *et al.* (2011) berekenden dat TSHD's geluid produceren op frequenties onder 500 Hz, wat overeen komt met een cargoschip varend aan 8 à 16 knopen. Geluidniveaus geproduceerd door baggerwerken vallen voornamelijk binnen de lagere frequenties waar veel tandwalvissen zoals Bruinvissen minder gevoelig voor zijn. Op basis van onderzoek van Popper *et al.* (2006) en Southall *et al.* (2007) is het weinig waarschijnlijk dat onderwatergeluid afkomstig van baggerwerken zal leiden tot letsels bij vissen of zeezoogdieren. Richardson *et al.* (1995) toonden aan dat Grijze walvissen en Groenlandse walvissen gebieden met baggerwerken zullen vermijden en ook Bruinvissen verlaten gebieden tijdens zandextractie. Dit gedrag was echter van relatief korte duur (Diederichs *et al.*, 2010).

Tengevolge van de bekabeling wordt een tijdelijke verhoging van het geluid verwacht zowel boven als onder water. Deze toename is slechts van één schip afkomstig, zal bovendien over een korte tijd waargenomen worden en zich daarenboven verplaatsen in functie van de ligging van het schip.

De kraan die wordt gebruikt voor het installeren van acropoden kan worden vergeleken met een GD (grab dredger) (Figuur 5-61). Clarke *et al.* (2002) bevestigden dat deze activiteit relatief stil is en dat de opgenomen geluidsniveaus zich net boven het achtergrondgeluid bevonden op 1 km van de bron.



Figuur 5-61: Voornaamste geluidsbronnen voor een Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD) en Grab Dredger (GD) (Woda, 2013).

Op basis van bovenstaande informatie kan besloten worden dat baggeren, in vergelijking met andere activiteiten die geluid produceren onder water, vrij lage geluidniveaus veroorzaakt. Hoewel geluid geproduceerd door baggerwerken het gedrag van het marien leven kan beïnvloeden in bepaalde omstandigheden, zal dit normaal gezien niet leiden tot letsels of tot veranderingen op populatieniveau. De verhoging van onder- en bovenwatergeluid zal dus een verwaarloosbaar effect hebben t.o.v. de dagelijkse geluidsimmissie door de scheepvaart op de Noordzee (0/-).

5.3.4.2 Operationele fase BOG

5.3.4.2.1 Identificatie van de relevante geluidsbronnen boven en onder het wateroppervlak

Tijdens de operationele fase wordt er één relevante geluidsbron geïdentificeerd: het OHVS op het Alpha-eiland, meer bepaald de transformatoren en reactanties.

5.3.4.2.2 Effecten op geluid door het OHVS

Het OHVS is nog niet in detail ontworpen, maar er kunnen wel enkele aannames gebeuren. In het OHVS zitten maximaal 4 transformatoren (66/220 kV, 300 MWA – 3-fasig). Daarnaast maken ook maximaal 4 reactanties (66 kV, 50 MVAr) geluid.

Het geluidsvermogensniveau van de transformatoren is maximaal 94 dB(A)/stuk (aanname L_{wa} in dB(A) re 1 pW, inclusief tonale correcties en marge – gebaseerd op geluidsvermogens onderstation Stevin (Zeebrugge) met 380/220 kV transformatoren (bron: ELIA)).

Het geluidsvermogensniveau van de reactanties is maximaal 97 dB(A)/stuk (aanname L_{wa} in dB(A) re 1 pW, inclusief tonale correcties en marge – gebaseerd op geluidsvermogens onderstation Stevin (Zeebrugge) 220 kV reactanties (bron: ELIA)).

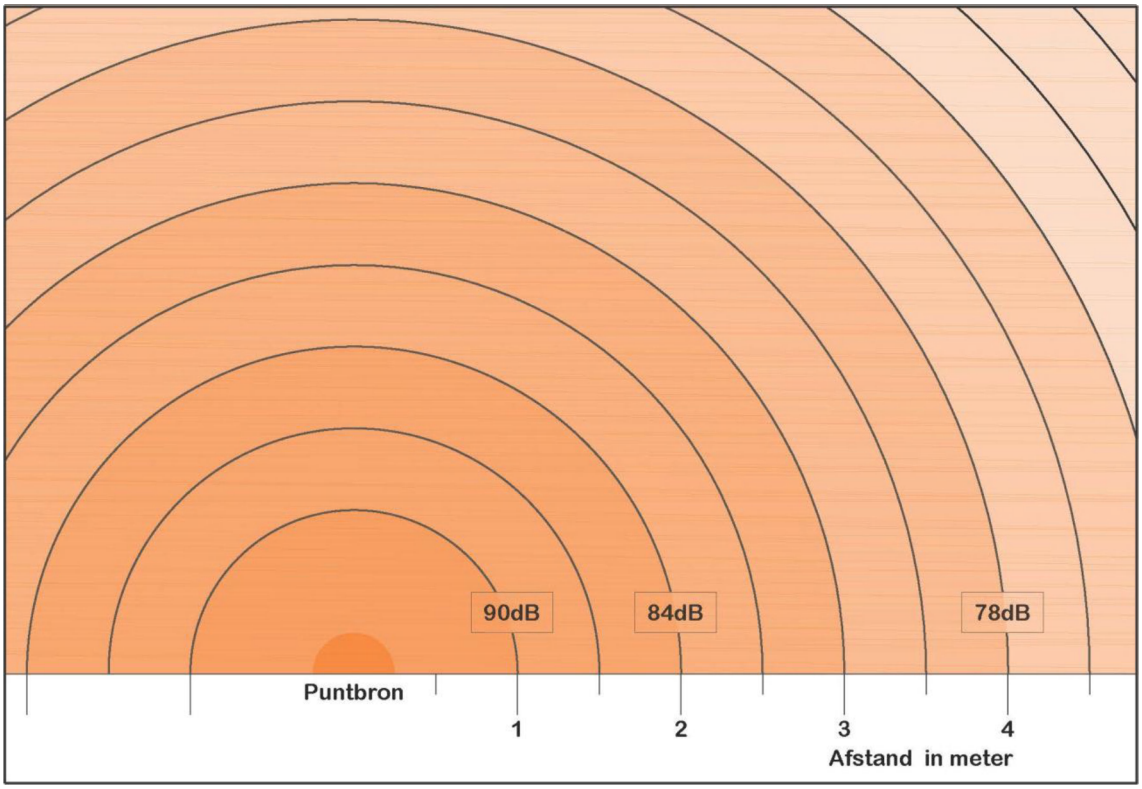
In het MER gaan we uit van een worst case benadering, waarbij we voor de zekerheid 4 transformatoren en reactanties in rekening brengen.

Door al deze geluidsbronnen met elkaar op te tellen, kunnen we ze als een sferisch uitstralende puntbron in de vrije ruimte beschouwen. Hieruit kunnen we de afname van het geluidsniveau in functie van de afstand tot de bron bereken, wat ons toelaat te bepalen tot waar de impact van de geluidsbron op de omgeving reikt.

Een methode om geluidsniveaus op te tellen, is om de geluidsniveaus in dB-waarde terug te rekenen naar lineaire waarden, ze rekenkundig op te tellen en vervolgens weer om te zetten naar de logaritmische waarde in dB.

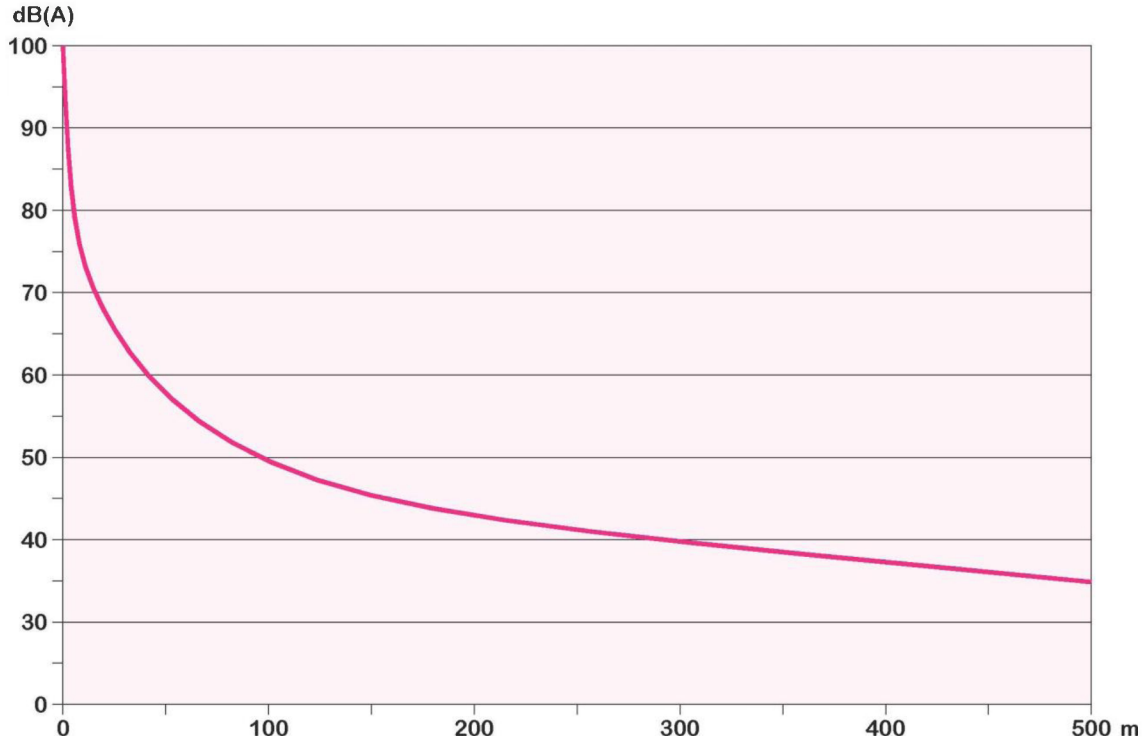
Op deze manier berekenen we als totaal bronvermogen voor het OHVS een maximaal geluidsniveau van 105 dB(A).

Het geluidsniveau neemt in de nabijheid van de puntbron in een vrije ruimte af met ongeveer 6 dB per verdubbeling van de afstand tot de bron (zie Figuur 5-62). Vlakbij de bron (tot ca. enkele meters afhankelijk van het frequentiespectrum van de geluidsbron) geldt deze relatie niet, evenals ver weg van de bron (vanaf de afstand waar het geluidsniveau ongeveer gehalveerd is t.o.v. het niveau van de geluidsbron) (BRD Noise & Vibration Control, 2013).



Figuur 5-62: Het geluidsniveau i.f.v. de afstand tot een puntbron. In dit voorbeeld is het geluidsniveau 90 dB op één meter afstand van de puntbron. Het geluidsniveau zal in een vrije ruimte dalen met 6 dB telkens de afstand tot de geluidsbron verdubbelt. (Naar OSHA, 2013).

We kunnen aannemen dat het geluidsniveau 1 m verwijderd van de bron met ongeveer 11 dB zal afnemen (zie Figuur 5-63). Vanaf 1 m afstand kan aangenomen worden dat het geluidsniveau verder afneemt met ongeveer 6 dB per verdubbeling van de afstand tot de bron.

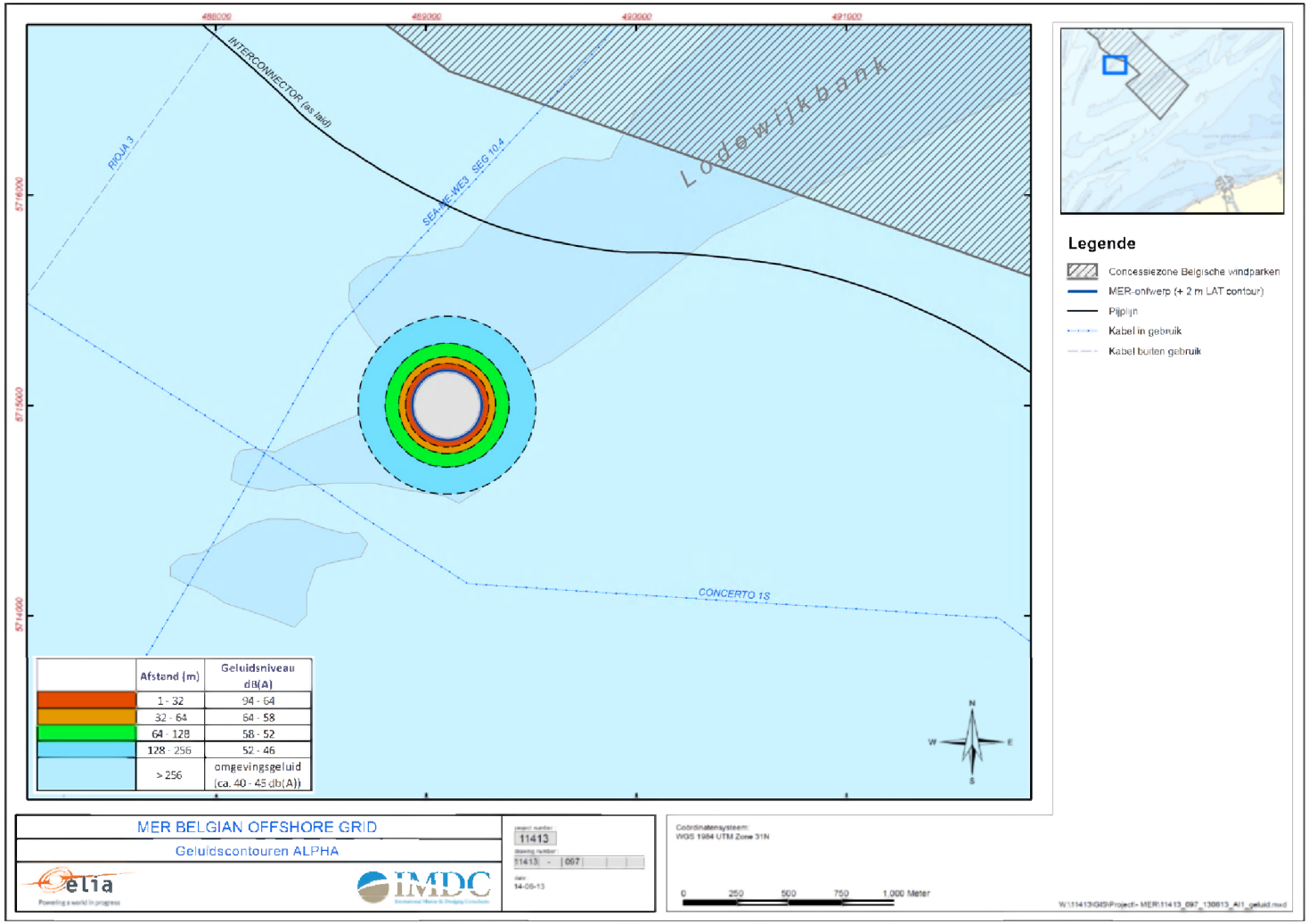


Figuur 5-63: Geluidscurve i.f.v. de afstand tot de bron (naar Danish Wind Industry Association, 2013).

Aangezien het OHVS met haar maximaal 4 transformatoren en 4 reactanties, geen echte puntbron is en de locatie van het OHVS op het eiland nog niet bepaald is, gaan we voor de worst case benadering in het MER uit dat deze puntbron om het even waar op de rand van het MER-ontwerp kan liggen (+2 m LAT). Vanaf deze cirkel met een diameter van 333 m kunnen we dan volgens bovenstaande methode de geluidsafname berekenen. De bekomen geluidsniveaus in functie van de afstand tot het MER-ontwerp zijn opgenomen in Tabel 5-25 en visueel voorgesteld in Figuur 5-64. Uit deze resultaten blijkt dat op ca. 250 m van het eiland het achtergrondgeluid even sterk is als het geluid van het OHVS dat op die afstand waargenomen kan worden. Hoewel de resultaten afhankelijk zijn van onder meer de windrichting en de zeegang, kunnen we concluderen dat het geluid gecreëerd op het Alpha-eiland in principe niet meer waargenomen kan worden op meer dan een halve kilometer ervandaan.

Tabel 5-25: Afname geluidsniveau OHVS Alpha bij toenemende afstand tot de bron.

Afstand [m]	Geluidsniveau [dB(A)]
1 – 32	94 – 64
32 – 64	64 – 58
64 – 128	58 – 52
128 – 256	52 – 46
> 256	omgevingsgeluid (ca. 40 – 45 dB(A))



Figuur 5-64: Afname geluidsniveau OHVS bij toenemende afstand tot de geluidsbron van 105 dB(A), gesitueerd op de rand van het MER-ontwerp (zie Bijlage J voor A3-kaart).

5.3.4.3 Ontmantelingsfase

Tijdens de ontmantelingsfase zijn schepen de enige relevante geluidsbron, met een gelijkaardige impact als bij de constructiefase. Zo zullen een gelijkaardig aantal scheepsbewegingen met baggerschepen plaatsvinden voor de afbraak van het zandig deel van het eiland. Er zullen containerschepen nodig zijn om hard substraat (breuksteen, acropods) af te voeren naar land en er zal een schip de verschillende kabels ophalen.

Het heien van palen zal wellicht niet gebeuren tijdens de ontmantelingsfase.

De geluidshinder op het milieu kan bijgevolg voor de ontmantelingsfase als minimaal beschouwd worden, zowel boven als onder water.

5.3.4.4 Besluit bespreking en beoordeling van de effecten op geluid en trillingen

Samenvattend worden de effecten op geluid weergegeven in Tabel 5-26 tijdens de volledige levenscyclus van het eiland en de exportkabels. Volgende definities zijn van toepassing: significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--).

Tabel 5-26: Overzicht van de effecten van geluid per constructiefase.

	Alpha	Kabels
Constructiefase		
Onderwatergeluid heien	0/-	nvt
Bovenwatergeluid heien	0/-	nvt
Onderwatergeluid scheepvaart en baggeren	0/-	0/-
Bovenwatergeluid scheepvaart en baggeren	0/-	0/-
Operationele fase		
Onderwatergeluid OHVS	0	nvt
Bovenwatergeluid OHVS	0/-	nvt
Ontmantelingsfase		
Onderwatergeluid	0/-	0/-
Bovenwatergeluid	0/-	0/-

5.3.5 Leemten in kennis

5.3.5.1 Onderwatergeluid

Over de ontwikkeling van natuurlijke geluiden is moeilijk een uitspraak te doen met betrekking tot het geluidsniveau onder water. Tevens zijn er verschillende andere, niet goed bekende bronnen van geluid, zoals het gebruik van sonar door de marine, schietoefeningen en seismische toestellen voor geofysisch onderzoek enz. Dit maakt het inschatten van de cumulatieve effecten van onderwatergeluid op mariene fauna problematisch. Onderzoek naar bronnen en effecten op de mariene fauna is dan ook essentieel.

Er is nog zekerheid over de manier dat het eiland gebouwd zal worden, omdat het finaal ontwerp door de aannemer bepaald wordt. Het aantal en de aard van de palen die er ten behoeve van funderingswerken of (tijdelijke) verankeringsstructuren geheid zullen worden, is

nog onmogelijk in te schatten. Hoe dan ook gaat het om een veel kleinere impact dan de impact van het heien van palen in het kader van de bouw van een offshore windmolenpark.

5.3.5.2 Bovenwatergeluid

Er bestaat een leemte in de kennis over het geluid boven water doordat geluidsmetingen op het water moeilijk te meten zijn door het bijkomende lawaai van de golven tegen de meetboot.

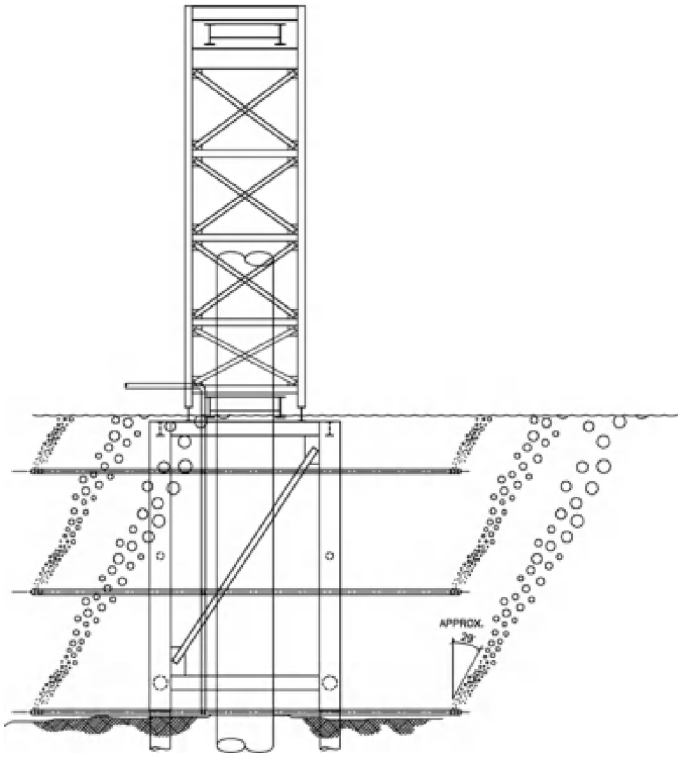
Het gedetailleerd ontwerp van het Alpha-eiland alsook de concrete opbouw van het OHVS, zijn nog niet gekend. De geluidseffecten zullen wellicht licht verschillen van diegene die aangetoond zijn. Aangezien we uitgegaan zijn van een worst case benadering door het OHVS te overdimensioneren, zal de eigenlijke geluidsimpact tijdens de operationele fase kleiner zijn dan nu ingeschat.

5.3.6 Milderende maatregelen

Er dienen in principe geen milderende maatregelen genomen te worden, behalve indien er toch gedurende een langere periode een relatief belangrijke hei-activiteit zou plaatsvinden tijdens de constructie van het BOG.

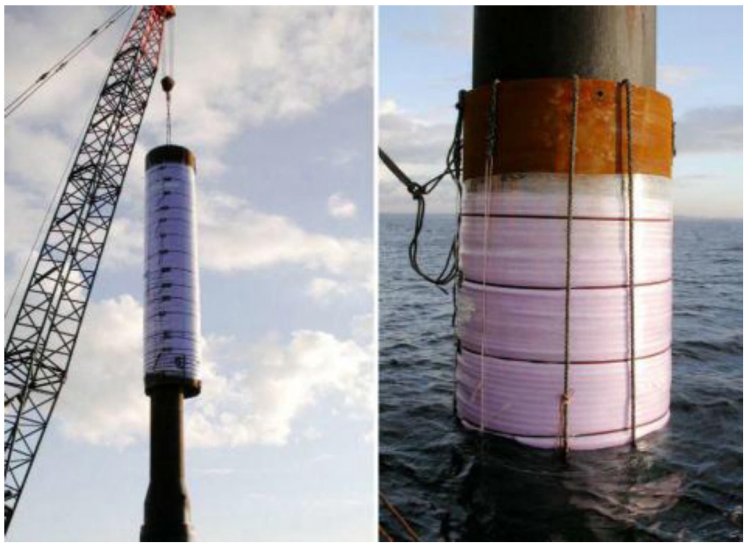
Voor de bescherming van het leefmilieu van de fauna onder water kunnen als mogelijke maatregelen worden aangegeven:

- Het vermijden van luidruchtige hei-werkzaamheden tijdens het broedseizoen van vogels en zeezoogdieren. Voor een nadere beschrijving wordt verwezen naar het hoofdstuk Fauna en Flora;
- Een bellengordijn of een absorberende mantel (foam screen) om het onderwatergeluid tijdens de constructiefase te verminderen. Reducties van het breedbandige geluidsniveaus met 3 tot 5 dB zijn haalbaar (Würsig *et al.*, 2000), of zelfs tot 20 dB (Spence *et al.* (2007). Echter, door sterke stroming kan de efficiëntie van een bellengordijn sterk worden aangetast (bv. met een stijgsnelheid van de bellen van 0,3 m/s in een stroming met 1 knoop ondergaan deze een verplaatsing van 34 m aan het wateroppervlak); om dit te voorkomen kan een huls rondom de paal worden voorzien om de horizontale verplaatsing van de bellen te vermijden of een systeem worden voorzien waarbij de bellen op verschillende dieptes rond te paal ingebracht worden.



Figuur 5-65: Bellengordijn met meerdere injectiedieptes - 'verplaatsing van het bellengordijn in een stroming van 1 knoop' (Christopherson & Wilson, 2002).

- Een 'pile sleeve' is een alternatief voor het bellengordijn. Het is een geluidsscherm dat rondom de paal wordt geplaatst en waarvan de fysische principes vergelijkbaar zijn aan deze van een bellengordijn, enkel de constructie is anders. Het fysisch principe berust op het verschijnsel dat een geluidsgolf deels wordt gereflecteerd en deels wordt getransmitteerd wanneer deze door verschillende media propageert (Nehls *et al.*, 2007). Schultz-von Glahn *et al.* maakten in 2006 een proefopstelling met een metalen buis (dikte 12 mm) met diameter 2,5 m, aan de buitenzijde bekleed met 20 mm dikke 'foam-layer' . Deze werd over de paal met diameter 2,2 m geplaatst in een zeediepte van 8,5 m. Het onderwatergeluid tijdens het heien werd opgemeten op twee afstanden (30 en 500 m) met en zonder 'pile sleeve'. De energie van de hamerslag was 50, 100 en 200 kJ. Met een 'pile sleeve' kan een geluidsreductie van 10 dB bij 1000 Hz en 20 dB of meer bij 10 Hz worden bekomen. De reductie is functie van de 'foam'-dikte. Voor het toepassen van dikke foamlagen is een dubbelwandige constructie noodzakelijk (samenstelling: metalen buitenbuis – foam – metalen binnenbuis).



Figuur 5-66: 'Foam-coated' pile sleeve.

- Luidruchtige werkzaamheden maximaal groeperen en beperken in werkingsduur, om het aantal malen dat de zeezoogdieren worden verdreven maximaal te beperken;
- Trillingsarme technieken (bvb. een geluidsgedempt heiblok bij het heien van palen) waarbij het bovenwatergeluid maximaal gedempt wordt, dit heeft mogelijk ook positieve effecten op het afgestraald structuuronderwatergeluid.
- Bij het opstarten van de heiwerkzaamheden is het gebruik van een zachte start, waarbij wordt begonnen met een laag vermogen dat steeds verder wordt opgevoerd, aangewezen om de aanwezige vissen en zeezoogdieren de kans te geven om zich te verwijderen uit het gebied voordat schadelijke geluidsniveaus hen plots (onaangekondigd) bereiken.
- Daarnaast kunnen voorafgaand aan de start van de werkzaamheden afschrikmiddelen worden gebruikt. Bij de aanleg van het windmolenpark Horns Rev werden 'pingers' ingeschakeld als afschrikmiddel.
- Voor aanvang van de heiwerkzaamheden kunnen controles (visuele en/of 'Porpoise detectors') worden uitgevoerd op de aanwezigheid van zeezoogdieren.

Bij gebruik van milderende maatregelen is nader onderzoek nodig naar de effectiviteit waarmee zeezoogdieren op afstand worden gehouden.

Er worden geen negatieve effecten verwacht voor de aanleg van de kabel in de zeebodem en het aanleggen van het aanlandingspunt. Milderende maatregelen voor het boven- en onderwatergeluid zijn niet nodig.

Voor de dichtstbijzijnde woningen (onshore) wordt er geen negatieve geluidsimpact verwacht. Milderende maatregelen voor het bovenwatergeluid zijn niet nodig.

5.3.7 Monitoring

Gezien het tijdelijke karakter van de geluidsbronnen enerzijds (constructiefase) en anderzijds de zeer beperkte impact van het geluid geproduceerd door het OHVS zelf (operationele fase), dient er geen specifiek monitoringsprogramma opgesteld te worden.

5.4 FAUNA, FLORA EN BIODIVERSITEIT

Dit hoofdstuk behandelt initieel 4 verschillende groepen organismen: het benthos, de vissen, de vogels en de zeezoogdieren. Eveneens worden harde substraten besproken als additionele vijfde groep, aangezien deze een apart habitat vormen met een specifieke fauna en flora.

Het benthos wordt voor de bespreking van de methodiek en referentiesituatie verder opgesplitst in macrobenthos (organismen >1 mm die in de bodem leven) en epibenthos (organismen die op de bodem leven), aangezien zij op verschillende manieren bemonsterd en bestudeerd worden.

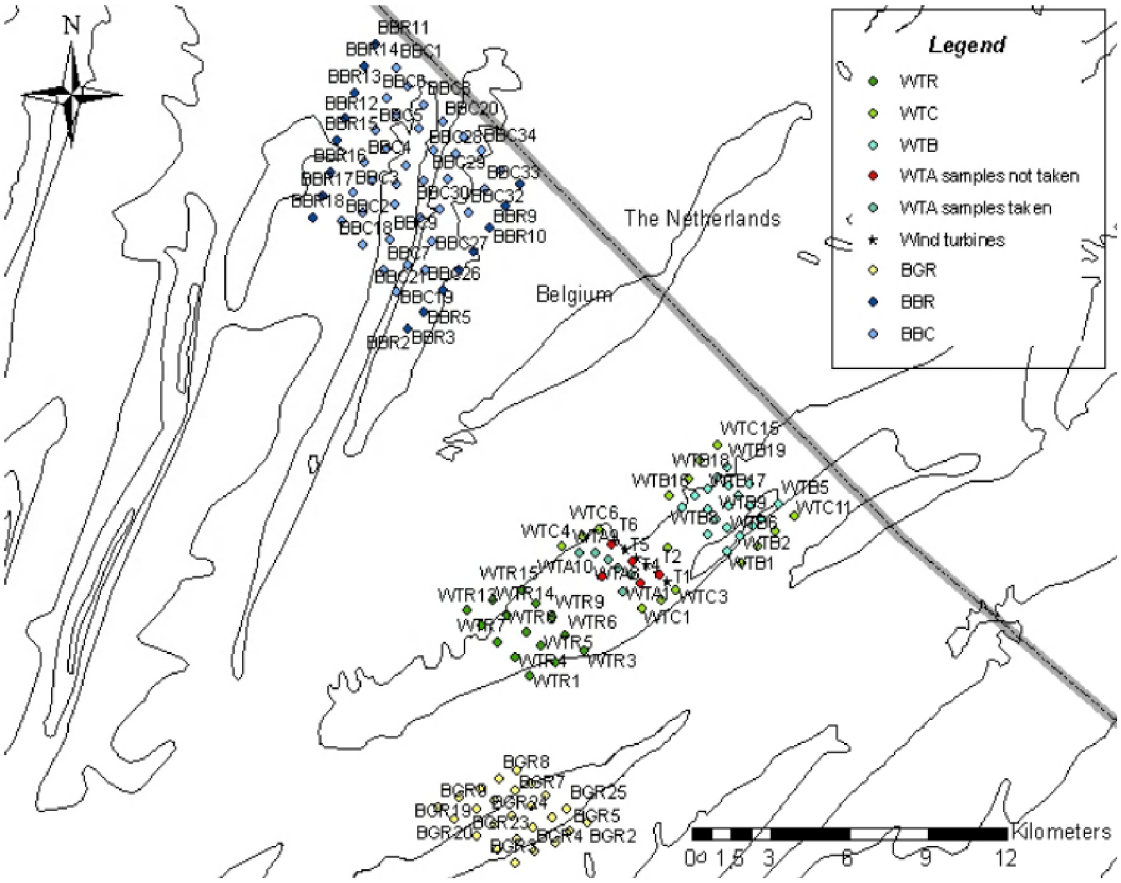
De effecten op plankton worden niet besproken aangezien daar weinig literatuurgegevens over beschikbaar zijn. Er kan echter verwacht worden dat door vertroebeling van het water tijdens de constructiefase de groei van fytoplankton belemmerd wordt, wat een invloed kan hebben op de voedselketen.

5.4.1 Methodologie

5.4.1.1 Macrobenthos

De belangrijkste vertegenwoordigers van het macrobenthos zijn wormen (Annelida) (voornamelijk borstelwormen (Polychaeta)), schaaldieren (Crustacea) (voornamelijk vlokreeften (Amphipoda)) en schelpdieren (Mollusca) (voornamelijk tweekleppigen (Bivalvia) en zeehuisjes-slakken (Gastropoda)). Macrobenthische organismen zijn door hun beperkte mobiliteit een belangrijke indicator voor de gezondheid van het lokale marien milieu.

Door de bouw van de Belgische offshore windmolenparken is er reeds een uitgebreide monitoring uitgevoerd van de baseline situatie op de Blighbank en de Thorntonbank (Reubens *et al.*, 2009a) (Figuur 5-67). Data voor de Lodewijkbank, waarop Alpha gelegen is, is momenteel niet beschikbaar. Sinds 2009 zijn er jaarlijks monitoringsrapporten van de BMM verschenen waarin de effecten van de windmolenparken op het macrobenthos op de Thorntonbank en Blighbank worden beschreven (Reubens *et al.*, 2009a, Coates & Vincx, 2010, Coates *et al.*, 2011, 2012).



Figuur 5-67: Locaties van de staalnamecampagne in 2008 wanneer de baseline studie op de Blighbank is uitgevoerd (Reubens et al., 2009a).

Het ILVO heeft een effectenstudie uitgevoerd aangaande zand- en grindextractie op enkele Vlaamse Banken, de Hinderbanken, de Thorntonbank en de Goote Bank, waarin zowel de zandbanken als de geulen bemonsterd werden (De Backer *et al.*, 2010; IMDC, 2010a). Deze studies bevatten naast de biologische data analyse ook een grondige abiotische analyse van de locaties, daar de sedimentsamenstelling belangrijk is voor de ecologische evaluatie van de (in)directe effecten van de aanleg van een eiland.

Tenslotte werd ook een beroep gedaan op andere recente studies die data van verschillende onderzoeksprojecten gecompileerd hebben om te komen tot een gebiedsdekkende beschrijving van de benthosgemeenschappen op het BDNZ. Deze studies bevatten ook informatie van verder offshore gelegen gebieden waaronder de Hinderbanken en de Zeelandbanken. Deze gegevens zijn een belangrijke meerwaarde voor de beschrijving van de referentiesituatie:

- Studie betreffende het opstellen van een lijst van potentiële Habitatrichtlijngebieden in het BDNZ (Degraer *et al.*, 2009);
- Studies uitgevoerd door de UGent, Sectie Mariene Biologie naar de macrobenthosgemeenschappen (Van Hoey *et al.*, 2004; De Maersschalck *et al.*, 2006) in relatie tot natuurlijke en antropogene invloeden in de Noordzee (UGent - Sectie Mariene Biologie);
- BWZee-studie (Derous *et al.*, 2007) uitgevoerd door 5 Belgische onderzoeksgroepen in het kader van het PODO II programma van Federaal wetenschapsbeleid. Het resultaat

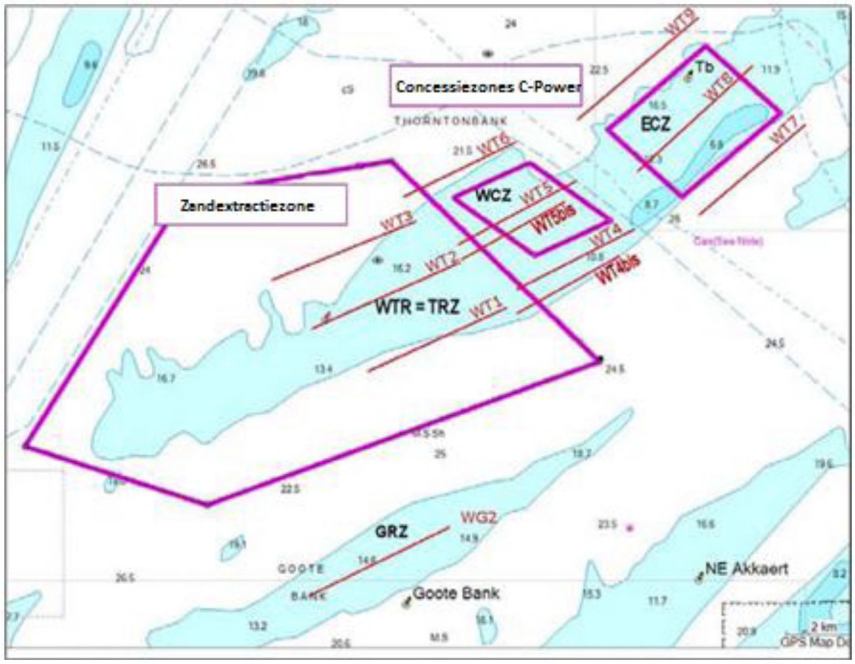
van deze studie was een geïntegreerde, gebiedsdekkende biologische waarderingskaart die de biologische en ecologische waarde van het BDNZ weergeeft. De data die gebruikt zijn voor de opmaak van deze kaart zijn verzameld in de periode 1994 tot 2007.

- Habitatgeschiktheidsmodellen opgesteld door Degraer *et al.* (2008) die de geschiktheid voor de vier in België voorkomende macrobenthosgemeenschappen voorspellen, gebaseerd op de aanwezige korrelgrootte en het slibgehalte.

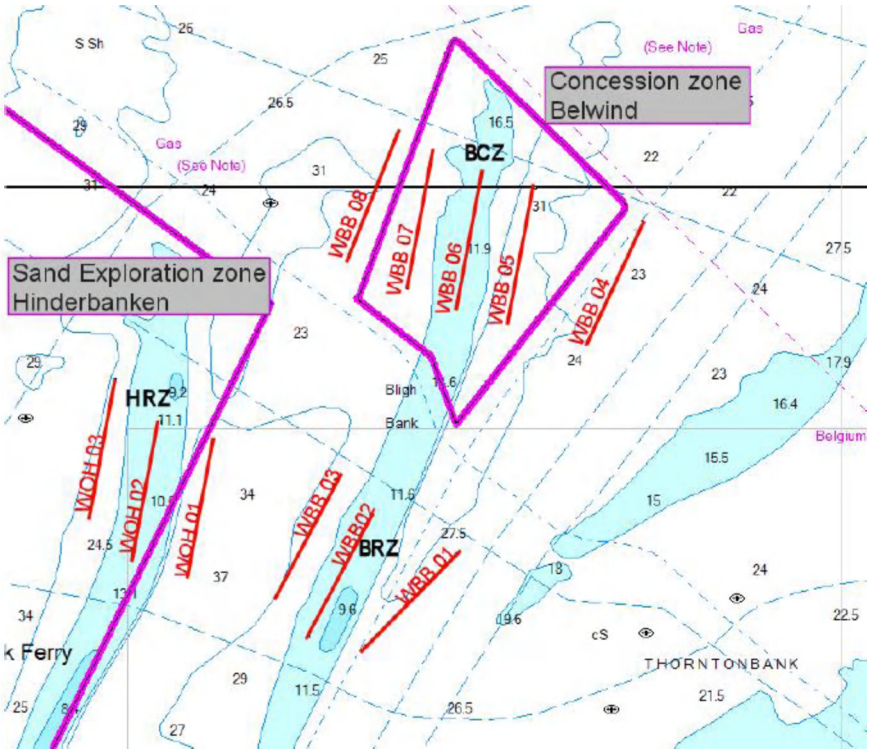
5.4.1.2 Epibenthos en demersale vissen

De studie van de vissen legt de nadruk op de demersale vissen. Deze groep van vissen zal namelijk het meeste rechtstreekse hinder ondervinden van de geplande activiteiten en is ook het meest onderzocht. De demersale visfauna wordt omschreven als de vissen die op of in de nabijheid van de bodem leven en efficiënt met een boomkor bemonsterd kunnen worden. Over de effecten op pelagische (vrijzwemmende) vissen is minder gekend. Er wordt echter verwacht dat de effecten kleiner zijn aangezien pelagische vissen minder habitatverlies en algemene verstoring ondervinden. Ze kunnen wel gehinderd worden door geluid en trillingen tijdens de constructie- en operationele fase (Andersson, 2011). Aangezien het epibenthos (op de bodem levende organismen) eveneens met een boomkor bemonsterd worden, worden ze hier samen besproken met de visgemeenschappen.

In kader van de constructie van de windmolenparken zijn er in 2005 en 2008 meetcampagnes uitgevoerd op de Thorntonbank en de Blighbank om de referentiesituatie vast te leggen (Figuur 5-68, Figuur 5-69) (De Maersschalck *et al.*, 2006; Vandendriessche *et al.*, 2009). Aangezien Alpha gelegen is op de Lodewijkbank, tussen de bemonsterde Thorntonbank en Blighbank, zal voor de beschrijving van de referentiesituatie gebruik worden gemaakt van de gegevens uit deze meetcampagnes.



Figuur 5-68: Positie van de visslepen op de Thorntonbank, de aanpalende geulen en de referentiegebieden (Vandendriessche et al., 2009).



Figuur 5-69: Positie van de vissleepen op de Blighbank, de aanpalende geulen en de referentiegebieden (Vandendriessche et al., 2009).

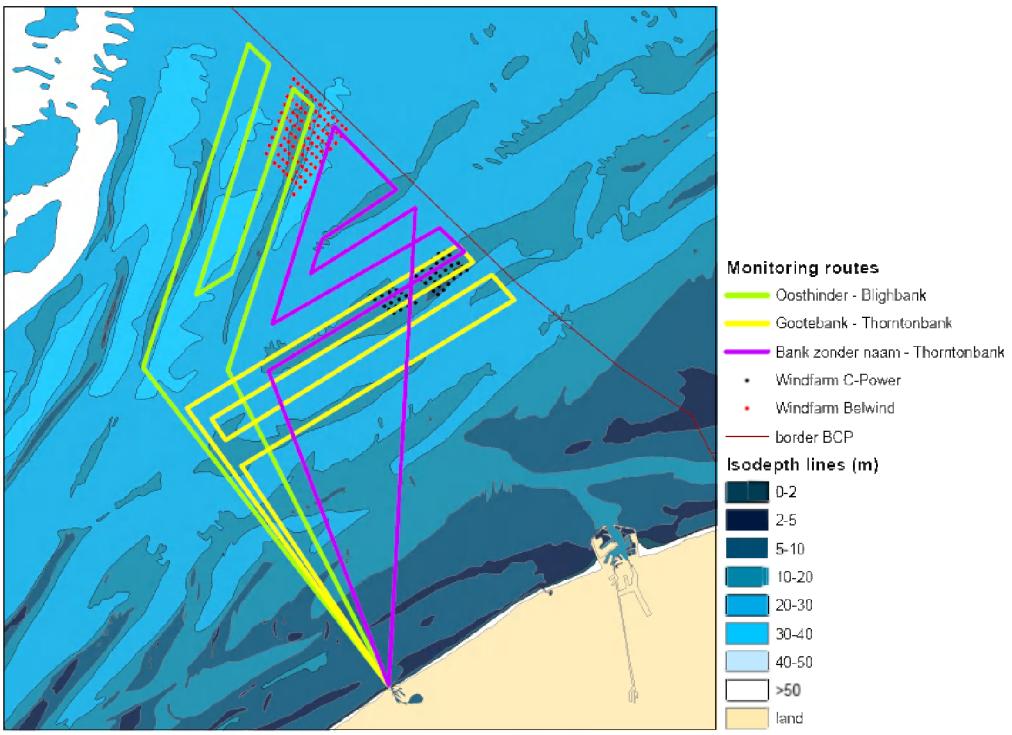
Het epibenthos en de demersale visfauna werden bemonsterd met een 8 m boomkor met een fijnmazig garnalennet en een bollenpees zonder wekkerkettingen. De inhoud van de netten werd verdeeld in 'epibenthos' en 'demersale vissen'. Beide componenten werden afzonderlijk behandeld waarbij volgende gegevens werden verzameld: de aangetroffen soorten, hun densiteit, totale biomassa per soort (enkel voor epibenthos) en de diversiteit.

Deze gegevens werden aangevuld met het monitoringsrapport en effectenstudie aangaande zand- en grindextractie op enkele Vlaamse Banken waaronder de Thorntonbank en de Goote Bank waarbij dezelfde bemonsteringsmethodes werden gehanteerd (De Backer *et al.*, 2010).

Tenslotte werd gebruik gemaakt van de geïntegreerde, gebiedsdekkende biologische waarderingskaarten die de biologische en ecologische waarde voor epibenthos en vissen weergeeft (Derous *et al.*, 2007).

5.4.1.3 Vogels

Het INBO voert sinds 1993 vanaf schepen gestandaardiseerde tellingen uit in het BDNZ. Deze scheepstellingen worden uitgevoerd volgens een zogenaamde transectmethode (Tasker *et al.*, 1984). Sinds 2002 gebeurt dit maandelijks langs 3 vaste trajecten. Over de voorbije jaren verplaatste de nadruk van het gehele BDNZ naar een monitoringsprogramma van (toekomstige) windmolenparken (Figuur 5-70) (Vanermen *et al.*, 2010, 2011, 2012). Aangezien de tellingen ook werden uitgevoerd op de Lodewijkbank vormen deze gegevens ook een goede referentiesituatie bij de aanleg het BOG.



Figuur 5-70: Monitoringstrajecten gevolgd in de periode 2008-2010 (Vanermen et al., 2010).

In het monitoringsrapport van 2009 (Vanermen & Stienen, 2009) is de seizoenale verdeling beschreven van de voorkomende zeevogels, ter hoogte van de zogenaamde impactzone (windmolenparkzone + bufferzone van 3 km) van het windmolenpark op de Thorntonbank (C-Power) en de Blighbank (Belwind). Deze seizoenale verdeling is beschreven op basis van de monitoringroutes die sinds april 2008 worden gevaren, gekozen in functie van deze twee in opbouw zijnde windmolenparken. De monitoringroutes worden weergegeven in Figuur 5-70. Vanwege de hoge mobiliteit van zeevogels en het feit dat de fysische en biologische omstandigheden voor avifauna binnen de impactzones van C-Power en Belwind als min of meer vergelijkbaar kunnen beschouwd worden, kan er aangenomen worden dat deze gegevens een representatief beeld van de aanwezige avifauna ter hoogte van het projectgebied vormen en dus geldig zijn voor de beschrijving van de referentiesituatie bij de aanleg van het BOG.

Ook voor vogels is er in kader van de BWZee-studie een biologische waarderingskaart opgesteld die de biologische en ecologische waarde van het BDNZ weergeeft (Derous *et al.*, 2007).

5.4.1.4 Zeezoogdieren

Het meest voorkomende zoogdier in Belgische wateren is de Bruinvis (*Phocoena phocoena*). Daarnaast komen de Gewone zeehond (*Phoca vitulina*), de Grijze zeehond (*Halichoerus grypus*), de Tuimelaar (*Tursiops truncatus*) en de Witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*) voor, zij het in veel lagere aantallen. De meest nabije kolonies zeehonden, zowel Grijze als Gewone, bevinden zich in Zeeland.

Gezien echter de grote mobiliteit en het uitgestrekte leefgebied van zeezoogdieren, en gezien de migraties die zeezoogdieren ondernemen, wordt voor de beschrijving van de referentiesituatie gebruik gemaakt van studies uit verschillende gebieden van de Noordzee.

Door de BMM werd een monitoringsplan ontwikkeld om de effecten op te volgen van de constructie en exploitatie van de nabijgelegen windmolenparken. De resultaten van de monitoring wordt besproken in Haelters (2009) en Haelters *et al.* (2010, 2011, 2012b). Aangezien het meest voorkomende zeezoogdier in Belgische wateren de Bruinvis is, richt het onderzoek zich vooral op deze soort. Waar mogelijk worden echter ook effecten op andere soorten ingeschat. Volgende studies zijn beschikbaar voor het BDNZ:

- De monitoring van Bruinvissen vanuit de lucht door middel van een gestandaardiseerde methodologie (line transect sampling) voor het inschatten van aantallen en verspreiding;
- Het gebruik van statische akoestische toestellen (PODs) om de aanwezigheid van Bruinvissen en dolfijnen over een langere periode vast te stellen in geselecteerde locaties;
- Het onderzoek van andere beschikbare gegevens, zoals deze verzameld in het kader van de zeevogeltellingen of van het onderzoek van gestrande zeezoogdieren;
- Het inschatten van de mogelijke effecten op zeezoogdieren door de verhoging van het onderwatergeluid.

Het effect van onderwatergeluid is erg belangrijk voor zeezoogdieren. Gedragswijzigingen en het bepalen van geluidsdrempels staan hierbij centraal. Hiervoor wordt eveneens gebruik gemaakt van talrijke internationale studies.

5.4.1.5 Harde substraten

Op de Thorntonbank zijn reeds 55 funderingen geplaatst (jacket en GBF) en op de Blighbank reeds 56 monopiles. Northwind startte begin 2013 met de constructie van 72 turbines. Met de creatie van deze windmolenparken in het BDNZ werd een nieuw artificieel habitat van harde substraten gecreëerd in een regio waar overwegend zandige sedimenten voorkomen. Aangezien het eiland zo goed als zeker een grote oppervlakte aan erosiebescherming zal bevatten, zal de habitatheterogeniteit van het gebied opnieuw verhogen. Dit ‘reef effect’ wordt beschouwd als een belangrijke verandering ten opzichte van het oorspronkelijke milieu (Kerckhof et al., 2012).

Bij aanvang van de constructie zal reeds een groot aantal harde substraten aanwezig zijn de Lodewijkbank. Hierdoor zal de kolonisatie van de harde substraten waarschijnlijk sneller verlopen door de nabijheid van deze windmolens. Voor de beschrijving van de effecten van de harde substraten zal gebruik worden gemaakt van de resultaten van het monitoringsprogramma van de BMM, aangezien deze een goed beeld geven welke nieuwe fauna er kan verwacht worden op de erosiebescherming en/of de caissons.

De staalnamemethodiek en de resultaten van de monitoring van epifauna en visgemeenschappen van harde substraten op de Thorntonbank en Blighbank zijn beschreven door Kerckhof *et al.* (2009, 2010, 2011, 2012) en Reubens *et al.* (2009b, 2010, 2011). Epifauna wordt hier beschouwd als alle organismen (>1mm) levend op harde substraten. De belangrijkste groepen zijn de krabben (Brachyura), heremietkreeften (Anomura) en garnalen (Caridae), behorend tot de schaaldieren (Crustacea); het phylum schelpdieren (Mollusca) (voornamelijk zeeslakjesslakken (Gastropoda), inktvissen en pijlinktvissen (Cephalopoda)), en

tenslotte het phylum stekelhuidigen (Echinodermata) (slangsterren (Ophiuroidea); zeesterren (Asteroidea); zee-egels (Echnoidea)).

De artificiële substraten trekken ook verschillende vissoorten aan. Enkele belangrijke soorten voor de Belgische mariene wateren zijn: Steenbolk (*Trispoterus luscus*), Witte koolvis (*Pollachius pollachius*), Zwarte koolvis (*Pollachius virens*), Kabeljauw (*Gadus morhua*), Zeebaars (*Dicentrarchus labrax*), Zeedonderpad (*Myoxocephalus scorpius*), Naakte slijmvis (*Parablennius* sp.), Dikkopje (*Pomatoschistus minutus*), Makreel (*Scomber scombrus*) en Horsmakreel (*Trachurus trachurus*).

5.4.2 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling

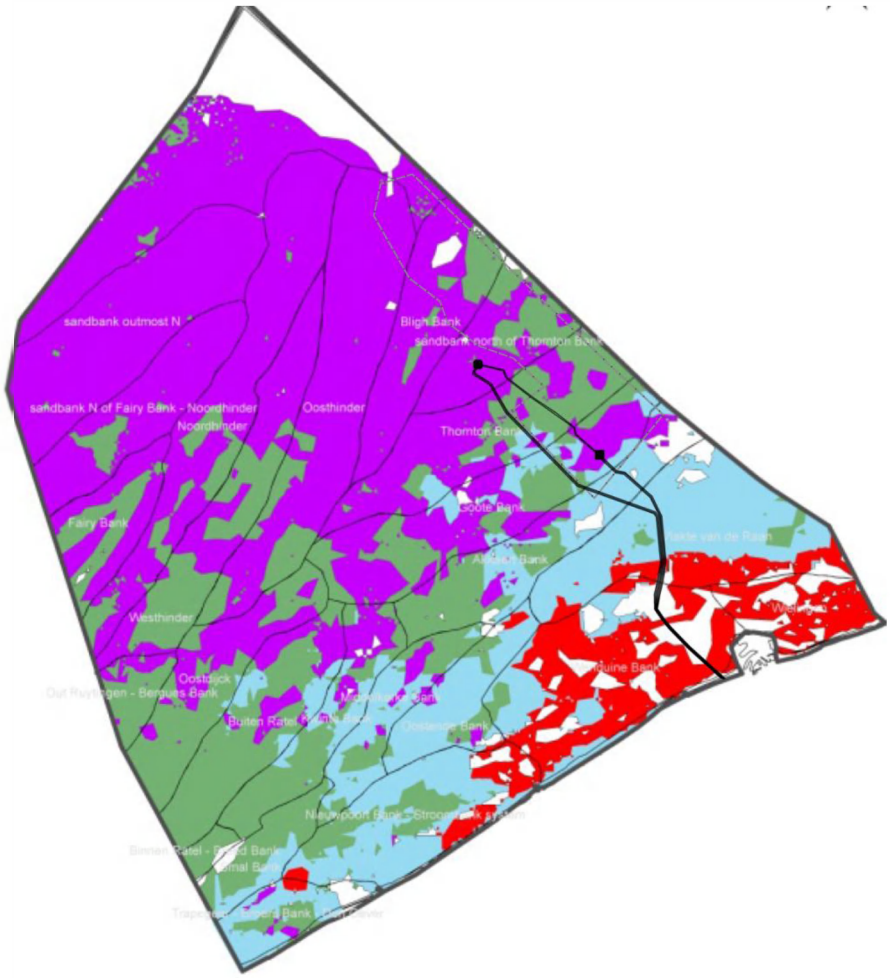
5.4.2.1 Macrobenthos

5.4.2.1.1 Belgische deel van de Noordzee

De macrobenthische rijkdom is niet overal gelijk in het BDNZ. Een hoge diversiteit en dichtheid worden waargenomen ter hoogte van de westelijke kustzone, het oostelijke deel van de Vlaamse Banken en het zuidelijke deel van de Zeelandbanken. Een gemiddelde diversiteit en dichtheid wordt gevonden in de open zeezone, terwijl de oostelijke kustzone algemeen gekarakteriseerd wordt door de laagste soortenrijkdom en dichtheid. Dit laatste wordt waarschijnlijk veroorzaakt door verhoogde slibconcentraties (Van Hoey *et al.*, 2004; Degraer *et al.*, 2006).

Uitgaande van kwantitatieve analyses van het macrobenthos zijn de borstelwormen (Polychaeta) en de schaaldieren (Crustacea) de meest diverse en abundante taxa en dit zowel voor de Zeelandbanken, de Vlaamse als de Hinderbanken (Hillewaert & Maertens, 2003; Van Hoey *et al.*, 2004; De Maersschalck *et al.*, 2006). De dominantie van borstelwormen stijgt in de richting van de offshore zandbanken, terwijl de relatieve abundantie van de 2-kleppigen (Bivalvia) volgens die gradiënt afneemt. De gemeenschappen van dynamische systemen (zandbanken) worden getypeerd door kleine mobiele ‘opportunistische’ soorten met een hoge kolonisatie- en groeisnelheid (Newell *et al.*, 2002). Dit bevordert hun mogelijkheid tot rekolonisatie van het sediment na tijdelijke verstoringen onder natuurlijke condities.

Vier algemeen voorkomende macrobenthische gemeenschappen kunnen worden onderscheiden in de subtidale mobiele substraten van het BDNZ (Figuur 5-71) Daartussenin worden nog zes overgangsgemeenschappen gedefinieerd.



Figuur 5-71: Geografische verdeling van de verschillende biotopen in het Belgische deel van de Noordzee (rood: Macoma balthica, blauw: Abra alba, groen: Nephtys cirrosa en paars: OphElia limacina biotoop; wit: onvoorspeld gebied, niet geanalyseerd) (Degraer et al., 2009).

Deze gemeenschappen worden elk gekenmerkt door karakteristieke soorten, diversiteit en dichtheid en worden elk in een specifieke en goedgedefinieerde omgeving waargenomen (Degraer *et al.*, 2009; Van Hoey *et al.*, 2004, Reubens *et al.*, 2009a):

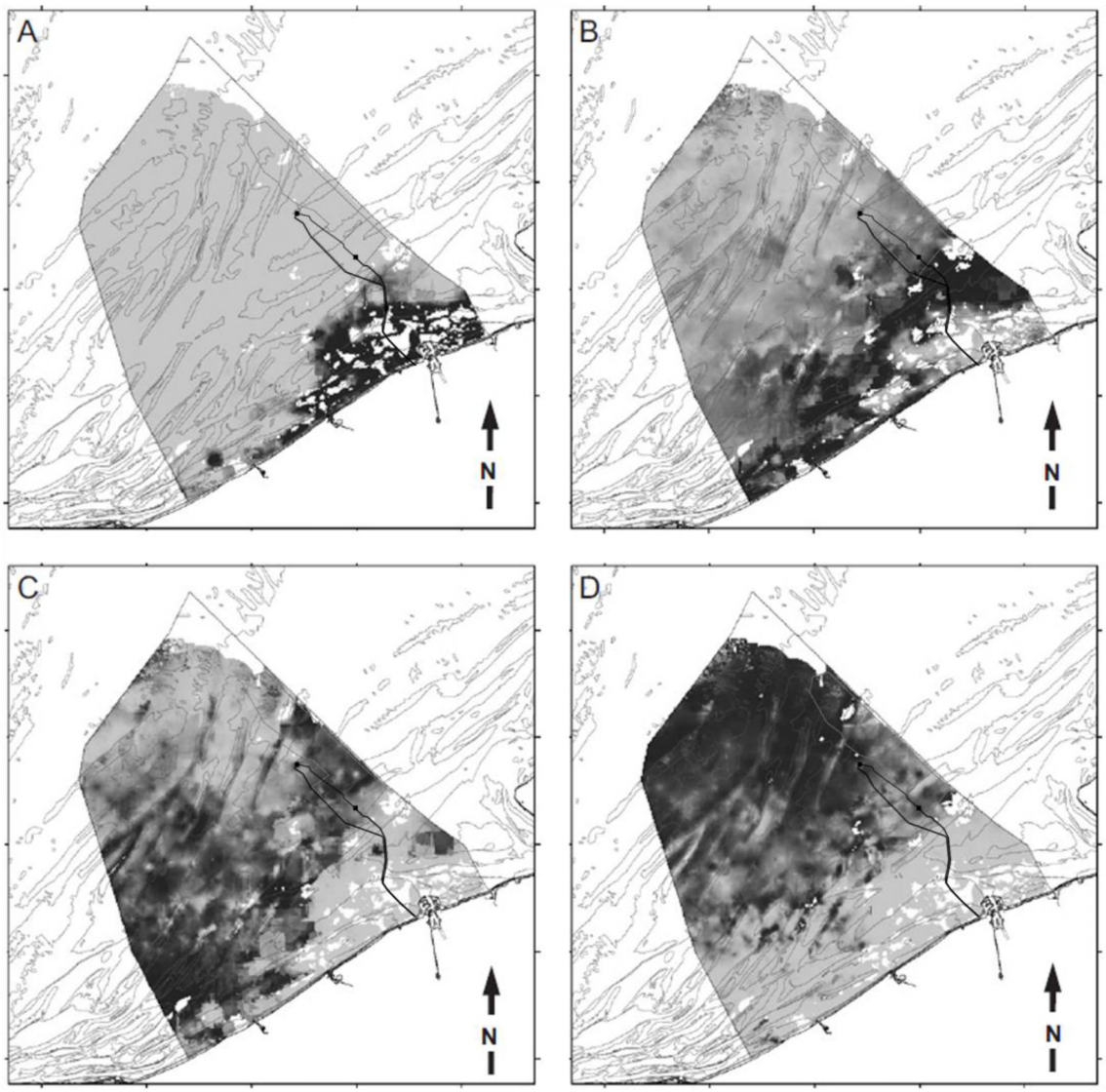
- De *Macoma balthica* gemeenschap wordt gekenmerkt door een lage soortenrijkdom (gemiddeld 7 soorten(spp.)/0,1 m²), maar vrij hoge densiteit (gemiddeld 967 individuen (ind.)/m²), typisch voorkomende in slibbige sedimenten (mediane korrelgrootte: gemiddeld 95 µm).
- De *Abra alba* (– *Mysella bidentata*) gemeenschap wordt gekenmerkt door een hoge dichtheid (gemiddeld 6.432 ind./m²) en een hoge soortenrijkdom (gemiddeld 30 spp./0,1 m²) en wordt typisch in slibrijk (gemiddeld 5,8% slib) fijn zand (mediane korrelgrootte: gemiddeld 219 µm) aangetroffen.
- De *Nephtys cirrosa* gemeenschap bezit een lage dichtheid (gemiddeld 402 ind./m²) en een lage soortenrijkdom (gemiddeld 7 spp./0,1m²) en leeft typisch in zuivere (gemiddeld 0,4% slib) fijn tot medium zandige (mediane korrelgrootte: gemiddeld 274 ind./m²) sedimenten.

- Een zeer lage dichtheid (gemiddeld 190 ind./m²) en soortenrijkdom (gemiddeld 5 spp./0,1m²) typeert de *OphElia limacina* (– *Glycera lapidum*) gemeenschap, aan te treffen in medium- tot grofzandige (mediane korrelgrootte: gemiddeld 409 ind./m²) bodems.

Deze gemeenschappen komen niet geïsoleerd van elkaar voor: graduele overgangen tussen de gemeenschappen worden wijd verspreid in het BDNZ aangetroffen.

Macrobenthische gemeenschappen in gematigde gebieden zijn onderhevig aan sterke jaarlijkse variatie binnen de gemeenschapsstructuur (Turner *et al.*, 1995). Temporele variatie (1994 - 2000) binnen deze soortenassociaties op het BDNZ is aanwezig, maar verschuivingen binnen de verschillende soortenassociaties zijn niet waargenomen (Van Hoey *et al.*, 2004). Algemeen gezien kan er wel gesteld worden dat de kustzone vooral gekenmerkt wordt door de *Macoma* en *Abra* gemeenschap (Figuur 5-71) (De Backer *et al.*, 2010). De offshore stalen worden meestal enkel gekenmerkt door *Nephtys* en *OphElia* gemeenschappen (De Backer *et al.*, 2010). Daarnaast worden de stalen in de kustzone doorgaans gekenmerkt door een kleinere korrelgrootte en een hogere slibconcentratie dan de offshore stalen.

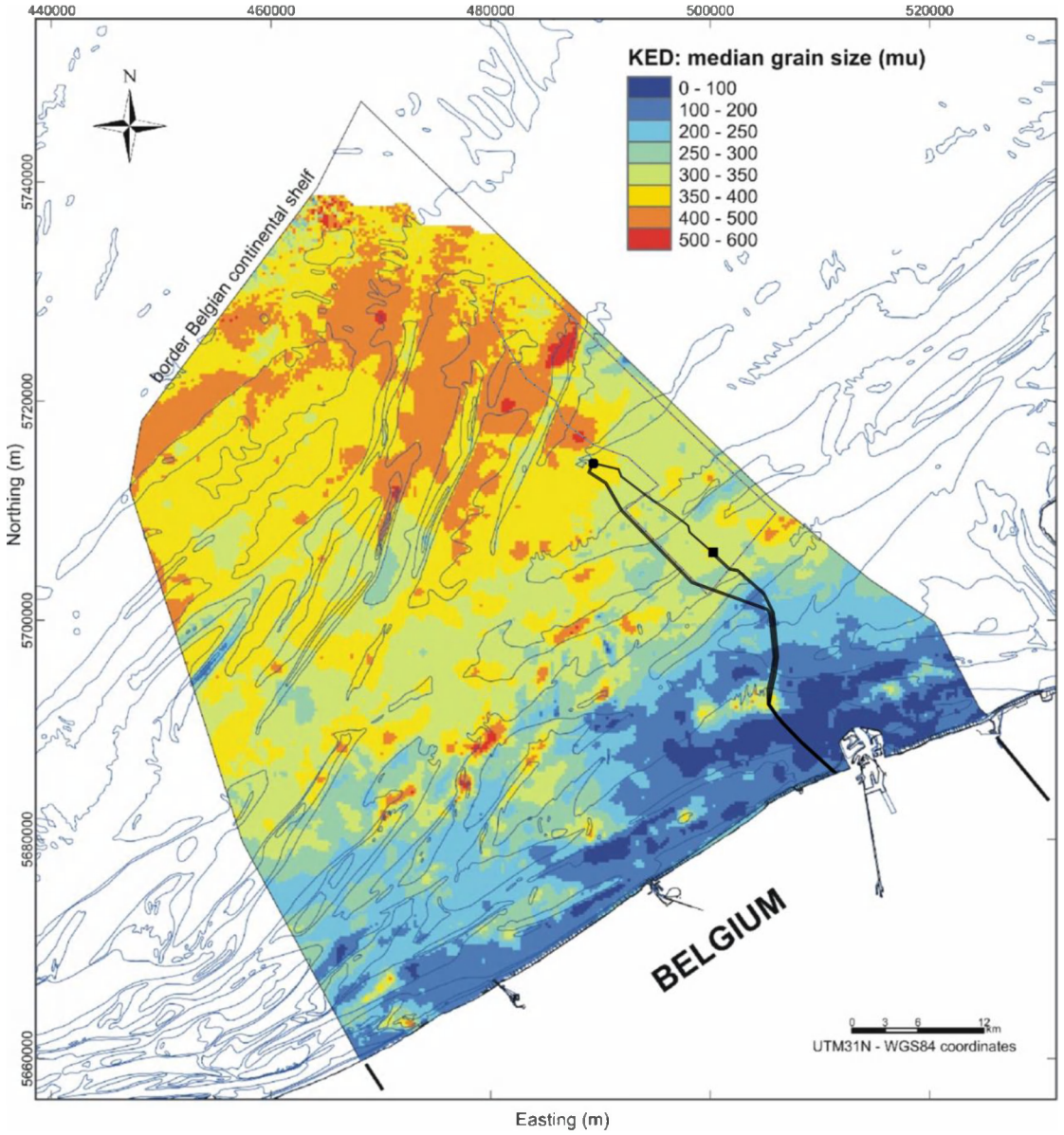
Degraer *et al.* (2008) hebben op basis van korrelgrootte en slibgehalte modellen opgesteld die het voorkomen van deze vier macrobenthische gemeenschappen voorspellen (Figuur 1-5). Deze modellen geven echter enkel de geschiktheid voor de kolonisatie van een bepaalde gemeenschap weer. De gemeenschap kan dus eveneens afwezig zijn door anthropogene invloeden zoals visserij, of door natuurlijke temporele variatie. De habitatgeschiktheidsmodellen voorspellen bijgevolg eerder het specifieke ecologisch potentieel van een habitat dan de gerealiseerde ecologische structuur (Degraer *et al.*, 1999).



Figuur 5-72: Habitatgeschiktheidskaarten voor de vier in Belgische wateren voorkomende macrobenthos gemeenschappen, zoals voorspeld door Degraer et al. (2008). A: Macoma balthica gemeenschap; B: Abra alba gemeenschap; C: Nephtys cirrosa gemeenschap; D: OphElia limacina gemeenschap. Licht grijs: 0% geschikt → zwart: maximum geschiktheid.

5.4.2.1.2 Het projectgebied

De meeste stalen genomen op de Thorntonbank en de Blighbank tijdens de baseline studie worden gekenmerkt door medium zand (350-500 µm), een laag slibgehalte (max. gemiddelde van respectievelijk 5,9% en 4,3%) en een laag percentage organisch materiaal (max. gemiddelde van respectievelijk 0,23% en 0,3%) (Reubens *et al.*, 2009a; IMDC, 2012b). Uit Figuur 5-73 kan eveneens afgeleid worden dat de potentiële locaties van het eiland gekenmerkt worden door medium zand (300-400 µm) (Verfaillie *et al.*, 2006). De bodemsamenstelling wordt verder besproken onder het hoofdstuk 'Bodem en water'.

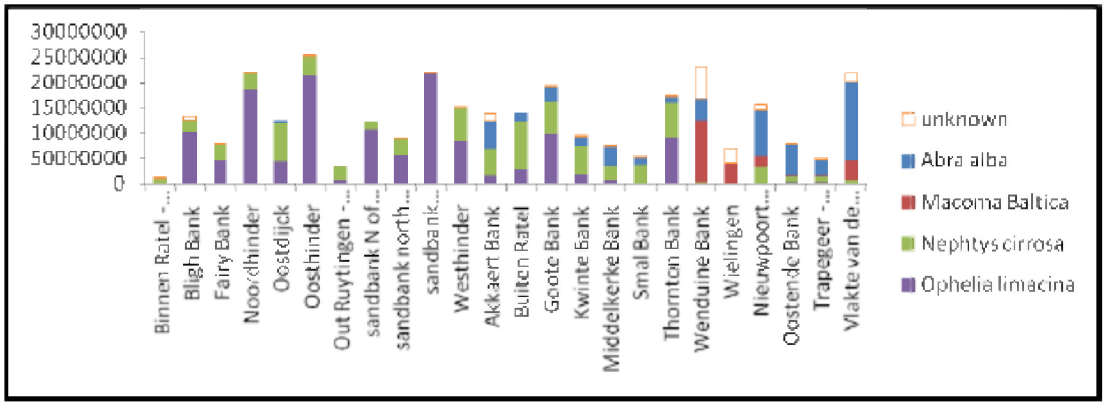


Figuur 5-73: Korrelgrootteverdeling op het BDNZ (naar Verfaillie et al., 2006).

De Thorntonbank wordt gekenmerkt door lage densiteiten (1.500 ind./m²) en een lage soortenrijkdom (max. 24 spp./station). De totale biomassa ligt er tussen 0 en 30.000 mg AFDW/m² en de meeste stalen worden gekenmerkt door een lage productiviteit (< 10 mg/dag.m²). De dominante soorten op de Thorntonbank zijn *Nephtys cirrosa*, *Nephtys caeca* en *Spiophanes bombyx*. Zowel de abundanties als de diversiteit, biomassa's en productiviteit zijn in de meeste stations in het najaar hoger dan in het voorjaar.

Ook op de Blighbank zijn de densiteiten van het macrobenthos hoger in het najaar (max. 3.500 ind/m²) in vergelijking met het voorjaar (max. 900 ind./m²). Soortenrijkdom is eerder laag (max. 26 species/0.1 m²). Een brede range in biomassa wordt waargenomen (26- 6.000 mg/m²), zowel in het voorjaar als het najaar. De productiviteit is laag (< 10 mg/dag.m² in de meeste stalen). *N. cirrosa* is de meest dominante macrobenthische soort, zowel in de voorjaars- als najaarsstalen (Reubens *et al.*, 2009a).

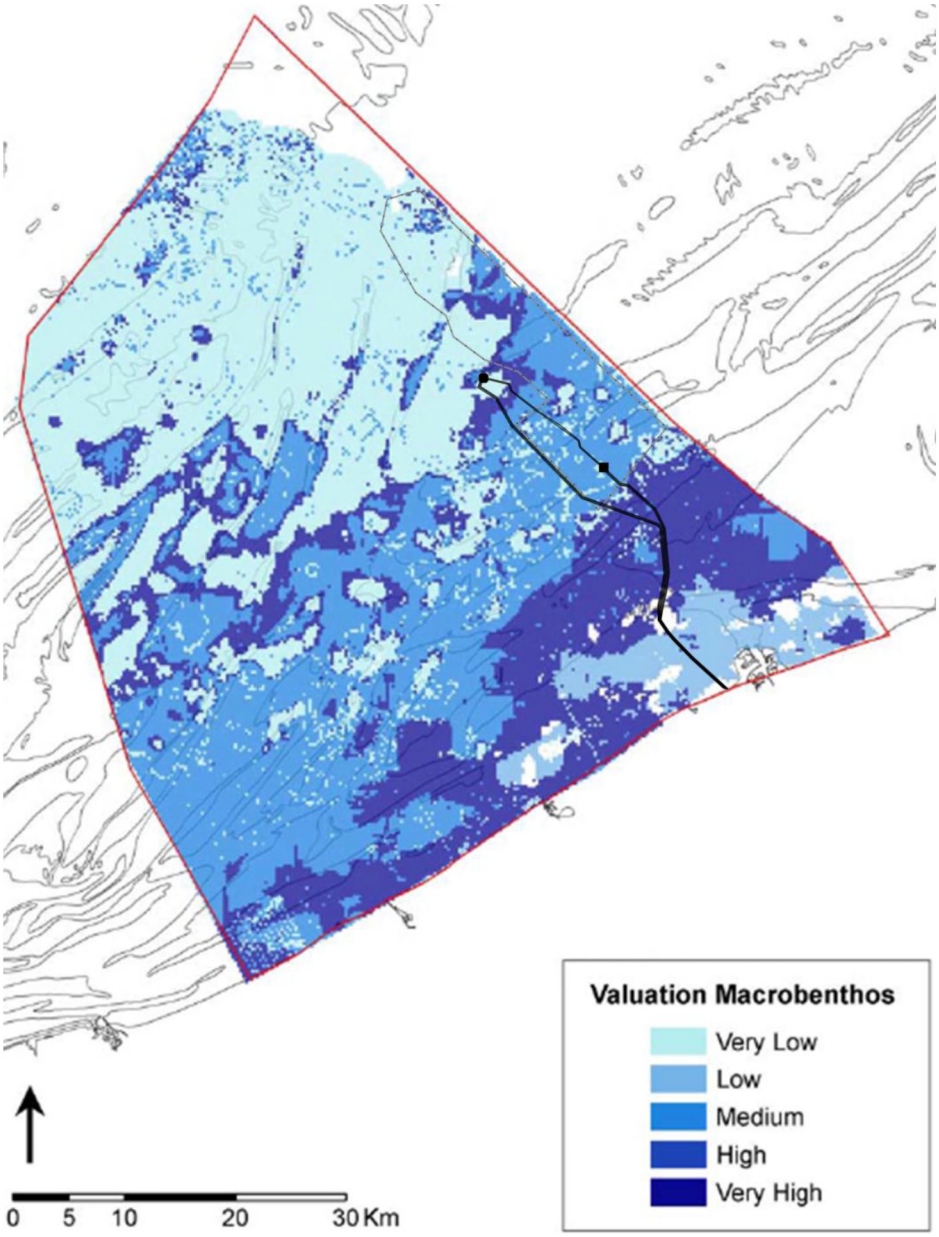
Uit Figuur 5-71 en Figuur 5-74 blijkt dat de Lodewijkbank vooral geschikt is voor *O. limacina* (–*G. lapidum*) gemeenschappen. Door de nabijheid van *N. cirrosa* gemeenschappen zullen op deze locaties waarschijnlijk ook overgangsgemeenschappen voorkomen.



Figuur 5-74: Relatieve verdeling van de habitatgeschiktheid binnen de onderzochte zandbanken. Y-as, oppervlakte biotoopbeschikbaarheid in m² (sandbank N of = Lodewijkbank)(Degraer et al., 2009).

Door de lengte van de kabeltracés kan bij de aanleg van de kabels elk van de vier gemeenschappen worden aangetroffen.

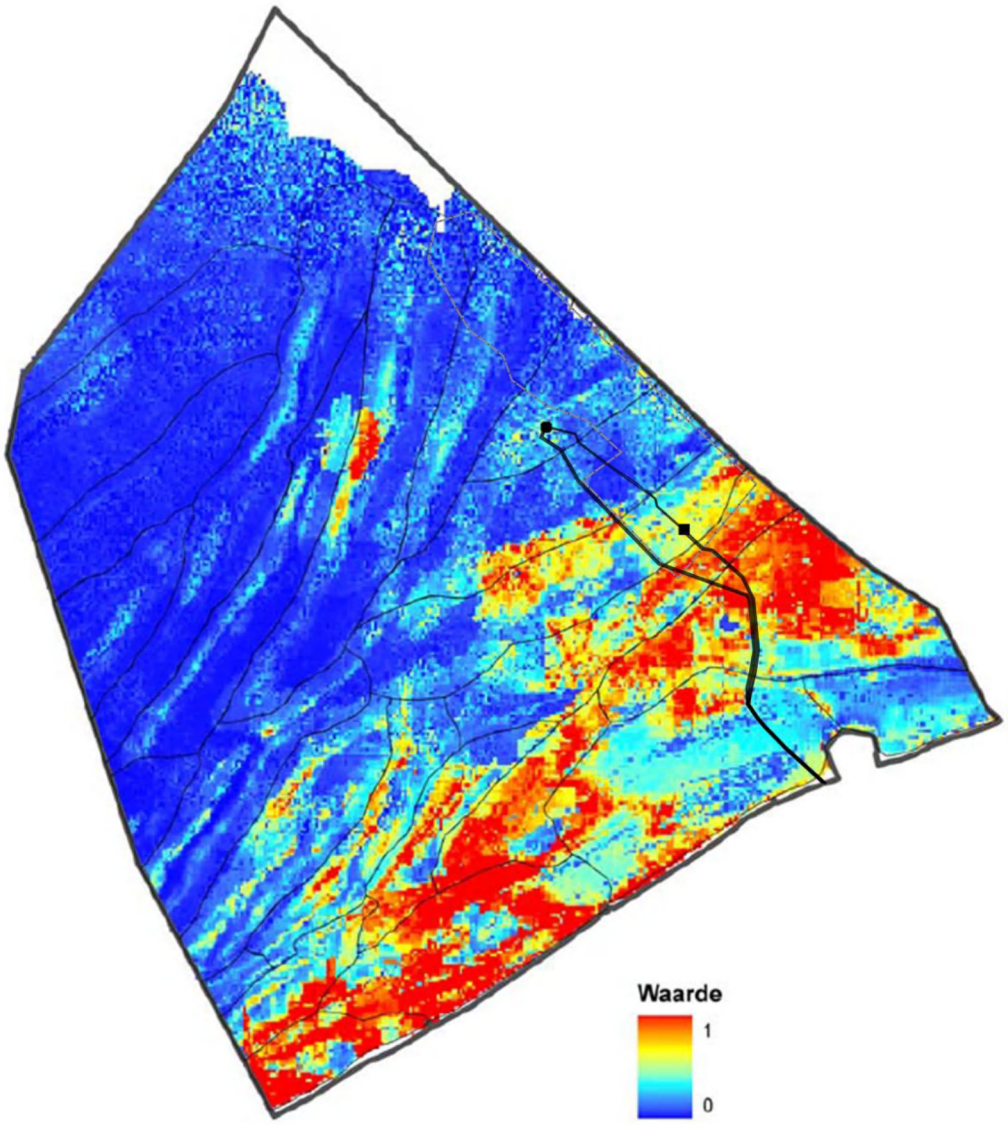
Derous *et al.* (2007) stelde een biologische waarderingskaart op voor het BDNZ op basis van de voorkomende macrobenthosgemeenschappen (Figuur 5-75). De eilandlocatie wordt gekenmerkt door een gemiddelde biologische waarde. De kabeltracés lopen echter ook door gebieden die biologisch zeer waardevol zijn.



Figuur 5-75: Biologische waarderingskaart voor het macrobenthos (Derous et al., 2007).

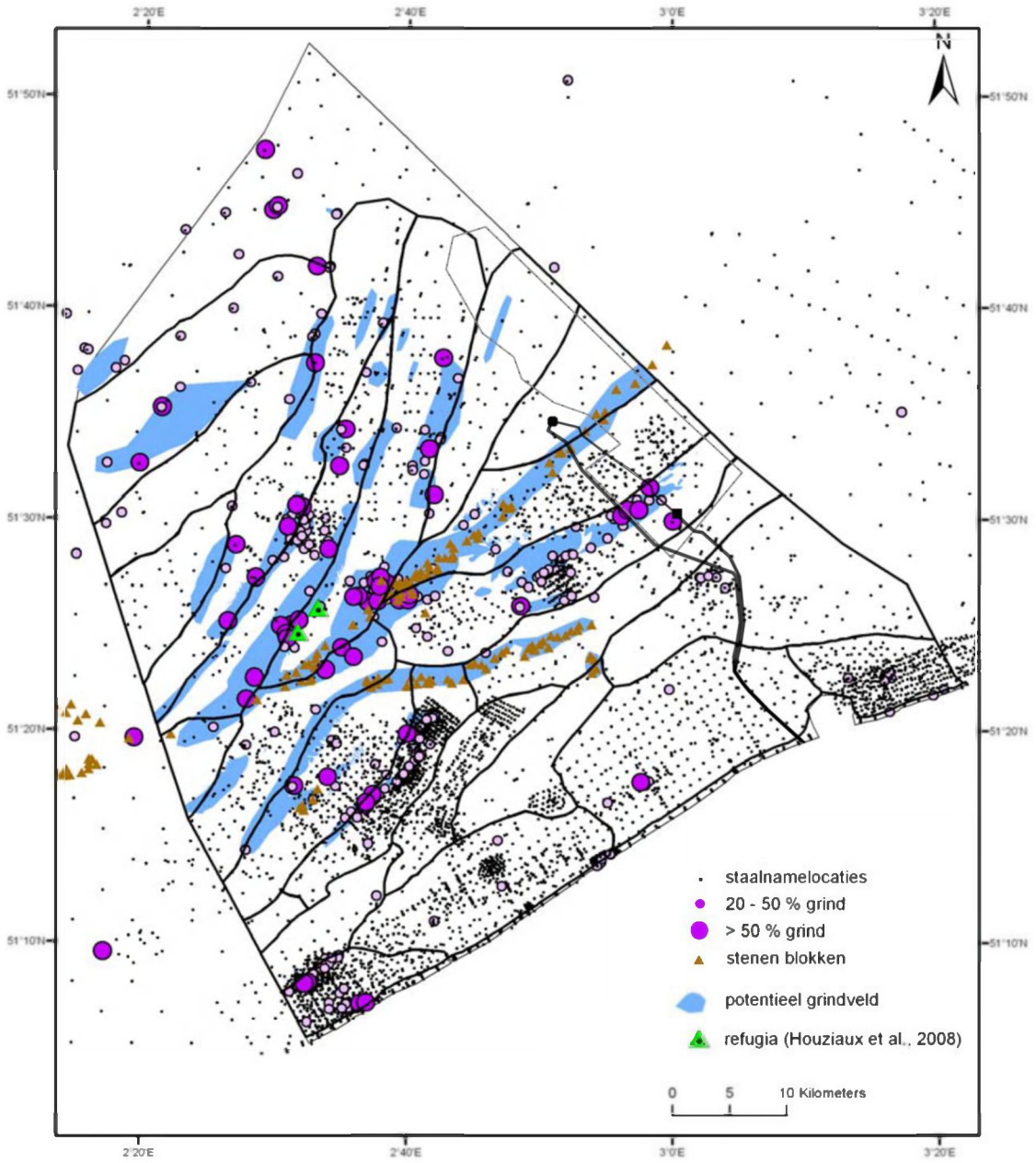
In Degraer *et al.* (2009) worden de Thorntonbank en de Blighbank niet weerhouden als potentieel habitatrichtlijngebied (habitattype 1110 – permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken) met bijzondere ecologische waarde. De Lodewijkbank komt echter wel in aanmerking als potentieel habitatrichtlijngebied, op basis van de biologische waarde en densiteit van het *N. cirrosa* biotoop.

Degraer *et al.* (2009) tonen ook aan dat de eilandlocatie slechts in beperkte mate geschikt is voor de vorming van *Lanice conchilega* aggregaties (met een dichtheid > 500 ind./m²) (Figuur 5-76). *L. conchilega* structureert een bestaande macrobenthische gemeenschap (*A. alba* gemeenschap) op een verregaande manier.Hierdoor vormt zich een subgemeenschap door de zogenaamde 'geassocieerde soorten' (L. conchilega gemeenschap s.s.) in de bredere gemeenschap waar die deel van uitmaakt (A. alba gemeenschap s.l.) (Rabaut *et al.*, 2007).



Figuur 5-76: Habitatgeschiktheidskaart voor Lanice conchilega aggregaties met een dichtheid > 500 ind./m². Hoogstwaarschijnlijk afwezig: blauw (0); hoogstwaarschijnlijk aanwezig: rood (1) (Degraer et al., 2009).

Ook op basis van de ruimtelijke verspreiding van de grindbedden (naast *L. conchilega* eveneens kandidaat voor het habitattype 1170) is het projectgebied niet weerhouden als aan te melden habitatrichtlijngebied (Degraer *et al.*, 2009) (Figuur 5-77).



Figuur 5-77: Habitattype 1170 grindbedden (Degraer et al., 2009).

5.4.2.1.3 Autonome ontwikkeling

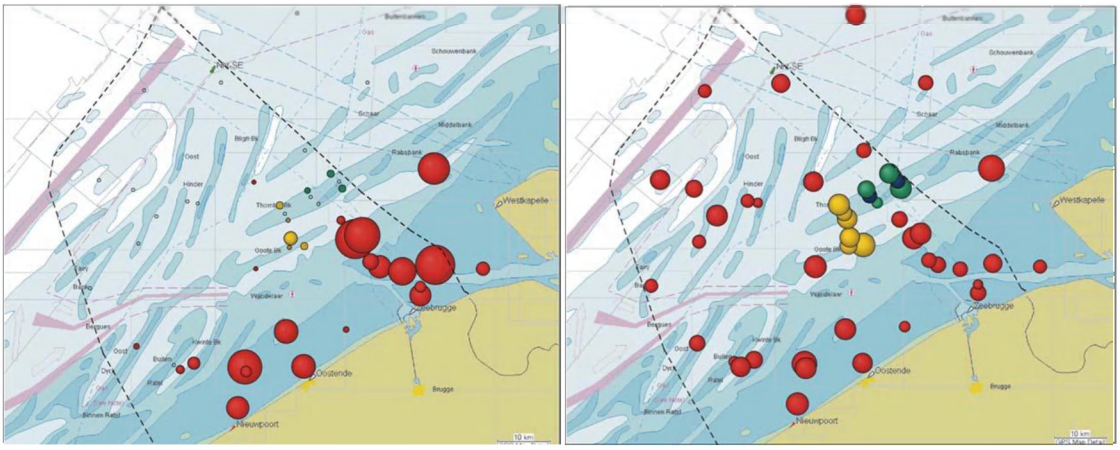
Indien het BOG niet gerealiseerd zou worden, zouden de benthosgemeenschappen niet wezenlijk veranderen. Lange termijn trends in densiteit en soortenrijkdom tonen zowel een algemene stijging in densiteit als soortenrijkdom voor het macrobenthos.

5.4.2.2 Epibenthos

5.4.2.2.1 Belgische deel van de Noordzee

Uitgaande van de resultaten van De Maersschalck *et al.* (2006) lag de gemiddelde densiteit in 2005 voor het epibenthos duidelijk een grootteorde hoger in de kustzone (tot 15 km uit de

kust) in vergelijking met de rest van het BDNZ (Figuur 5-78). De gemiddelde densiteit varieerde tussen 2 en 1.600 ind/1.000m².



Figuur 5-78: Ruimtelijke verspreiding van de gemiddelde densiteit (links) en soortenrijkdom (rechts) in 2005 voor het epibenthos (groen: metingen in C-Power windmolenpark, geel: referentiegebieden, rood: andere gebieden). De grootte van de bollen varieert tussen 2 en 1.600 ind/1.000m² voor de densiteit en tussen 8 en 22 soorten per vissleep voor de soortenrijkdom (De Maersschalck et al., 2006).

In totaal werden op het BDNZ (en het aangrenzende stukje Nederlands Continentaal Plat) 64 epibenthische soorten waargenomen in 2005, waarvan 50 soorten in het voorjaar en 54 soorten in het najaar. De gemiddelde soortenrijkdom varieerde tussen 8 en 22 soorten per vissleep (Figuur 5-78). Het aantal soorten lag 25% lager in de oostelijke kustzone en op de Vlakte van de Raan t.o.v. de westelijke kustzone (die uitloopt naar het oosten toe in de noordwestelijke geul voorbij de Vlakte van de Raan). Hoewel niet eenduidig lag de epibenthische soortenrijkdom iets lager in de offshore gebieden >30 km uit de kust. Voor de soortenrijkdom was het verschil tussen deze 3 'zones' (oost, west, offshore) weliswaar minder duidelijk uitgesproken. De gemiddelde soortenrijkdom varieerde er tussen 12 en 20 soorten per vissleep. De densiteit en soortenrijkdom vertoonden een min of meer 4-jaarlijks oscillerend patroon in de randzones rond de Oostdyck en de Blighbank te wijten aan hogere densiteiten van vooral gewone slangster *O. ophiura*.

Monitoringonderzoek van De Backer *et al.* (2010) geeft aan dat er op basis van 80 staalnamepunten en 1 tot 9 campagnes in de periode lente 2004 – lente 2009 (herfst en lente campagnes, 9 campagnes in totaal) 92 soorten werden vastgesteld, waarbij de slangsterren het meest vertegenwoordigd zijn, gevolgd door de tweekleppigen en garnalen.

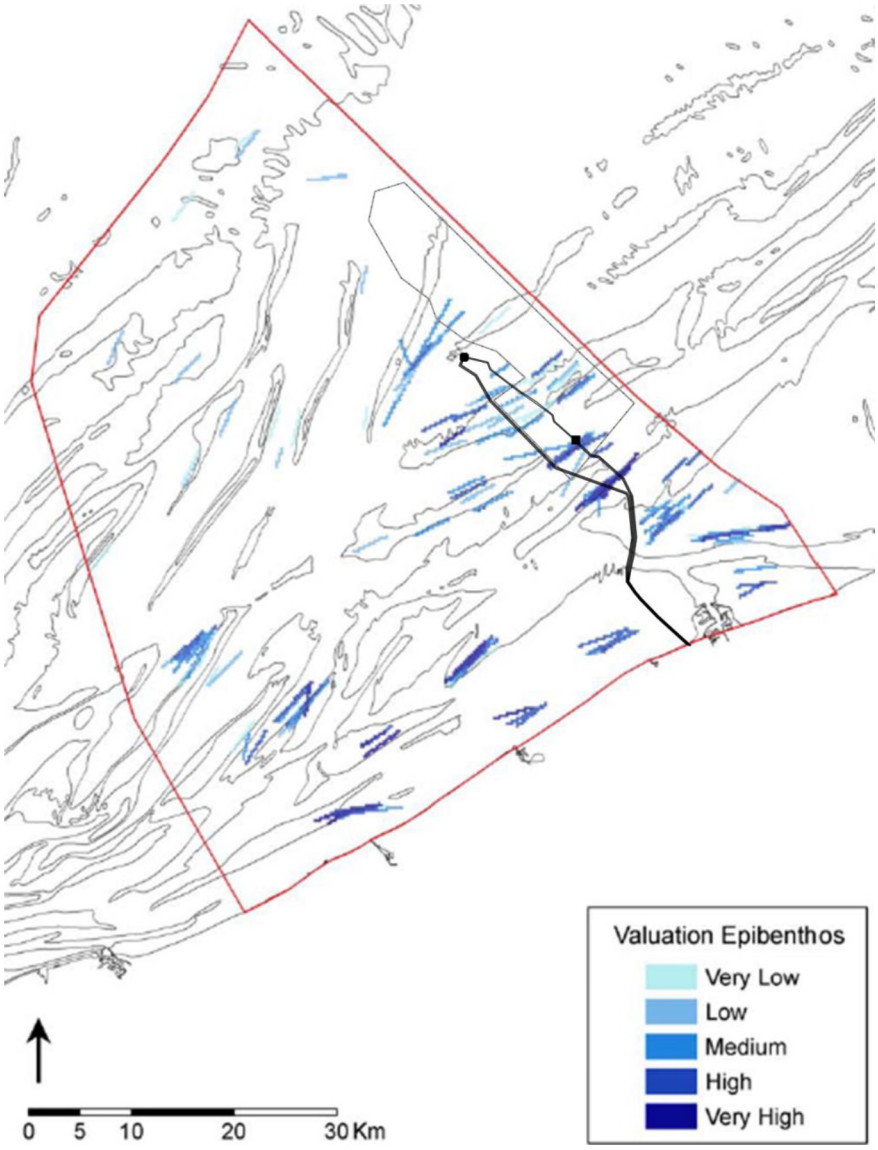
Op basis van deze staalnamecampagne stelt De Backer *et al.* (2010) tevens het volgende vast:

- De densiteit en biomassa zijn significant verschillend tussen de staalnames uitgevoerd in de kustzone enerzijds en offshore anderzijds. De densiteit (ind./1.000m²) en biomassa (gWW/1.000 m²) was significant hoger in de kustzone (323 ind./1.000 m², 887 gWW/1.000 m²) in vergelijking met de zone offshore (22 ind./1.000 m², 70 gWW/1.000 m²).
- Wat de soortenrijkdom betreft, zijn er geen significante verschillen tussen de verschillende zones (kust en offshore). In de staalnames genomen tijdens de herfst is de soortenrijkdom wel hoger dan in de staalnames die genomen zijn tijdens de lente. Op

basis van de diversiteitsindex N1 kan er afgeleid worden dat de diversiteit in de kustzone minder groot is dan offshore.

- Er werden geen significante verschillen waargenomen tussen de staalnames in de offshore geulen en banken.
- Bij vergelijking van de staalnames tussen de verschillende jaren onderling is het verschil verwaarloosbaar.

Ook voor het epibenthos is er een biologische waarderingskaart beschikbaar (Figuur 5-79). Aangezien de dataset voor het epibenthos echter beperkt is, zijn er geen biologische waarden gekend voor het volledig BDNZ.

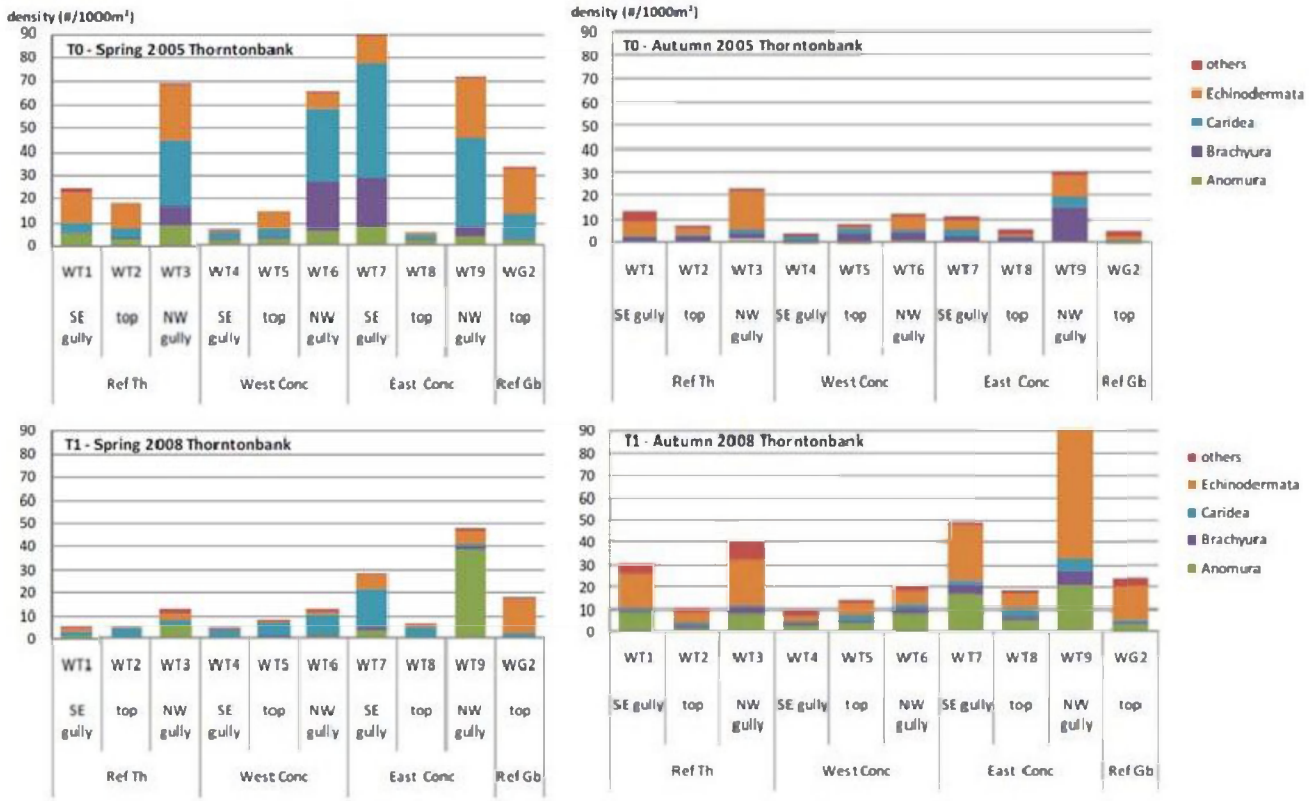


Figuur 5-79: Biologische waarderingskaart voor het epibenthos (Derous et al., 2007).

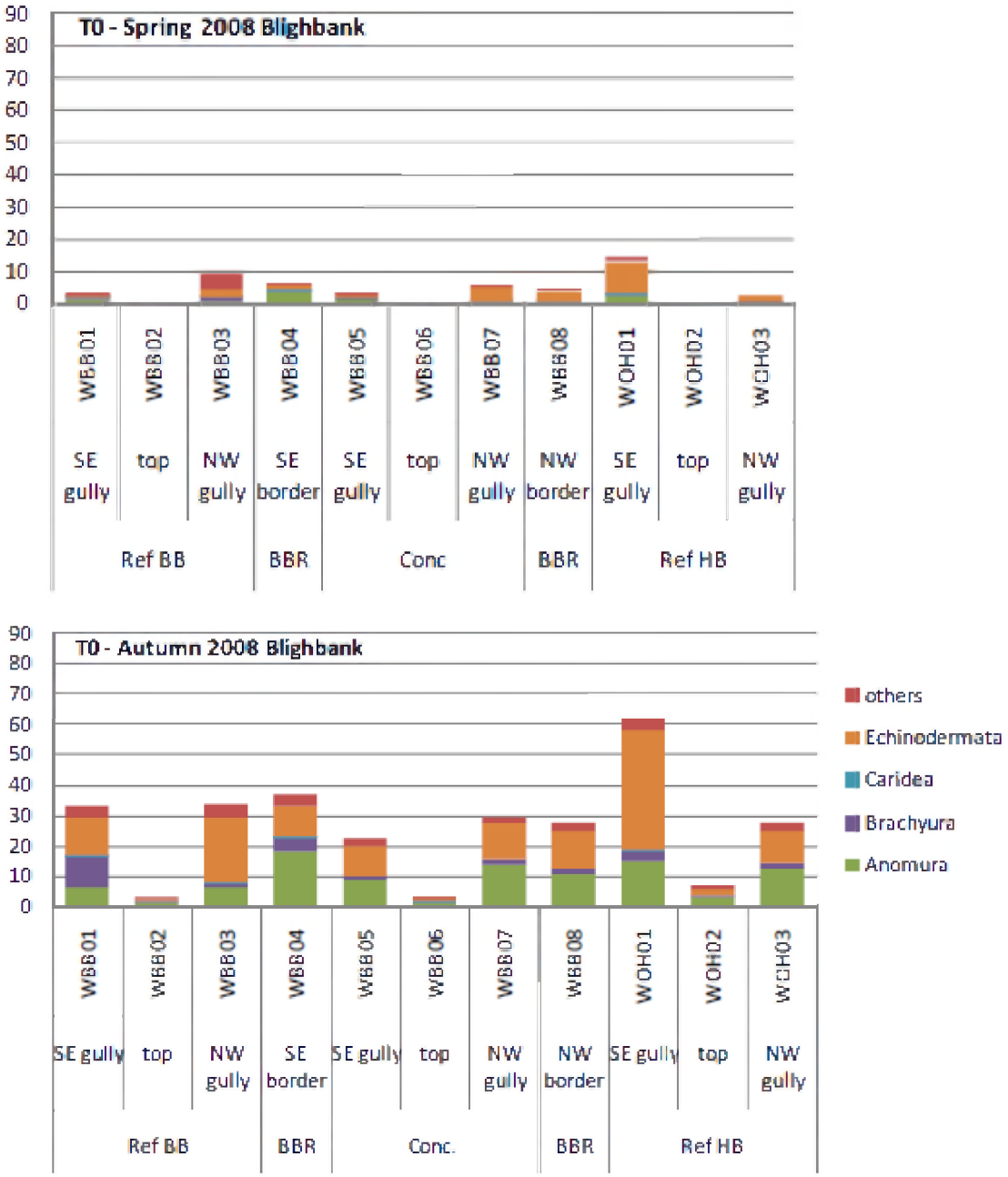
5.4.2.2.2 Het projectgebied

Voor zowel de Thorntonbank als de Blighbank toonden de analyses betreffende de soortensamenstelling, densiteit, biomassa, diversiteit en lengte frequentie van het epibenthos een duidelijk verschil aan tussen de zandbankstations en de geulstations, waarbij hogere (tot

zes keer hoger) densiteiten werden genoteerd in de geulen (Figuur 5-80 en Figuur 5-81). Dit toont aan dat aanpalende geulen diverser en rijker zijn de zandbanken zelf. Stalen uit geulen vertoonden echter wel een grotere onderlinge variatie dan zandbankstalen. Ook wordt een grotere diversiteit waargenomen in de herfst dan in de lente (Tabel 5-27 en Tabel 5-28).



Figuur 5-80: Densiteiten van het epibenthos per taxonomische groep voor alle staalnamelocaties op de Thorntonbank, lente (boven) en herfst (onder) 2005 & 2008 (Vandendriessche et al., 2009).



Figuur 5-81: Densiteiten van het epibenthos per taxonomische groep voor de Blighbank en zijn referentiegebieden, lente (boven) en herfst (onder) in 2008 (Vandendriessche et al., 2009).

Tabel 5-27: Overzicht van de gemiddelde densiteit van het epibenthos per taxonomische groep op de Thorntonbank (Vandendriessche et al., 2009).

		Densteit #/1.000m²	Gemiddelde densiteit per taxonomische groep (#/1.000m²)							
			Anomura	Brachy-ura	Caridea	Echino-dermata	Bivalvia	Cepha-lopoda	Gastro-poda	Overige
Lente	2005	40	4,6	6,2	18,0	11,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
	2008	15	5,9	0,6	5,5	2,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

		Densteit #/1.000m²	Gemiddelde densiteit per taxonomische groep (#/1.000m²)							
			Anomura	Brachy-ura	Caridea	Echino-dermata	Bivalvia	Cepha-lopoda	Gastro-poda	Overige
Herfst	2005	13	0,7	3,8	1,5	5,2	0,3	1,1	0,4	< 0,1
	2008	35	8,7	2,4	1,9	17,2	1,5	1,3	1,8	< 0,1

Tabel 5-28: Overzicht van de gemiddelde densiteit van het epibenthos per taxonomische groep op de Blighbank (Vandendriessche et al., 2009).

	Densteit #/1.000m²	Gemiddelde densiteit per taxonomische groep (#/1.000m²)							
		Anomura	Brachy-ura	Caridea	Echino-dermata	Bivalvia	Cepha-lopoda	Gastro-poda	Overige
Lente	4	1,3	0,5	0,1	1,4	0,6	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Herfst	24	8,9	2,9	< 0,1	9,9	1,5	0,7	0,1	< 0,1

Verschillen in biomassa zijn grotendeels vergelijkbaar met de verschillen in densiteit. In de herfst is de biomassa gemiddeld 2 keer zo hoog dan in de lente en in de geulen gemiddeld 3 keer zo hoog dan op de zandbanken.

De aangetoonde seizoenale, interannuele en ruimtelijke variatie was vooral het gevolg van wisselende proporties van een aantal algemene epibenthische soorten zoals de Gewone slangster *Ophiura ophiura* (Echinodermata), Kleine slangster *Ophiura albida* (Echinodermata), Grijze garnaal *Crangon crangon* (Caridea), Heremietskreeft *Pagurus bernhardus* (Anomura), Gewone zwemkrab *Liocarcinus holsatus* (Brachyura), Zeekat *Sepiola atlantica* (Cephalopoda) en Dwergpijlinktvis *Alloteuthis subulata* (Cephalopoda)(Vandendriessche *et al.,* 2009).

De densiteitswaarden voor de concessiegebieden, de randzones en de referentiegebieden uit deze studies waren vrij laag, intermediair tussen de kustwaarden en de verderaf gelegen gebieden, en vergelijkbaar met o.a. de randzones rond de Buitenratel en de Oostdyck. Dit kwam grotendeels overeen met andere studies van ILVO-Visserij die gebruik maakten van gegevens uit andere jaren (zie o.a. De Backer *et al.*, 2010).

Uitgaande van de eilandlocatie (bovenop een zandbank) kan hier eenzelfde soortensamenstelling verwacht worden als beschreven voor de zandbanken, met als belangrijkste vertegenwoordigers Gewone slangster, Kleine slangster, Heremietskreeft en de Zeester (*Asterias rubens)* (Echinodermata).

5.4.2.2.3 Autonome ontwikkeling

Indien het BOG niet gerealiseerd zou worden, zouden de epibenthosgemeenschappen niet wezenlijk veranderen. De aanwezige dominante soorten zijn vergelijkbaar voor de periode 1996-2005. Langetermijntrends in densiteit en soortenrijkdom tonen wel een algemene stijging in densiteit als soortenrijkdom doorheen de tijd.

Andere activiteiten kunnen de autonome ontwikkeling echter beïnvloeden. Alpha zal vlakbij de afgebakende zone voor de ontwikkeling van windenergie liggen (KB 17/05/2004), waardoor reeds goedgekeurde (C-Power, Belwind, Northwind, Norther, Rentel) windmolenparken een effect kunnen hebben op het aquatische milieu als geheel doordat ze een aantrekking zouden kunnen uitoefen op andere epibenthische organismen waardoor het gebied soortenrijker wordt en nieuwe gemeenschappen herbergt. Voor meer details wordt verwezen naar de onderdelen ‘Harde substraten’ en ‘Cumulatieve effecten’.

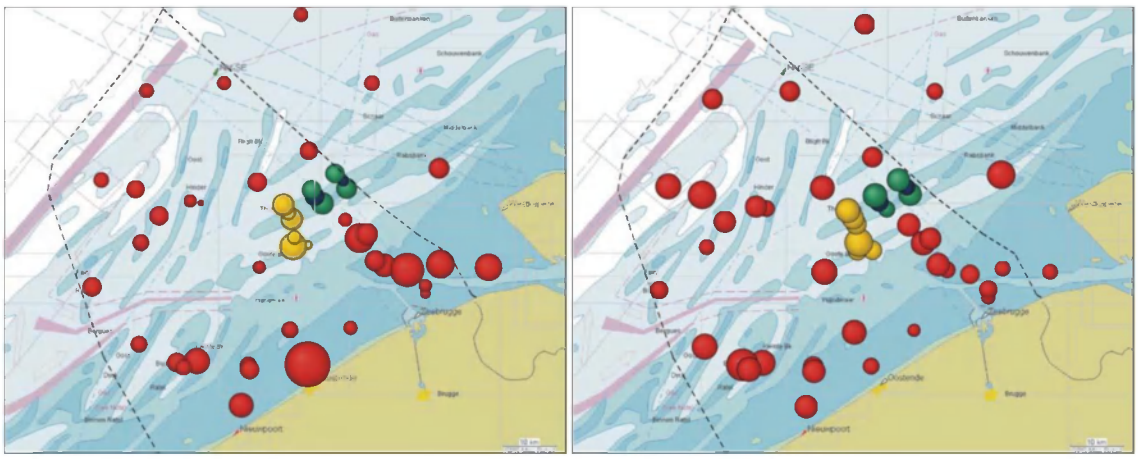
Verder kan verwacht worden dat de epibenthosgemeenschap wijzigingen zal ondergaan tengevolge van de klimaatsverandering (wijzigingen in stromingskarakteristieken, chemische eigenschappen van het zeewater, temperatuur, stormfrequenties, etc.). Op dit moment heerst er nog veel onzekerheid over de kwantificering van de invloeden van klimaatsverandering op het mariene milieu, zeker op de schaalgrootte van het BDNZ. Bovendien zijn de effecten geïnduceerd door klimaatsverandering niet altijd te scheiden van effecten tengevolge van andere, menselijke invloeden.

5.4.2.3 Vissen

De belangrijkste ordes van de vissen zijn de haringachtigen (Clupeiformes), de kabeljauwachtigen (Gadiformes), de baarsachtigen (Perciformes), de platvissen (Pleuronectiformes) en de schorpioenvisachtigen (Scorpaeniformes).

5.4.2.3.1 Belgische deel van de Noordzee

Uit de studie van De Maersschalk *et al.* (2006) blijkt dat de kustzone rijker is aan demersale vissen dan de verder uit de kust gelegen gebieden (Figuur 5-82). Op het BDNZ werden er 52 dermersale vissoorten waargenomen in 2005, waarvan 38 soorten in het voorjaar en 45 soorten in het najaar. De gemiddelde soortenrijkdom varieerde tussen 9 en 24 soorten per vissleep. Het aantal soorten lag 25% lager in de oostelijke kustzone in vergelijking met de kustzone tussen 5 en 15 km uit de kust. In de offshore gebieden (> 30 km van de kust), de Hinderbanken, lag de soortenrijkdom vrij hoog. In vergelijking met de rest van het BDNZ werden relatief hoge waarden genoteerd voor de soortenrijkdom in de zone van de 2 mogelijke eilandlocaties. Deze zijn het best vergelijkbaar met de zones in de typische zandbankcomplexen tussen de 15 en 30 km uit de kust. De gemiddelde soortenrijkdom varieerde er tussen 12 en 20 soorten per vissleep (De Maersschalck *et al.*, 2006) (Figuur 5-82).



Figuur 5-82: Ruimtelijke verspreiding van de gemiddelde densiteit (links) en de gemiddelde soortenrijkdom (rechts) in 2005 voor de demersale visfauna (groen: metingen rond het C-Power windmolenpark, geel: referentiegebieden, rood: andere gebieden). De grootte van de bollen varieert tussen 4 en 184 ind/1.000m² voor de densiteit en tussen de 9 en 24 soorten per vissleep voor de soortenrijkdom. (De Maersschalck et al., 2006).

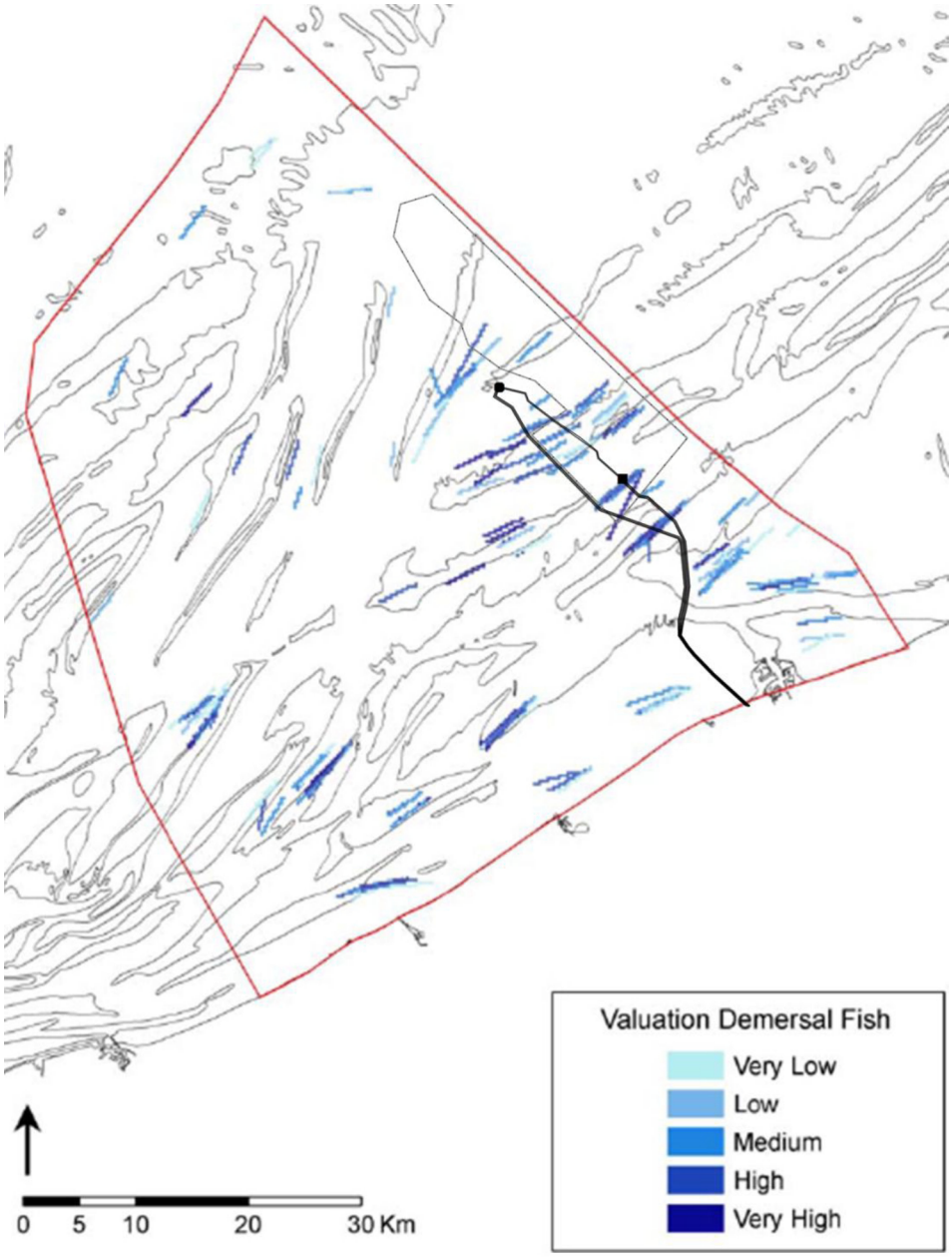
Op basis van recentere data (lente 2004 – lente 2008; 82 staalnamestations; 1 tot 9 campagnes) werden door De Backer *et al.* (2010) in totaal 69 vissoorten waargenomen. De belangrijkste groepen vissoorten op het BDNZ zijn:

- Baarsachtigen (28%);
- Platvissen (27%);
- Grondels (Baarsachtigen) (21%);
- Haringachtigen (9%);
- Kabeljauwachtigen (9%);
- Schorpioenachtigen (6%).

Verder concludeert De Backer *et al.* (2010) nog het volgende:

- De densiteit en soortenrijkdom in de stalen genomen gedurende de lente zijn het grootste in de geulen van de offshore stations (gemiddeld 29 ind./1.000 m²).
- In de herfst worden de hoogste densiteiten en soortenrijkdom vastgesteld in de kustzone (gemiddeld 68 ind./1.000 m²) en de Vlakte van de Raan (gemiddeld 96 ind./1.000 m²). De laagste waarden worden vastgesteld t.h.v. de Thornton en Goote Bank (gemiddeld 33 ind./1.000 m²) en de offshore zone (gemiddeld 37 ind./1.000 m²).
- Wat betreft soortenrijkdom is er een algemene stijging vanaf de kust verder offshore, waarbij de hoogste waarde wordt vastgesteld ter hoogte van de Vlaamse Banken (gemiddeld 19 soorten).
- Wat de soortensamenstelling betreft, worden er grote verschillen waargenomen tussen de kust- en offshore stations en de lente- en herfststalen. Tijdens de lente zijn er in de kustzone vooral hoge concentraties aan grondels en haringachtigen; in de offshore stations zijn de baarsachtigen het meest dominant aanwezig. De groep van de platvissen is in alle zones goed vertegenwoordigd.

De biologische waarderingskaart voor de demersale visfauna wordt weergegeven in Figuur 5-83 (Derous *et al.*, 2007). Ook hier is het aantal gegevens beperkt waardoor men geen volledig beeld van het BDNZ krijgt.



Figuur 5-83: Biologische waarderingskaart voor de demersale visfauna (Derous et al., 2007).

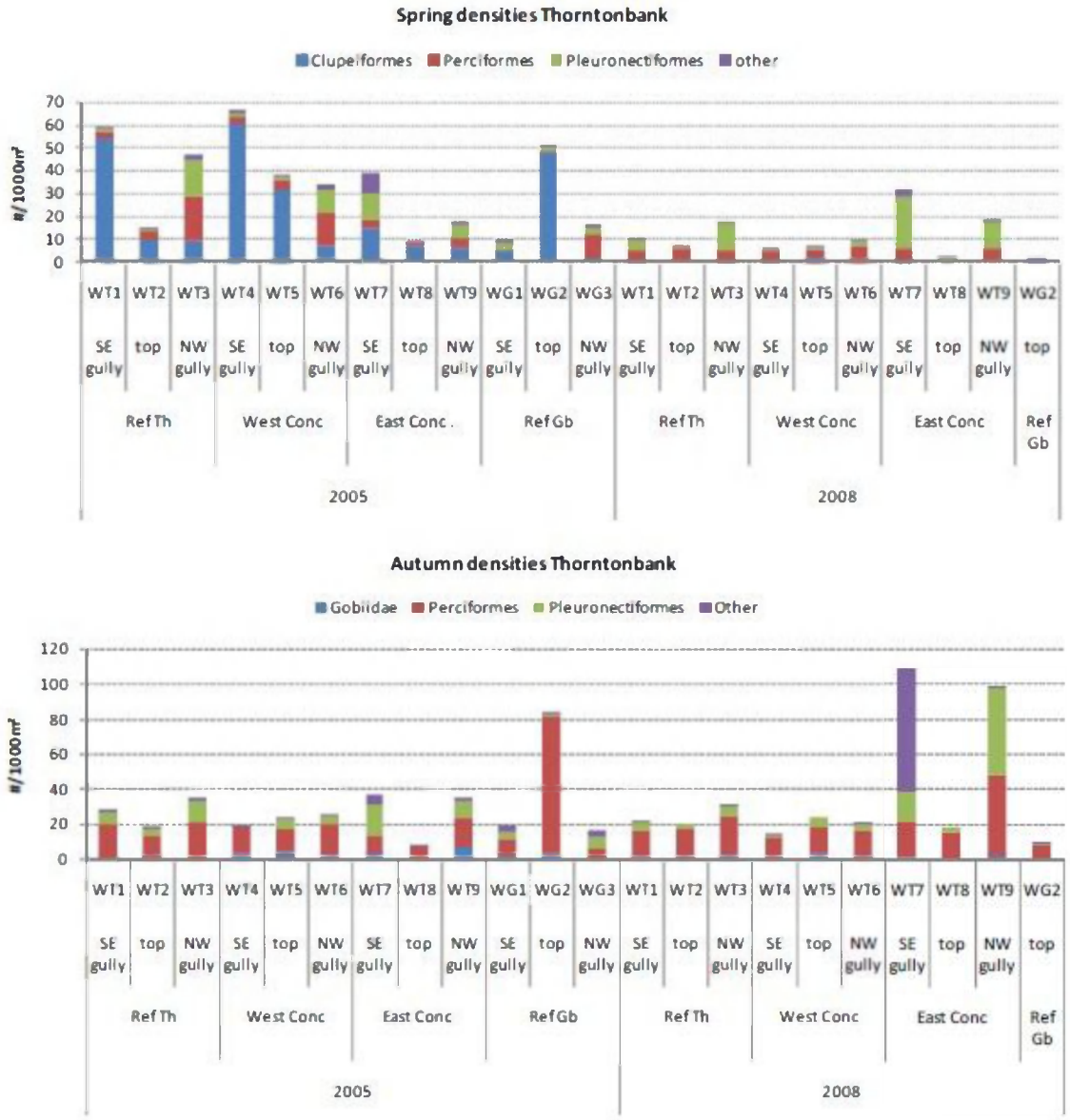
5.4.2.3.2 Het projectgebied

Voor zowel de Thorntonbank als de Blighbank waren de variaties in biotische variabelen (densititeit, diversiteit, biomassa, lengte frequentie) betreffende demersale vissen vooral toe te schrijven aan seizoenale, interannuele en ruimtelijke (geulen versus banken) verschillen. Visdensiteiten waren algemeen hoger (>200%) in de herfst dan in de lente.

In het Thorntonbank monitoringsgebied waren de verschillen tussen geulen en banken het meest uitgesproken in de lente, waarbij hogere (gemiddeld 22%) densiteiten werden waargenomen in de geulen (Figuur 5-84). De groepen van de baarsachtigen en de platvissen waren het jaar rond abundant aanwezig. Daarnaast werden lokaal hoge densiteiten

waargenomen van haringachtigen (>80%) (lente 2005) en kabeljauwachtigen (herfst 2008). In het voorjaar waren in termen van densiteit in alle zones de belangrijkste soorten Sprot (*Sprattus sprattus*) en Haring (*Clupea harengus*) (haringachtigen), naast Rasterpitvis (*Callionymus reticulatus*) en in mindere mate Gewone pitvis (*Callionymus lyra*), Kleine pieterman (*Echiichtys vipera*) (baarsachtigen), Schar (*Limanda limanda*) en Dwergtong (*Buglossidium luteum*) (platvissen). Het najaar werd overheerst door Horsmakreel (*Trachurus trachurus*), Kleine pieterman (*Echiichtys vipera*), beide pitvissen en Dikkopje (*Pomatoschistus minutus*) voor de baarsachtigen en Dwergtong en Schar voor de platvissen, terwijl de haringachtigen zo goed als afwezig waren.

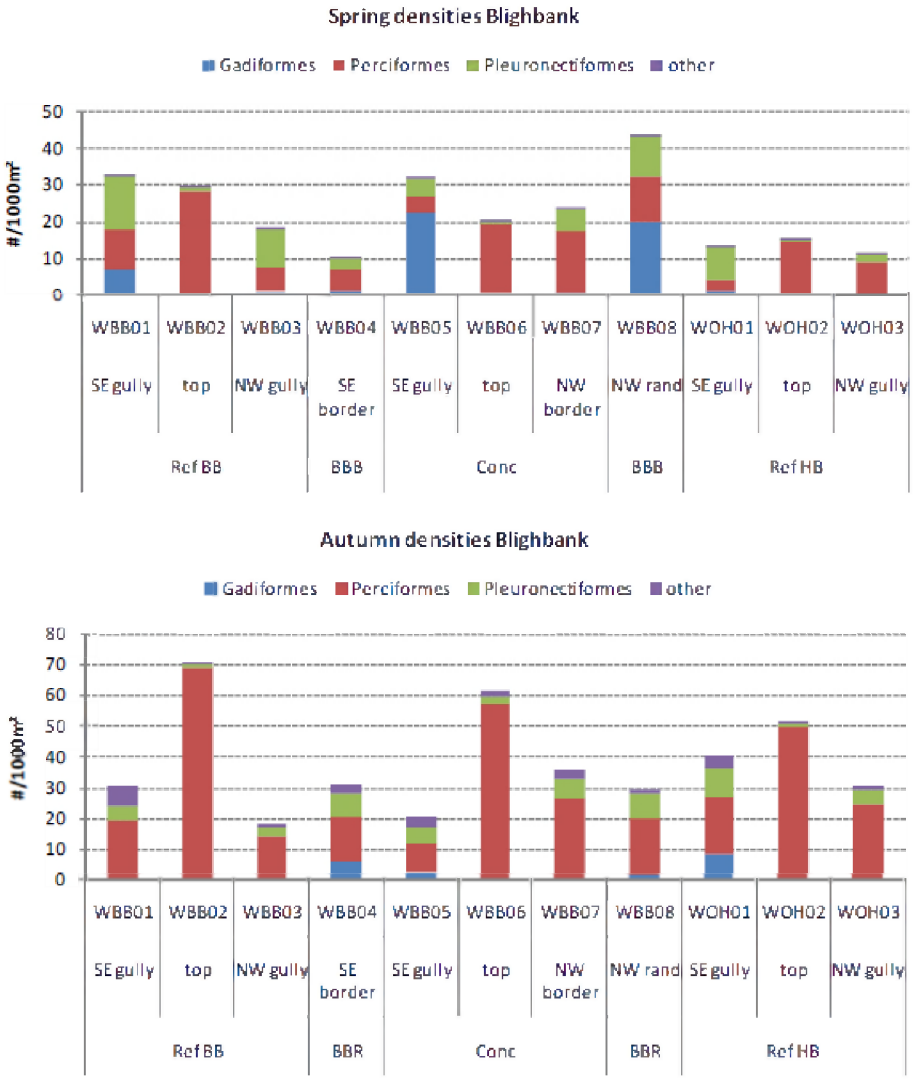
De Thorntonbank blijkt tevens een belangrijk paaigebied (voorjaar) te zijn voor Sprot en Haring, en in iets mindere mate voor onder andere Schar en Dwergtong (De Maersschalck *et al.*, 2006; Ter Hofstede *et al.*, 2005). Deze eerste twee soorten werden vnl. op de toppen van de zandbanken gevonden. Bijkomend onderzoek zou echter nodig zijn om deze trends te bevestigen voor het projectgebied.



Figuur 5-84: Densiteiten van demersale visfauna per taxonomische groep voor alle staalnamelocaties op de Thorntonbank in de lente (boven) en de herfst (onder) (Vandendriessche et al., 2009).

In het Blighbank monitoringsgebied waren de verschillen tussen geulen en banken van even groot belang, en werden hogere densiteiten aangetroffen op de banken in de herfst (vooral door abundantie van Kleine pieterman en vergelijkbare densiteiten tussen geulen en banken in de lente (Figuur 5-85). In totaal werden in de regio van de Blighbank 30 demersale vissen gevonden in de herfst, ten opzichte van 27 soorten in de lente. De belangrijkste soort op de Blighbank tijdens de lente waren de Kleine pieterman voor de baarsachtigen, Wijting (*Merlangius merlangus*) voor de kabeljauwachtigen en Schar, Dwergtong en Schol (*Pleuronectes platessa*) voor de platvissen. Baarsachtigen waren dominant op de top van de zandbank in beide seizoenen (> 90% van de totale densiteit per station), terwijl in de geulen zowel baarsachtigen als platvissen het vaakst werden geobserveerd. Het aantal soorten was

hoger op de Blighbank en aanpalende geulen dan op de top en in de geulen van de Oosthinder (Vandendriessche *et al.*,2009).



Figuur 5-85: Densiteiten van demersale vissen per taxonomische groep op de Blighbank en zijn referentiezones, tijdens de lente (boven) en herfst (onder) van 2008 (Vandendriessche et al.,2009).

Uitgaande van de locatie van Alpha op de Lodewijkbank kan hier eenzelfde soortensamenstelling verwacht worden als beschreven voor de banken met als belangrijkste vertegenwoordiger de Kleine pieterman. In sommige aspecten (vnl. densiteit) blijven deze zandbanken in vergelijking met de rijkere kustgebieden (Figuur 5-82) toch van minder ecologisch belang.

5.4.2.3.3 Autonome ontwikkeling

Indien er geen eiland zou gebouwd worden, zou de visfauna niet wezenlijk veranderen. Lange termijn trends in densiteit en soortenrijkdom tonen wel een algemene stijging in zowel densiteit als soortenrijkdom doorheen de tijd.

Andere activiteiten kunnen de autonome ontwikkeling echter beïnvloeden. Alpha is namelijk op dezelfde zandbank als het Northwind windmolenpark gelegen. Windmolenparken kunnen een effect hebben op het aquatische milieu als geheel doordat ze een aantrekking zouden kunnen uitoefen op (jonge) vissen. Ook werd dit gebied volledig afgesloten voor de visserij waardoor de parken als een refugium kunnen optreden (Derweduwen *et al*., 2012). Voor meer details wordt verwezen naar het hoofdstuk 'Cumulatieve effecten'.

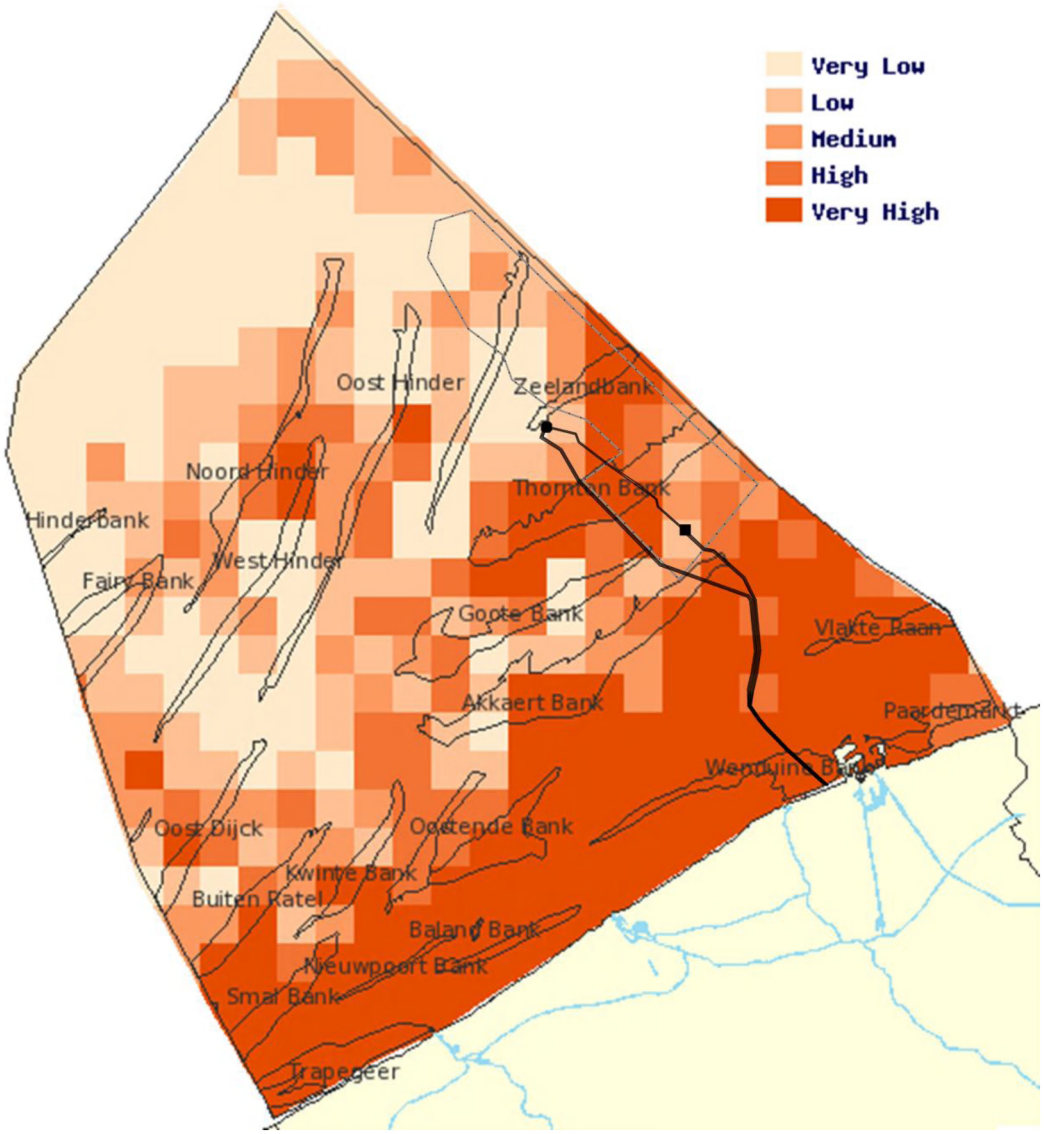
Ook mogelijke veranderingen in de traditionele visserijsector bijvoorbeeld met betrekking tot bevissingsmethodes, intensiteit of locatie van het vissen, zouden een invloed kunnen hebben op de samenstelling van de benthische levensgemeenschap en bestaande visfauna in het projectgebied. Momenteel zijn daar echter nog geen wetenschappelijke studies over beschikbaar.

5.4.2.4 Vogels

5.4.2.4.1 Referentiesituatie

Ondanks de kleine oppervlakte is het BDNZ van internationaal belang voor een groot aantal zeevogels. Ze doet dienst als overwinteringsgebied, trekgebied of als foerageergebied tijdens het broedseizoen. Tijdens de lente en herfst wordt geschat dat er jaarlijks maar liefst 1 tot 1,3 miljoen zeevogels migreren doorheen de zuidelijke Noordzee (Stienen *et al.*, 2007).

Vanaf 2008-2009 werden de concessiezones voor de windmolenparken intensief gemonitord, vooral op de Thorntonbank en Blighbank. Resultaten van Vanermen & Stienen (2009) toonden aan dat de Thorntonbank van groot ornithologisch belang is, terwijl de Blighbank wordt gekarakteriseerd door een pelagische en vrij soortenarme zeevogelgemeenschap. Gemiddelde vogeldensiteiten lagen op de Blighbank nooit hoger dan het gemiddelde van het BDNZ. Op de locatie van Alpha zal het ornithologisch belang eerder gemiddeld zijn, wat ook kan afgeleid worden uit de biologische waarderingskaart van Derous *et al.* (2007) (Figuur 5-86).



Figuur 5-86: Biologische waarderingskaart voor de vogels (Derous et al., 2007).

Op de Thorntonbank komen meerdere soorten zeevogels in hoge dichtheden voor, zoals Jan-van-gent (*Morus bassanus*), Kleine mantelmeeuw (*Larus fuscus*), Drieteenmeeuw (*Rissa tridactyla*), Alk (*Alca torda*) en Zeekoet (*Uria aalge*) (Vanermen & Stienen, 2009). Deze soorten kunnen eerder als wijdverbreide en algemene soorten voor het BDNZ worden beschouwd, waarbij de impactzone niet van specifiek belang is voor hen (Vanermen *et al.*, 2010).

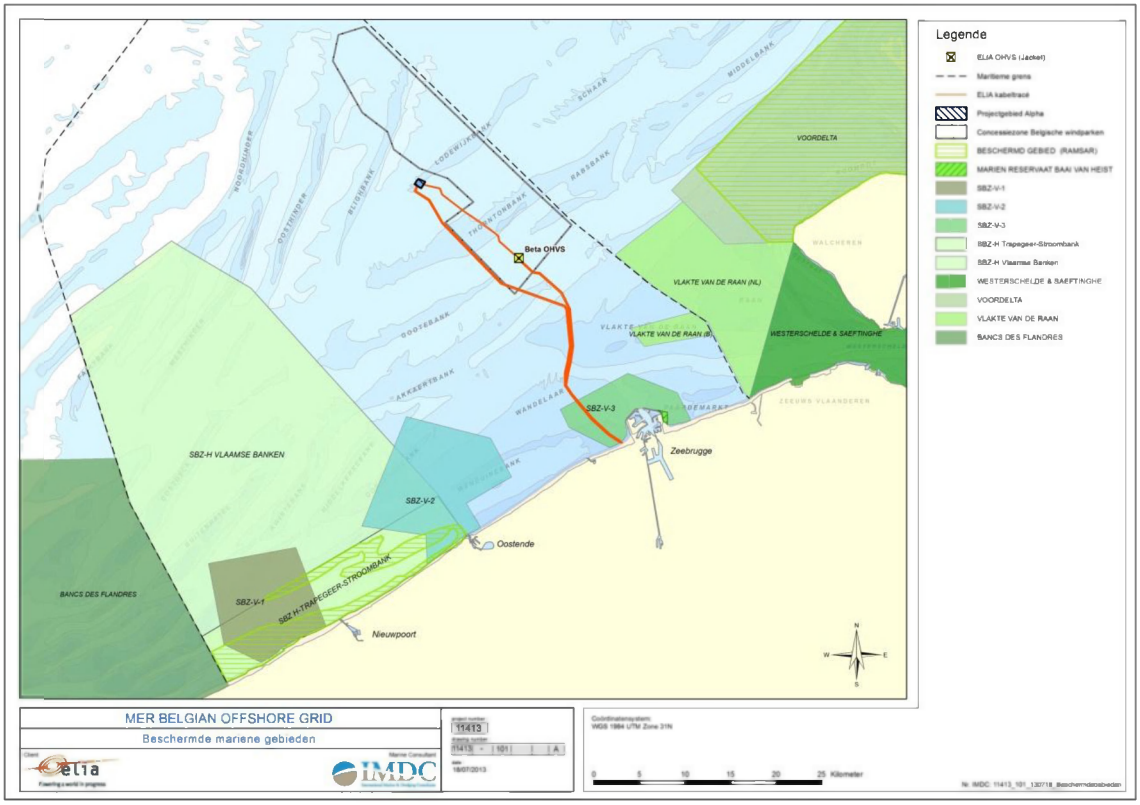
Doordat de Blighbank op ruime afstand van de kust is gelegen, komen er in dit gebied zo goed als geen Roodkeelduikers (*Gavia stellata*), Futen, Zwarte Zee-eenden (*Melanitta nigra*) en sternen voor. Zes soorten komen wel in relatief hoge densiteiten voor, namelijk Noordse stormvogel (*Fulmarus glacialis*), Grote jager (*Stercorarius skua*), Dwergmeeuw, Kleine mantelmeeuw, Drieteenmeeuw en Zeekoet. Volgens Vanermen & Stienen (2009) zijn voor de Blighbank echter enkel de Dwergmeeuw en de Grote Jager van belang.

Tabel 5-29 vergelijkt de gemiddelde densiteiten van enkele vogelsoorten op de Thorntonbank en Blighbank met de gemiddelde densiteiten op het BDNZ.

*Tabel 5-29: Vergelijking van de seizoenale verdeling (aantal vogels/km²) van zeevogels in de impactzone van het windmolenpark van C-Power op de Thorntonbank (TB) en de Blighbank (BB) t.o.v. het ganse Belgische deel van de Noordzee (BDNZ) in de winter, lente, zomer en herfst. *: Bijlage I soorten van de Vogelrichtlijn (Vanermen & Stienen, 2009).*

	Winter			Lente			Zomer			Herfst		
	TB	BB	BDNZ	TB	BB	BDNZ	TB	BB	BDNZ	TB	BB	BDNZ
Aantal gridcellen	26	27	769	23	17	649	23	25	602	27	29	726
Roodkeelduiker	0,12	0,02	0,24	0,02	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04
Fuut	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Noordse stormvogel	0,15	0,31	0,39	0,13	0,10	0,21	0,20	0,15	0,14	0,70	0,02	0,52
Jan-van-gent	0,18	0,67	0,39	0,36	0,08	0,25	0,17	0,14	0,13	1,14	0,98	1,04
Zwarte zee-eend	0,07	0,00	0,57	0,00	0,00	0,86	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,08
Grote jager	0,00	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,02	0,00	0,04	0,04
Dwergmeeuw*	0,81	0,00	0,16	0,40	0,38	0,57	0,00	0,00	0,04	0,43	0,00	0,25
Stormmeeuw	2,56	0,32	0,98	0,07	0,02	0,59	0,00	0,00	0,01	0,04	0,01	0,27
Kleine mantelmeeuw	0,06	0,23	0,12	21,64	0,40	2,79	4,42	1,29	1,93	0,18	0,13	0,97
Zilvermeeuw	0,38	0,13	0,60	0,37	0,00	1,07	0,02	0,00	0,64	0,01	0,00	0,53
Grote mantelmeeuw	2,73	0,34	1,05	0,04	0,00	0,14	0,21	0,00	0,05	3,25	0,56	0,80
Drieteenmeeuw	5,97	2,31	1,79	0,09	0,00	0,39	0,00	0,05	0,04	5,24	2,99	1,37
Grote stern*	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,16	0,59	0,01	0,25	0,02	0,00	0,02
Visdief*	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,26	0,38	0,02	0,66	0,02	0,00	0,03
Zeekoet	4,42	3,10	3,23	0,65	0,14	0,94	0,00	0,00	0,01	3,67	0,34	0,90
Alk	1,33	0,30	0,69	0,08	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,58	0,04	0,21

Daarnaast is het BDNZ ook van belang voor enkele minder algemene en Europees beschermde zeevogels zoals de Dwergmeeuw, Grote stern en Visdief. Deze drie soorten staan namelijk op Bijlage I van de Europese Vogelrichtlijn en kregen 3 speciale beschermingszones (SBZ-V) in het BDNZ: SBZ-V1- Nieuwpoort (Grote stern en Fuut (*Podiceps cristatus*)), SBZ-V2- Oostende (Grote stern, Fuut, Visdief, Dwergmeeuw) en SBZ-V3- Zeebrugge (Grote stern, Visdief, Dwergmeeuw) (Figuur 5-87). De drie Europees beschermde soorten worden hierna meer in detail beschreven op basis van gegevens van Vanermen & Stienen (2009).



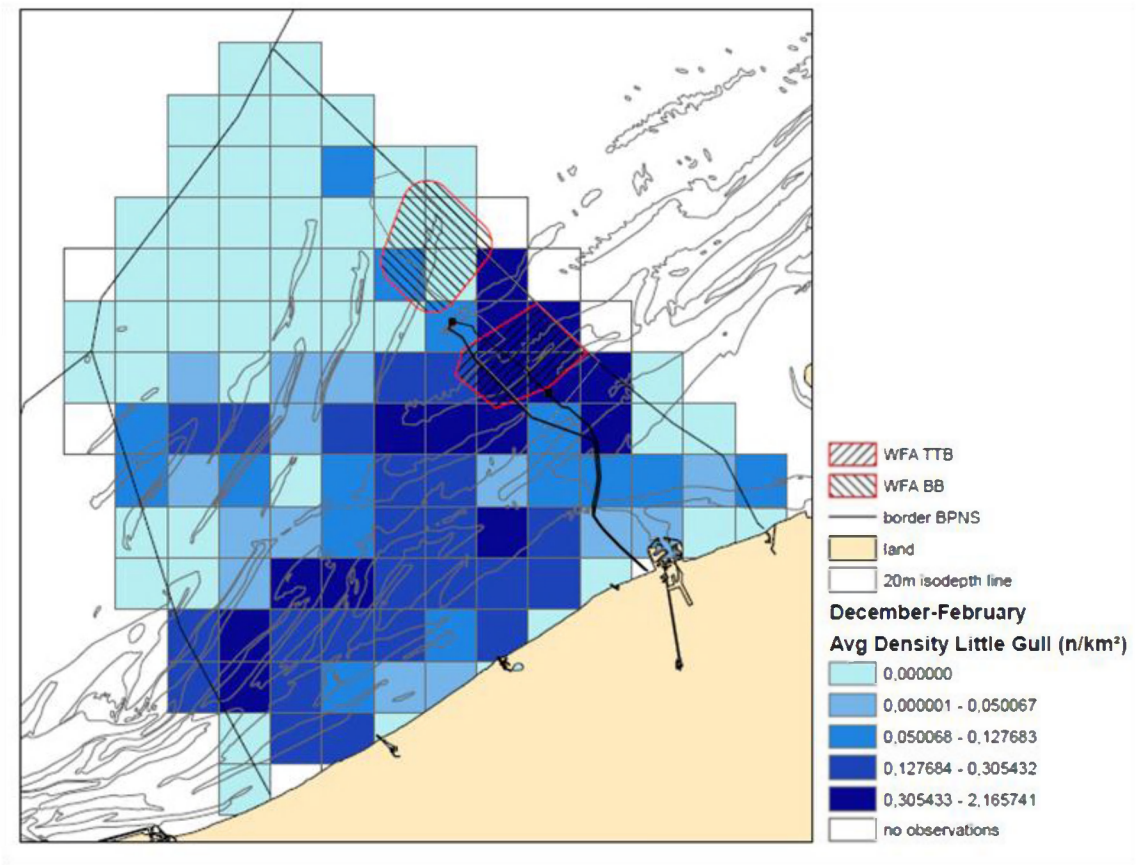
Figuur 5-87: Overzicht van de 3 speciale beschermingszones voor vogels (SBZ-V) in het Belgische deel van de Noordzee (zie Bijlage F voor A3 kaart).

Dwergmeeuw

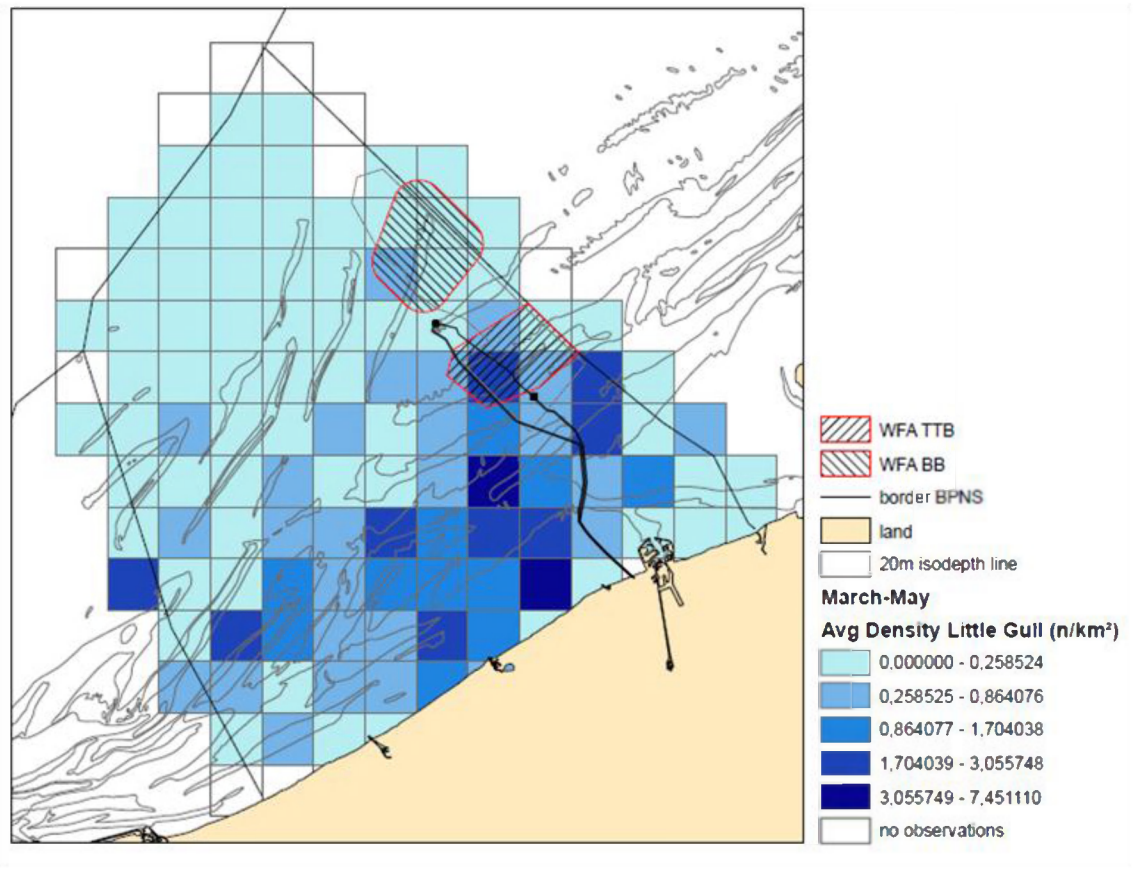
(Annex I van de Vogelrichtlijn, Appendix II van de Bern Conventie)

Onderstaande figuren geeft de verspreiding van deze soort in het BDNZ weer tijdens de winter, lente en herfst (Figuur 5-88 tem Figuur 5-90).

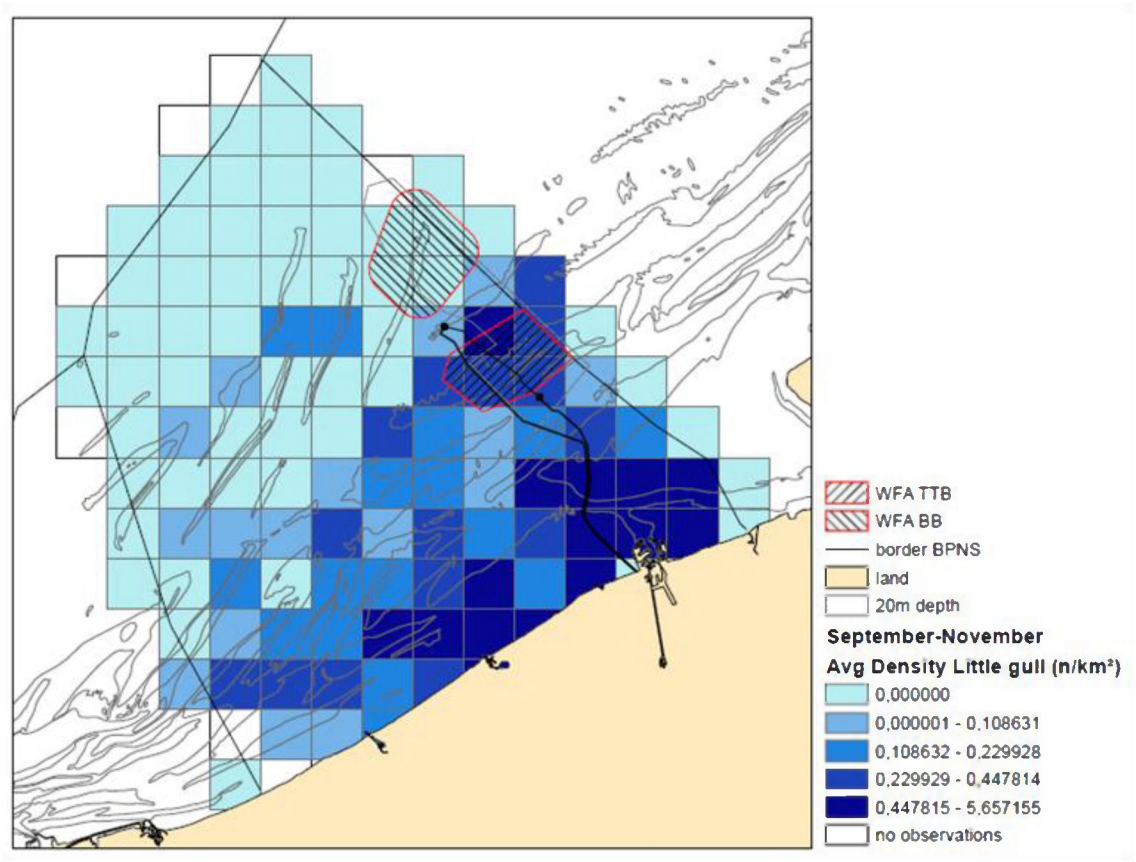
Voor Alpha op de Lodewijkbank komt deze soort tijdens de herfst en vooral winter voor in hoge densiteiten.



Figuur 5-88: Winter distributie van de Dwergmeeuw op het Belgische deel van de Noordzee (aantal per km²) (Vanermen & Stienen, 2009).



Figuur 5-89: Lente distributie van de Dwergmeeuw op het Belgische deel van de Noordzee (aantal per km²) (Vanermen & Stienen, 2009).

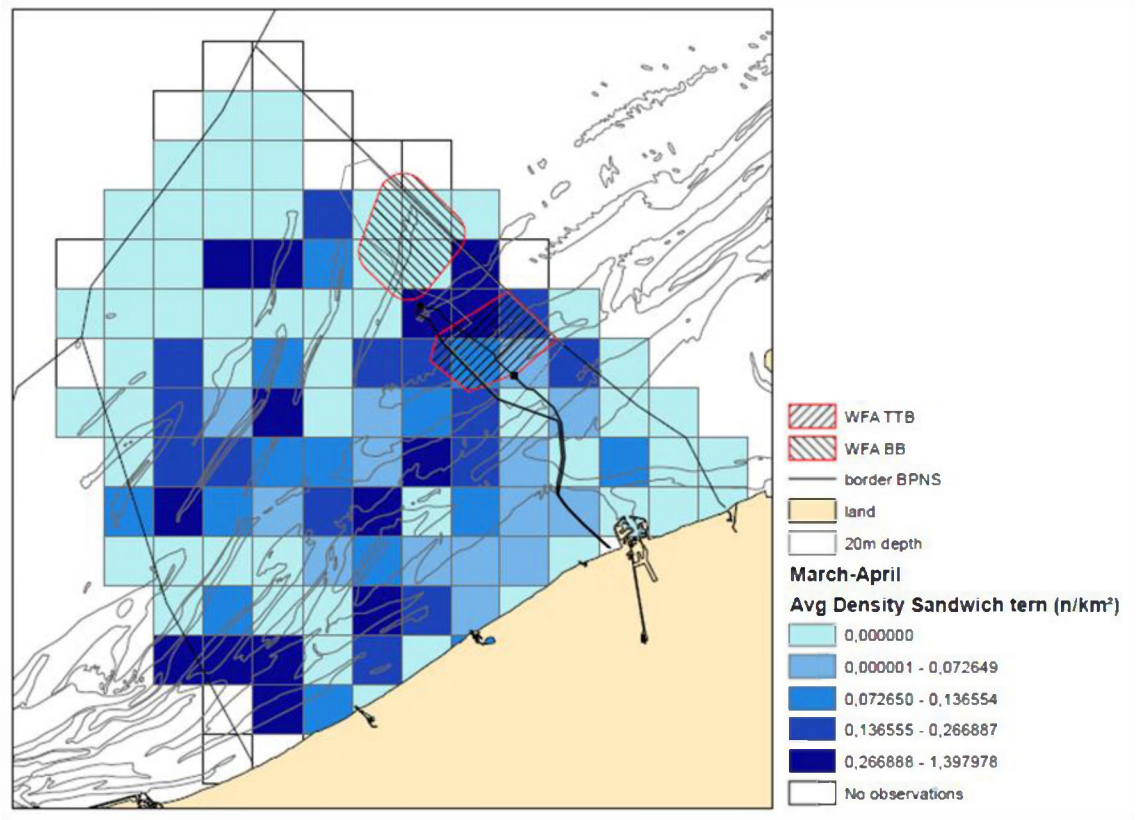


Figuur 5-90: Herfst distributie van de Dwergmeeuw op het Belgische deel van de Noordzee (aantal per km²) (Vanermen & Stienen, 2009).

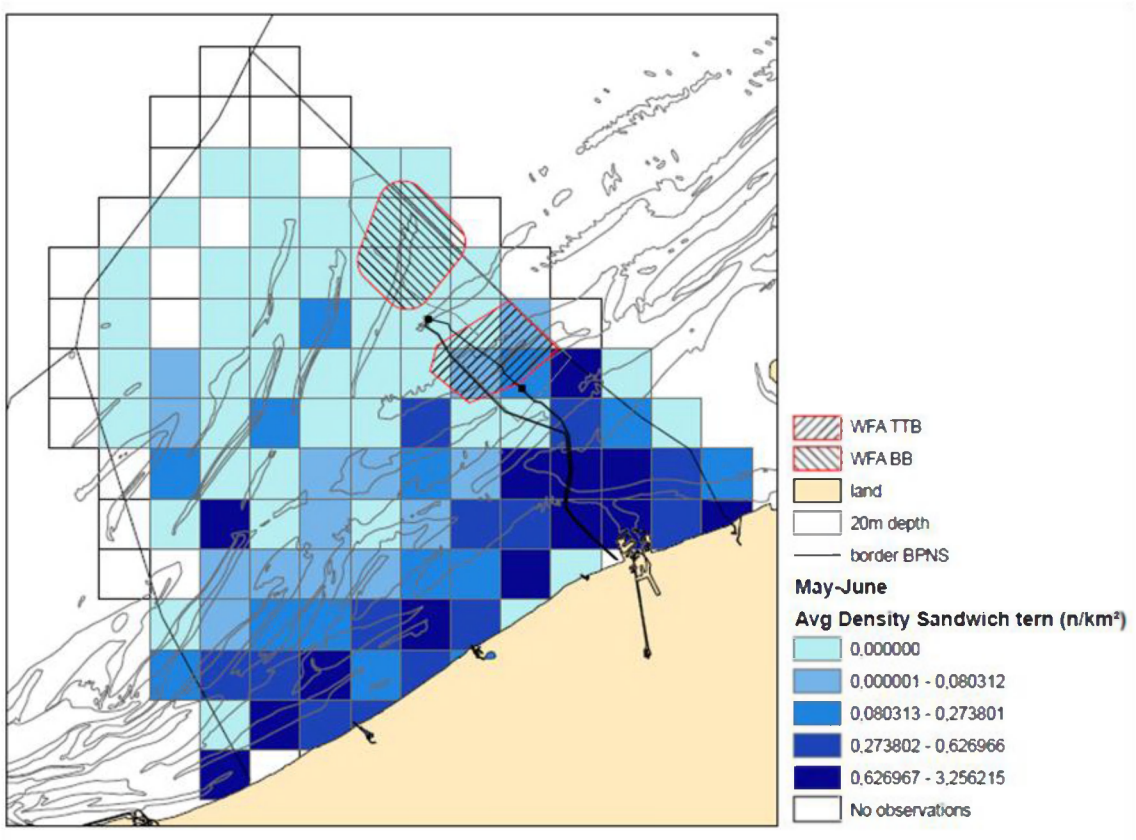
Grote stern

(Annex I van de Vogelrichtlijn, Appendix II van de Bonn Conventie, Appendix II van de Bern Conventie)

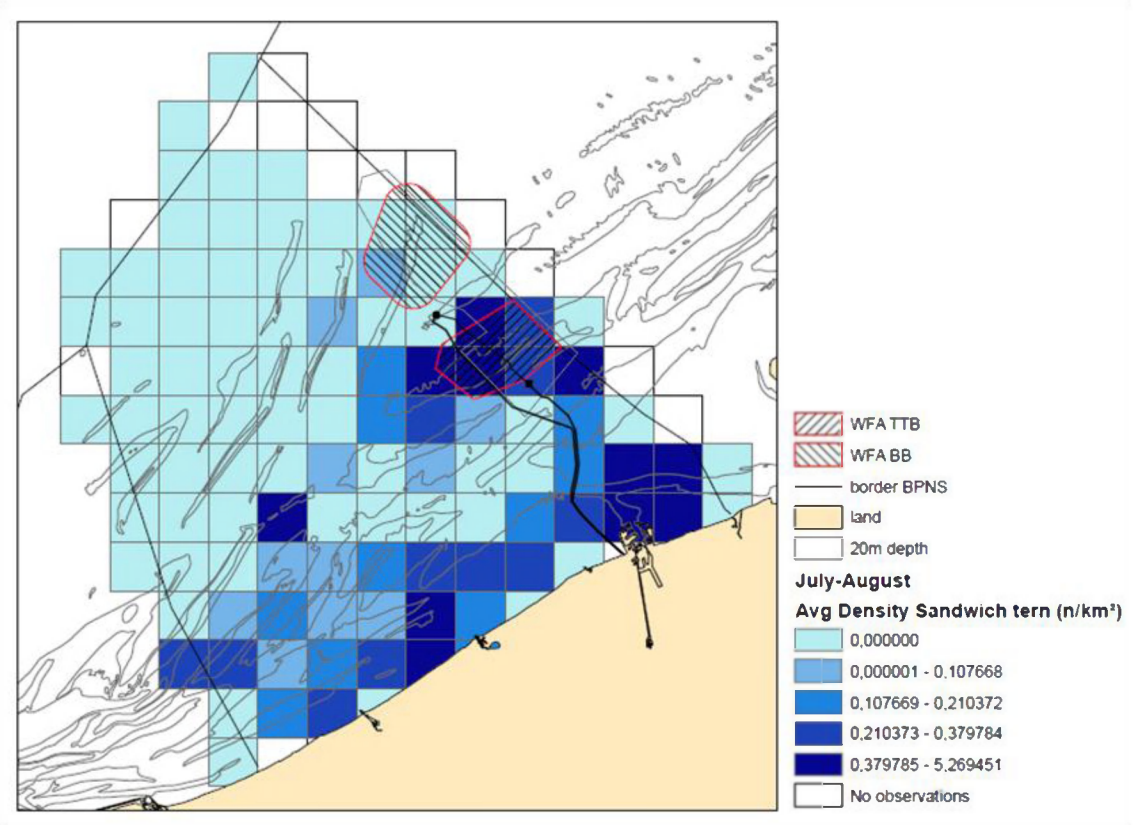
In de lenteperiode treedt verspreid over heel het BDNZ een migratie van Grote sternen op (Figuur 5-91). Ook op de Lodewijkbank komen er dan grote concentraties voor. Tijdens het broedseizoen komen de grootste dichtheden voor nabij de kust, met een duidelijke concentratie binnen een straal van 15 km rond de broedkolonie op het sternenschiereiland te Zeebrugge (Figuur 5-92). Gedurende de zomerperiode komen er voornamelijk ter hoogte van de havens van Zeebrugge en Oostende en ter hoogte van de Thorntonbank hoge concentraties Grote sternen voor (Figuur 5-93).



Figuur 5-91: Lente distributie van de Grote Stern op het Belgische deel van de Noordzee (aantal per km²) (Vanermen & Stienen, 2009).



Figuur 5-92: Distributie van de Grote Stern op het Belgische deel van de Noordzee tijdens het broedseizoen (aantal per km²) (Vanermen & Stienen, 2009).

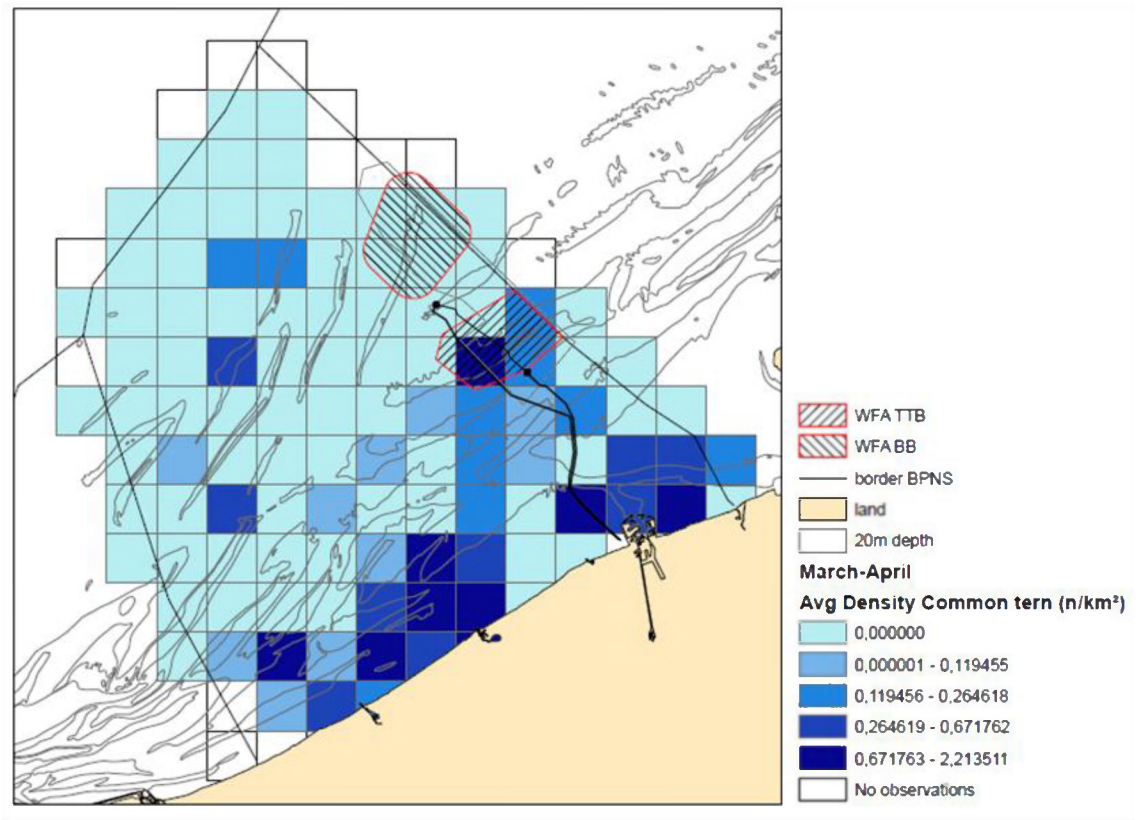


Figuur 5-93: Zomer distributie van de Grote Stern op het Belgische deel van de Noordzee (aantal per km²) (Vanermen & Stienen, 2009).

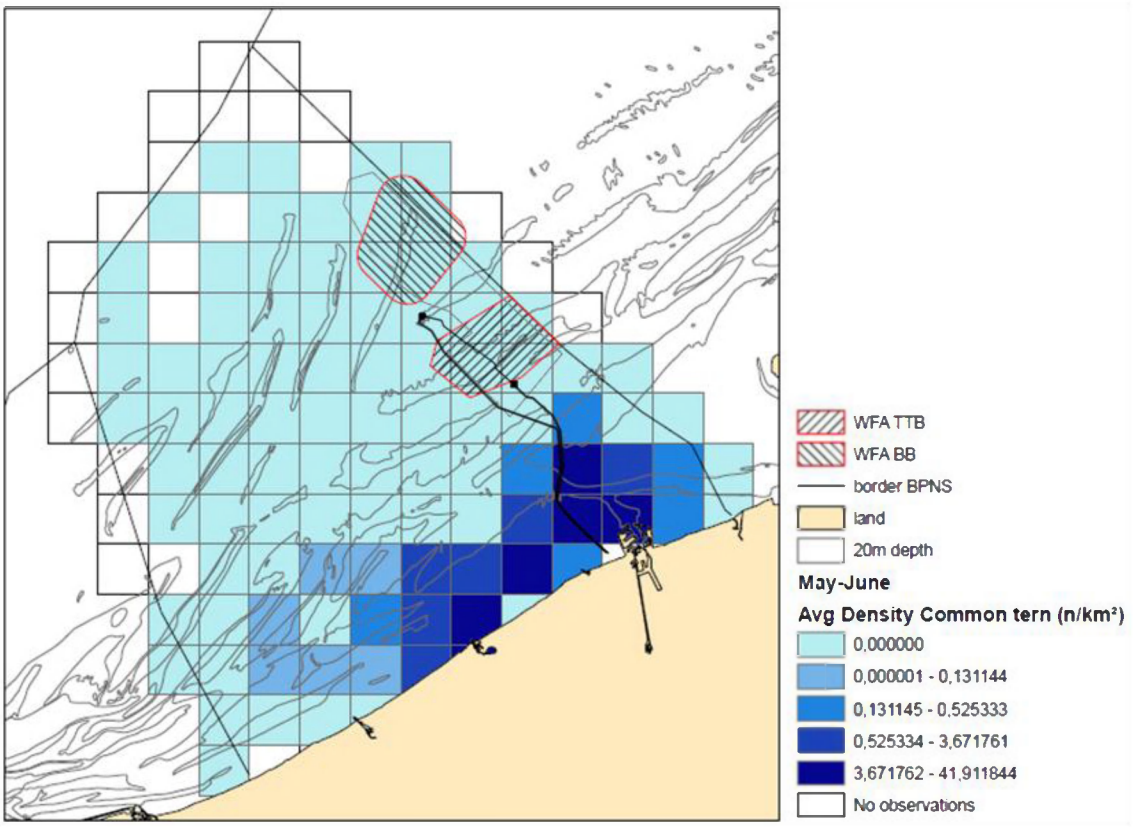
Visdief

(Annex I van de Vogelrichtlijn, Appendix II van de Bonn Conventie, Appendix II van de Bern Conventie)

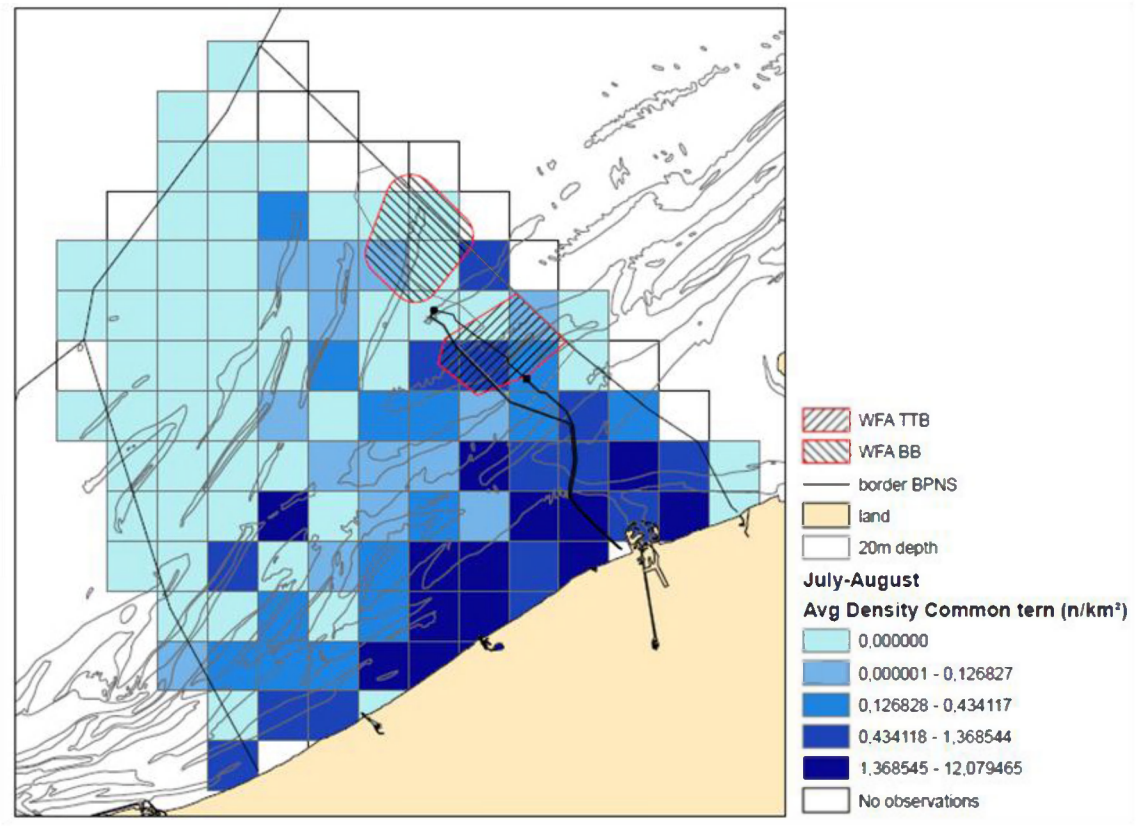
In de vroege lente komt de Visdief verspreid over het BDNZ voor, met hoge densiteiten ter hoogte van de haven van Zeebrugge en Oostende (Figuur 5-94). Tijdens het broedseizoen komen Visdieven vooral in de kustzone voor en meer specifiek ter hoogte van de broedkolonie op het sternenschiereiland te Zeebrugge (Figuur 5-95). Tijdens het broedseizoen is de Lodewijkbank van geen enkel belang voor Visdief. Op het eind van de zomer, bij aanvang van de zuidelijke migratie, komen er wel opnieuw Visdieven voor op de Lodewijkbank (Figuur 5-96).



Figuur 5-94: Lente distributie van de Visdief op het Belgische deel van de Noordzee (aantal per km²) (Vanermen & Stienen, 2009).



Figuur 5-95: Distributie van de Visdief op het Belgische deel van de Noordzee tijdens het broedseizoen (aantal per km²) (Vanermen & Stienen, 2009).



Figuur 5-96: Zomer distributie van de Visdief op het Belgische deel van de Noordzee (aantal per km²) (Vanermen & Stienen, 2009).

5.4.2.4.2 Autonome ontwikkeling

De aanwezigheid van de windmolenparken zullen een significante impact hebben op het voorkomen van enkele vogelsoorten en de referentiesituatie wijzigen. Zeker wanneer alle 7 windmolenparken zijn gebouwd, kan dit zowel zorgen voor zowel een aantrekking als een barrière effect afhankelijk van de soort. Voorlopige resultaten van vogeltellingen bij de windmolenparken van C-Power en Belwind werden op de Thorntonbank voorlopig enkel aantrekkingseffecten vastgesteld, i.e. voor Dwergmeeuw, Grote Mantelmeeuw, Drieteenmeeuw, Grote Stern en Visdief. Deze resultaten dienen evenwel met grote voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd, gezien op het moment van onderzoek slechts één rij van zes windmolens aanwezig was. Nadat de turbines op de Blighbank werden geplaatst, werd een significante afname van de aantallen Zeekoeten en Jan-van-Genten in het windparkgebied vastgesteld. Stormmeeuwen waren dan weer abundanter na de bouw van de molens en er zijn indicaties dat ook Zilvermeeuwen worden aangetrokken. Meeuwen worden allicht aangetrokken door het fysieke aspect van het park, waarbij het fungeert als een ‘stepping stone’, als rustgebied of als referentiebaken binnen het open zeegebied. Tijdens recente scheepstellingen in 2012 werden bovendien vrij grote aantallen alkachtigen gezien in het windpark. Hier stelt zich de vraag of deze soorten nu al zijn aangepast aan de aanwezigheid van de turbines en of ze mogelijk kunnen profiteren van een (hypothetische) verhoging van de voedselbeschikbaarheid.

Behalve bestaande (semi)-natuurlijke fluctuaties in het vogelbestand (bijvoorbeeld door veranderingen in de voedselbeschikbaarheid of door verschuivingen in de overwinteringsgebieden) zijn er geen aanwijzingen dat er momenteel belangrijke wijzigingen 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 projectgebied (Stienen *et al.,* 2002).

5.4.2.5 Zeezoogdieren

5.4.2.5.1 Referentiesituatie

De zoogdiersoorten die in de Belgische wateren als inheems beschouwd worden, zijn de Bruinvis (*Phocoena phocoena*), de Gewone zeehond (*Phoca vitulina*), de Grijze zeehond (*Halichoerus grypus*), de Tuimelaar (*Tursiops truncatus*) en de Witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*) (Haelters, 2009; 2010).

Courtens *et al.*, (2006) stellen in hun studie vast dat zeezoogdieren tot en met 2003 slechts sporadisch werden waargenomen tijdens zeevogeltellingen in de Belgische mariene wateren. Hierbij ging het hoofdzakelijk om zeehonden (zowel Gewone zeehond als Grijze zeehond) en Bruinvissen. Sinds het voorjaar van 2003 worden in toenemende mate zeezoogdieren gemeld, waarbij vooral het grote aantal Bruinvissen en Witsnuitdolfijnen in het oog springen. Dit kadert in een algemene trend die ook in de andere landen rond de zuidelijke Noordzee werd vastgesteld. De oorzaak voor dit verschijnsel dient mogelijk gezocht te worden in de sterk afgenomen voedselbeschikbaarheid in het noordelijkere verspreidingsgebied van deze soorten, hoewel andere oorzaken niet kunnen worden uitgesloten (Courtens *et al.*, 2006; Haelters & Camphuysen, 2009).

Alle zeezoogdieren zijn beschermde soorten. België heeft voor de zeezoogdieren verplichtingen op zich genomen om ze te beschermen en om negatieve impacten zoveel mogelijk te vermijden. Walvisachtigen en zeehonden zijn namelijk soorten die opgenomen zijn in de Europese Habitatrichtlijn Bijlage II en IV. Dit betekent dat ze niet opzettelijk verstoord mogen worden tijdens de overwintering, voortplanting en trek (artikel 12). Het toestaan of aanvaarden van activiteiten die mogelijk de dood van beschermde soorten tot gevolg heeft, kan beschouwd worden als een inbreuk op artikel 12 van deze richtlijn. Verder heeft België ook in het kader van ASCOBANS (Overeenkomst inzake de bescherming van de kleine walvisachtigen in de Oostzee en de Noordzee) aanvaard dat de partijen zouden streven naar het vermijden van significante verstoring, in het bijzonder van akoestische aard (Conservation and Management Plan in de Bijlage van de Overeenkomst) (BMM, 2007).

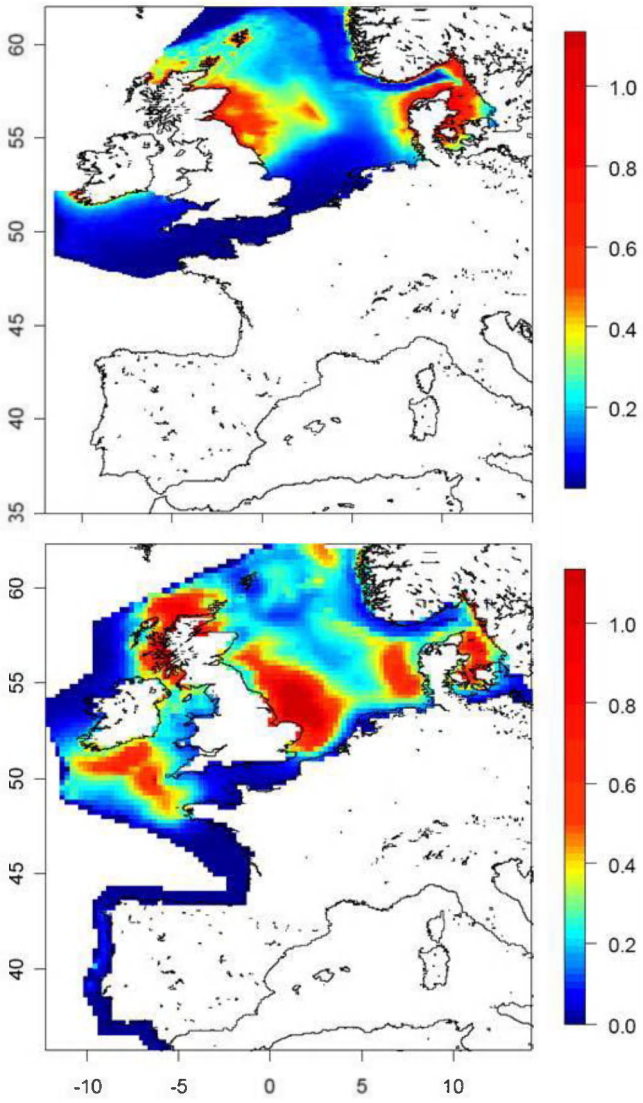
De Bruinvis, Witsnuitdolfijn en Gewone en Grijze zeehond worden verder in detail bestudeerd in de volgende paragrafen.

Bruinvis

Het voorkomen van de Bruinvis, zowel ruimtelijk als in de tijd, is moeilijk te voorspellen, gezien de Bruinvis een zeer mobiele soort is, waarvan de verspreiding afhangt van tal van factoren die niet alleen door beheer in beschermde gebieden kunnen beïnvloed worden (vb. klimaatsveranderingen, met effecten op de voedselketen) (Haelters *et al.*, 2010).

Tijdens de zomer van 2005 werd een grootscheepse campagne uitgevoerd voor het bepalen van het aantal Bruinvissen (en andere walvisachtigen) in de Noordzee en aanpalende Atlantische Oceaan (SCANS II, 2008). De survey van 2005 bevestigde dat het

zomerverspreidingsgebied van Bruinvissen in de Noordzee sterk veranderde tussen 1994 en 2005. Hoewel de populatieomvang niet gewijzigd lijkt, komen nu veel meer Bruinvissen voor in het zuidelijke deel van de Noordzee (Figuur 5-97). De hoge dichtheden tegenover de Engelse zuidoostkust werden tijdens de zomer vastgesteld, na het voorkomen van de hoogste dichtheden in Noord-Franse, Belgische en Nederlandse kustwateren. Dit concentratiegebied ligt in de lente ongetwijfeld meer naar het zuiden.

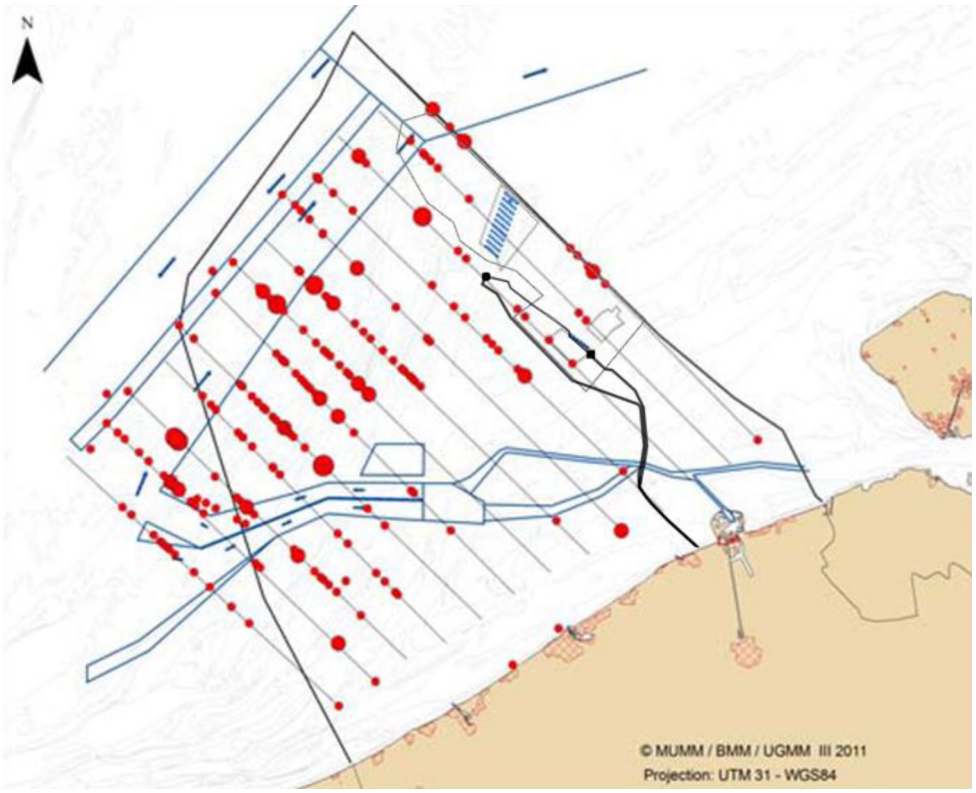


Figuur 5-97: Een vergelijking tussen de zomerverspreidingsgebieden van de Bruinvis zoals vastgesteld in 1994 (boven) en 2005 (onder) toont duidelijk aan dat er een verandering opgetreden is in het verspreidingsgebied. De kleurschaal rechts van de kaart geeft de vastgestelde densiteit weer in aantal dieren/km² (SCANS II, 2008).

De dieren die aangetroffen worden in Belgische wateren vormen geen geïsoleerde populatie, maar maken dus deel uit van een veel grotere populatie, die zich verspreidt over de hele zuidelijke en centrale Noordzee.

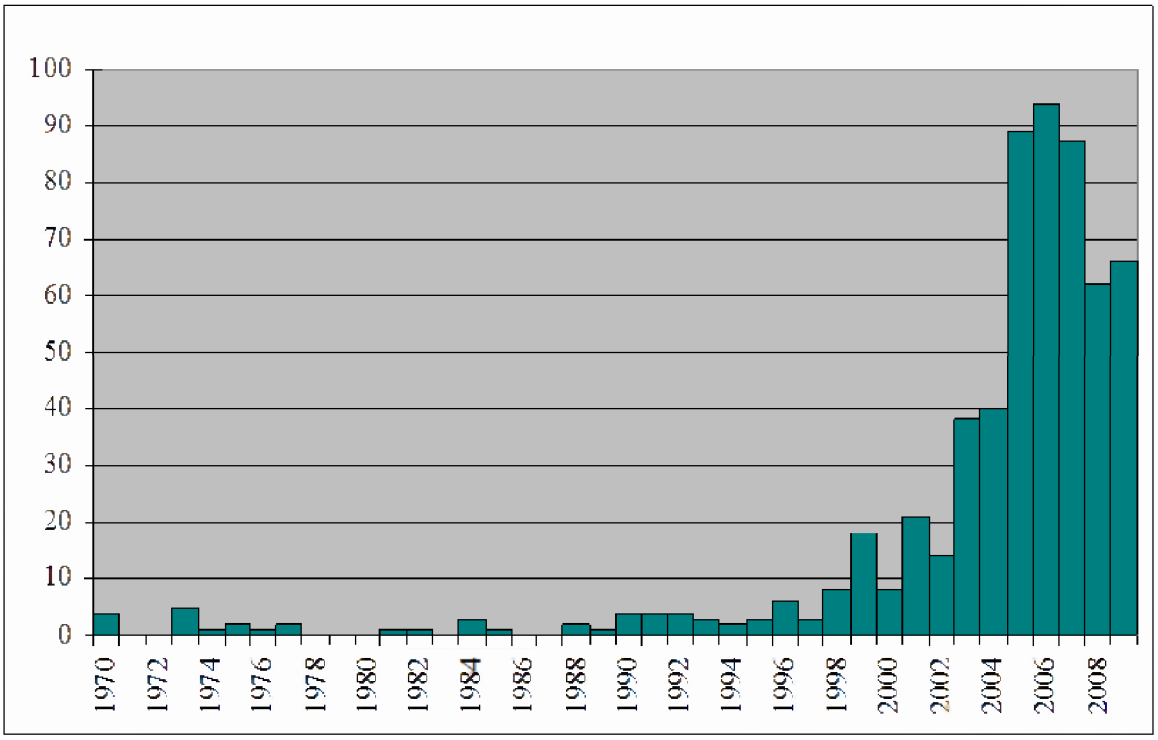
Tijdens luchtsurveys uitgevoerd door de BMM in het voorjaar van 2011 werden de hoogste dichtheden ooit vastgesteld in Belgische wateren: meer dan 8.000 dieren eind maart 2011, met een gemiddelde geschatte dichtheid van meer dan 2 ind./km² (BMM, 2011). Opvallend was de hogere dichtheid in het zuidwestelijke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

Figuur 5-98 toont de waarnemingen van zeezoogdieren tijdens de survey van 29 maart 2011 (Haelters *et al.*, 2012a)– een snapshot van de verspreiding van bruinvissen vóór de aanvang van heiwerkzaamheden op de Thorntonbank (C-Power fase 2 en 3).

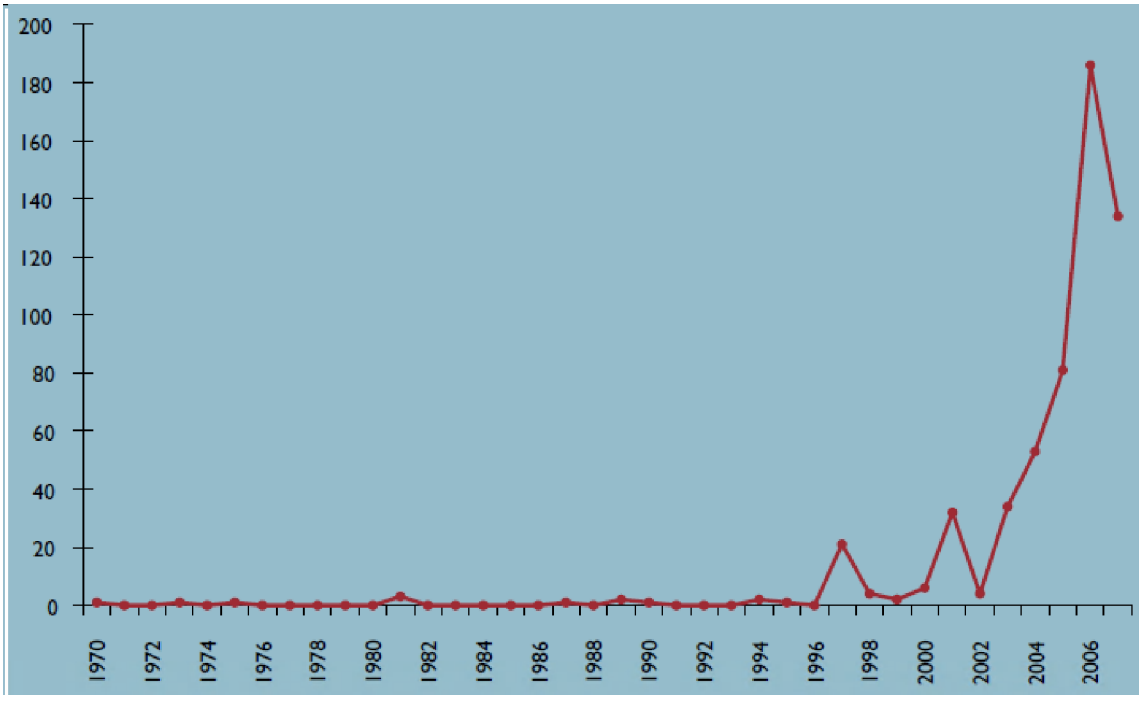


Figuur 5-98: Waarnemingen van Bruinvissen tijdens de survey van 29 maart 2011. Grijze lijn: survey track; rode stippen: groepen Bruinvissen (1 tot 4 dieren per groep – de grootte van de stippen is proportioneel met het aantal dieren). De scheepvaartroute, het ankergebied en de offshore windmolenparken (Belwind en C-Power) worden aangeduid (Haelters et al., 2012a).

Het jaarlijks aantal gestrande en gesignaleerde Bruinvissen door het publiek (waarnemingen in havens of vanaf stranden) of door diensten actief op zee (zonder de waarnemingen uitgevoerd tijdens zeevogeltellingen van het INBO en de waarnemingen tijdens toezichtsvluchten van de BMM) geven beiden een goed beeld van de terugkeer van de soort in de Belgische wateren (Figuur 5-99 en Figuur 5-100). De waarneembare dalende trend die sinds 2007 in gestrande Bruinvissen en Bruinvissen is waargenomen, is vermoedelijk het gevolg van een grotere aanwezigheid van de dieren verder offshore in vergelijking met eerdere jaren (Haelters, 2009).



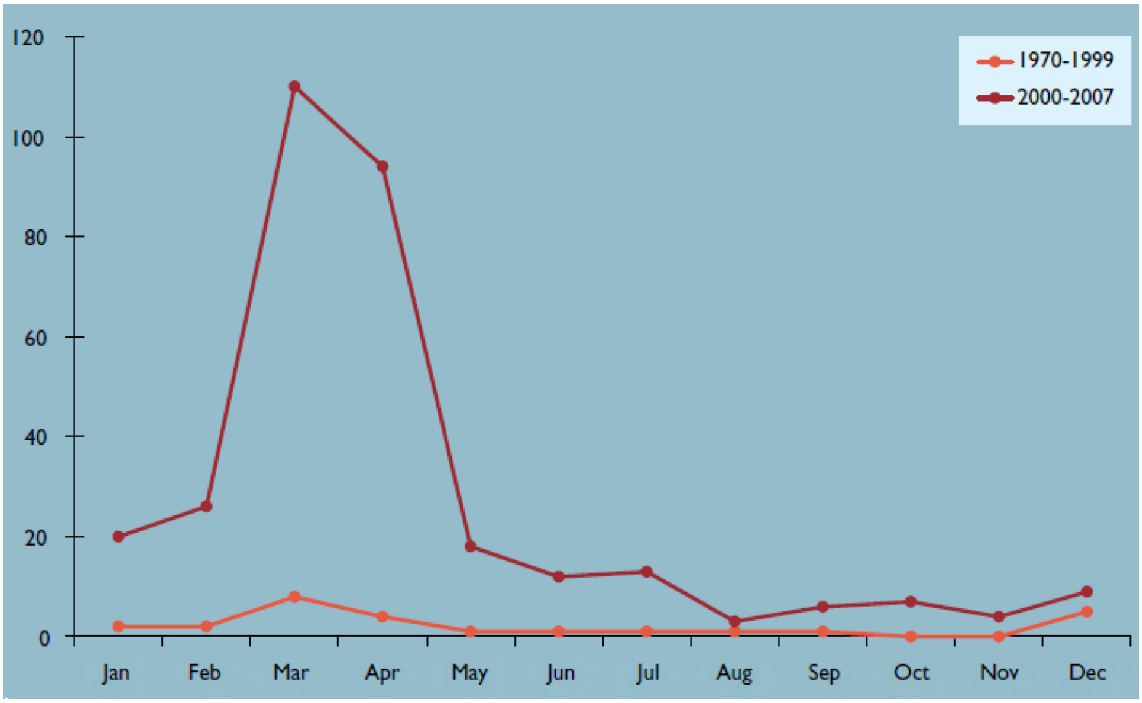
Figuur 5-99: Aantal gestrande Bruinvissen in België tussen 1970 en 2009 (Haelters et al., 2010).



Figuur 5-100: Aantal ad hoc waarnemingen van Bruinvissen gerapporteerd door het publiek en door diensten actief op zee tussen 1970 en 2007 (Haelters & Camphuysen, 2009).

Bruinvissen komen het hele jaar door voor in de Belgische zeegebieden, maar er is een duidelijk seizoenaal patroon zichtbaar. De hoogste dichtheden aan Bruinvissen komen vooral

tijdens de late winter en de lente voor (1 januari tot 30 april), over het gehele BDNZ (Figuur 5-101).



Figuur 5-101: Aantal ad hoc waarnemingen van Bruinvissen in Belgische wateren gerapporteerd door het publiek en door diensten actief op zee per maand tussen 1970 en 1999, en tussen 2000 en 2007 (Haelters & Camphuysen, 2009).

Vermoedelijk komen in de late winter en het vroege voorjaar in totaal zo'n 8.500 Bruinvissen voor in Belgische wateren (min. gemiddeld 2,5 individuen per km²) (Haelters *et al.*, 2012a). In andere periodes is er sprake van enkele honderden exemplaren (max. gemiddeld 0,31 individuen per km²). In de gehele Noordzee bevinden zich ongeveer een kwart miljoen Bruinvissen. Gedurende het grootste deel van het jaar komt aldus minder dan 1% van de Noordzeepopulatie voor in Belgische wateren, maar seizoenaal (februari – april) loopt dit aantal op tot ca. 1,6% van de populatie in de Noordzee (BMM, 2007; Haelters, 2009, 2010; Haelters & Camphuysen, 2009; Degraer *et al.*, 2009, 2010). In het kader van de instandhoudingsdoelstellingen wordt het relatief belang van de Belgische wateren voor de Bruinvis binnen Europa seizoenaal hoog ingeschat, voornamelijk omwille van het groot aantal dieren dat van dit gebied gebruik maakt tijdens de migratieperiode (Degraer *et al.*, 2009, 2010).

Witsnuitdolfijn

Waarnemingen van groepjes Witsnuitdolfijnen worden reeds een tiental jaren geregeld gemeld, maar deze soort is niet algemeen voorkomend. In 2011 werd nog een groep van meer dan 50 dieren waargenomen, maar meestal vormen ze kleinere groepjes van 2 à 6 dieren (database BMM, niet gepubliceerd). De meeste waarnemingen vinden plaats tussen november en mei.

Gewone zeehond

Tot de jaren ’50 werden zeehonden frequent waargenomen aan de Belgische kust. In die tijd bestonden in België al decennialang geen echte kolonies zeehonden meer (waar voortplanting plaatsvindt), waarschijnlijk voornamelijk door een continue en hoge graad van verstoring, bejaging en vervuiling. Rond de jaren ’50 waren de zeehondenkolonies overal in de zuidelijke Noordzee reeds sterk in omvang verminderd. Als gevolg van de achteruitgang van de zeehondenkolonies in de ons omringende landen, was de zeehond in België eveneens een zeldzame verschijning geworden. Sinds de jaren ‘80 beginnen de zeehondenkolonies in de Zeeuwse Delta en Frankrijk te herstellen (Degraer *et al.*, 2009). De laatste jaren worden er bijgevolg opnieuw regelmatig groepjes van 5 tot 15 individuen van Gewone zeehonden waargenomen aan de Belgische kust, voornamelijk ter hoogte van de haven van Nieuwpoort en ter hoogte van een strandhoofd bij Koksijde. Het huidige aantal Gewone zeehonden in de Belgische wateren wordt op 5 tot 50 geschat (Haelters, 2010). Er is geen sprake van een geïsoleerde zeehondenpopulatie in Belgische wateren. Zeehonden leggen grote afstanden af en de dieren waargenomen in Belgische wateren zijn afkomstig van kolonies in Zeeland, de Waddenzee, de zuidoostelijke kust van Engeland en de baai van de Somme. De aantallen zijn verwaarloosbaar in vergelijking met de aantallen die voorkomen in de buurlanden; de Belgische wateren zijn dan ook van ondergeschikt belang voor de soort binnen Europa. Het ontstaan van een kolonie in Belgische wateren wordt voornamelijk verhinderd door het gebrek aan rust- en voortplantingsplaatsen die niet verstoord worden (Degraer *et al.*, 2009, 2010; Haelters, 2010). De kolonies het dichtst bij Alpha gelegen in Zeeland (Bol van de Ooster, Hooge Platen), op een 60 à 65 km afstand.

Grijze zeehond

De Grijze zeehond is aan onze kust zeldzamer dan de Gewone zeehond, en er bevinden zich geen kolonies of permanente uithaalplaatsen. De meest nabije kolonie Grijze zeehonden bevindt zich in de Nederlandse Voordelta op zo’n 60-tal km van Alpha. De Grijze Zeehond is in de Zoute Delta in korte tijd spectaculair toegenomen. Hoewel er in 2009/2010 nog sprake was van een iets minder uitgesproken toename van 13%, nam het aantal zeehonddagen in 2010/2011 met 31% opnieuw flink toe (Strucker *et al.*, 2012). Meer dan 90% van de Noordzeepopulatie bevindt zich op de kusten van Groot-Brittannië, met het zwaartepunt op de Orkney’s. De populatie is er, door een betere bescherming, sinds de jaren ’70 sterk toegenomen tot momenteel naar schatting 60.000 individuen (Van Gompel, 2003). In België zijn waarnemingen op het strand of in havens uitzonderlijk. Tussen 2007 en 2012 werden jaarlijks tussen de 3 à 7 dieren waargenomen, bijna allen strandingen (database BMM, niet gepubliceerd).

De Belgische wateren zijn van zeer geringe betekenis voor de instandhouding van de soort: ze komen hier enkel sporadisch voor, de aantallen zijn verwaarloosbaar tegenover de Noordzee-populaties en er zijn geen kolonies noch frequent gebruikte uithaalplaatsen (Degraer *et al.*, 2009).

5.4.2.5.2 Autonome ontwikkeling

Indien het BOG niet gerealiseerd wordt, mag verondersteld worden 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 natuurlijke wijzigingen plaatsvinden in het gebied.

Haelters *et al.* (in Degraer *et al.* 2010a) stelt echter dat de situatie van de Bruinvis kwetsbaar is en dat zeer snelle veranderingen in de Noordzeepopulaties kunnen optreden. De belangrijkste bedreigingen voor zeezoogdieren zijn overbevissing, incidentele vangst, vervuiling (inclusief geluid en afval), klimaatveranderingen en aanvaring met schepen.

Zoals reeds aangehaald zullen andere menselijke activiteiten, zoals de bouw van de naburige windmolenparken, de autonome ontwikkeling echter beïnvloeden. Monitoring tijdens de constructie van het C-Power park in 2011 toonde aan dat tijdens de hei-activiteiten bruinvissen tot op ongeveer 22 km afstand werden verstoord, maar dat na een dag zonder hei-activiteiten een gedeeltelijke herpopulatie van het impactgebied werd waargenomen (Haelters *et al.,* 2012a). Voor meer details wordt verwezen naar het hoofdstuk 'Cumulatieve effecten'.

5.4.2.6 Harde substraten

5.4.2.6.1 Epifauna

Door de aanwezigheid van de windmolenparken in de nabijheid van Alpha, is al een grote hoeveelheid harde substraat aanwezig. De kolonisatie door epifauna in deze parken geeft een goed beeld van de verwachte kolonisatie van de harde substraten (breuksteen, erosiebescherming, caisson) van het eiland. Kerckhof *et al.* (2012) vergeleken de soortensamenstelling en de ecologische successie van de aangroeigemeenschap op het subtidale (circalitorale) deel van de funderingen van 2 windmolenparken, nl. C-Power op de Thorntonbank en Belwind op de Blighbank. Zoals reeds in talrijke andere studies werd waargenomen, vond er een snelle kolonisatie plaats van het beschikbare substraat. Niet minder dan de helft van het totale aantal aanwezige soorten (41 van de 78 taxa) werd in beide windmolenparken aangetroffen. Op allebei de windmolenparken was de amphipode *Jassa herdmani* dominant aanwezig met dichtheden tot 90.000 ind./m² (dit is 70% van de telbare soorten). Andere dominante soorten in de beide windmolenparken waren de zeester *Asterias rubens* en het vlokreeftje *Stenothoe valida*. Tijdens het eerste jaar verliep de successie in de windmolenparken zeer gelijkaardig met enkele mobiele soorten zoals *J. herdmani* en *Corophium acherusicum* die een typische zomer – winter oscillatie vertoonden. De sessiele soorten zoals *Pomatoceros triqueter* en *Clytia hemisphaerica* vertoonden een sterk verschillend kolonisatiepatroon waardoor de overeenkomsten na het eerste jaar minder duidelijk waren. Op de betonnen gravitaire funderingen van C-Power werden beduidend meer soorten aangetroffen dan op de stalen monopiles van Belwind (respectievelijk 70 en 49 soorten). Het verschil tussen beide parken werd bovendien nog benadrukt door het voorkomen op de C-Power funderingen van enkele soorten die typisch zijn voor kustgebonden mobiele sedimenten zoals de tweekleppigen *Abra alba* en *Mysella (Kurtiella) bidentata*. De biologische aangroei op beide parken vertoont sterke gelijkenissen met de aangroeigemeenschappen op de artificiële en natuurlijke harde substraten in de omgeving en de rekrutering gebeurt blijkbaar uit een gemeenschappelijke soortenpool.

In vergelijking met de omliggende natuurlijke harde substraten is de taxonomische samenstelling van de sessiele epifauna verarmd. Dit kan, net zoals bij scheepswrakken, verklaard worden door specifieke kenmerken van de bestudeerde structuren zoals verticaliteit, samenstelling van het substraat of een lagere waterdiepte. Daarnaast speelt de activiteit van predatoren een belangrijke bepalende rol bij de opeenvolging van sessiele soorten. Deze fenomenen zorgen voor de specifieke patronen. De hoge mate van ruimtelijke heterogeniteit (patchiness) suggereert dat het kolonisatieproces nog niet voltooid is. De climaxgemeenschap, de *Metridium senile*-gemeenschap, die kenmerkend is voor dit type van

substraten in de Noordzee wordt bijgevolg nog niet maximaal bereikt. Behalve het muiltje, *Crepidula fornicata*, werden geen andere geïntroduceerde soorten aangetroffen op de permanent ondergedompelde (subtidale) delen van de windmolenfunderingen. Deze waarneming contrasteert sterk met de intertidale en spatzone waar in de biologische aangroeigemeenschap overwegend geïntroduceerde soorten aangetroffen werden.

5.4.2.6.2 Visfauna

De eerste resultaten voor de visgemeenschappen van harde substraten in België werden verkregen door Reubens *et al.* (2010). In totaal werden zeven verschillende vissoorten aangetroffen, waarvan vier soorten regelmatig: Steenbolk (*Trisopterus luscus*), Kabeljauw (*Gadus morhua*), Horsmakreel (*Trachurus trachurus*) en Makreel (*Scomber scombrus*). De visuele observaties, uitgevoerd tussen juli en oktober, toonden aan dat een populatie van minimum 29.000 Steenbolken (biomassa van 3,5*10³ kg) aanwezig was rond één windturbine. De densiteiten varieerden tussen 7 en 74 specimens/m², met een gemiddelde densiteit van 18 tot 21 ind./m² ter hoogte van de erosiebescherming. Een grote variatie in densiteiten was aanwezig tussen waarnemers en in de tijd. Lijnvisserij werd gedurende heel 2009 uitgevoerd om voedingsselectiviteit te onderzoeken. Een grote variëteit aan prooisoorten was aanwezig in het dieet van Steenbolk. De hard-substraatssoorten *Jassa herdmani* en Porceleinkrab bleken hierin de belangrijkste prooisoorten te zijn. Deze soorten komen in zeer hoge densiteiten voor als epifauna op de funderingen van de windmolens. (Reubens *et al.*, 2010).

Onderzoek van Reubens *et al.* (2011) naar het gedrag en habitatgebruik van Kabeljauw in de buurt van windmolens suggereerde dat ze enerzijds er tot aangetrokken worden, afgaand op de tijd die bepaalde gemerkte individuen doorbrengen in de buurt van offshore windmolens en hun erosiebescherming, en anderzijds dat de kleinschalige ruimtelijke verspreiding (i.e. habitat keuze) van individuele Kabeljauwen wordt beïnvloed door de diurnale cyclus. Er dient te worden opgemerkt dat er grote verschillen waren in de resultaten van verschillende individuen en dit resultaten zijn van een studie in voortgang.

5.4.2.6.3 Autonome ontwikkling

Het aantal harde substraten als potentieel habitat voor epifauna en vissen zal in de toekomst verder toenemen met de komst van de windmolenparken Nother, Rentel, Seastar en Mermaid.

Ook wrakken vormen een uitgelezen habitat voor epifauna en visgemeenschappen van harde substraten. De aanwezige wrakken worden beschouwd als cultureel erfgoed en worden behandeld onder het hoofdstuk ‘Zeezicht en cultureel erfgoed’.

5.4.3 Effecten

5.4.3.1 Benthos

Algemeen kan gesteld worden dat de effecten voor het macrobenthos en epibenthos gelijkaardig zullen zijn. Bijgevolg worden ze hier dan ook samen besproken als benthos. De grootteorde van de effecten kan echter wel wat verschillen aangezien in tegenstelling tot het macrobenthos, het epibenthos over een beperkte mobiliteit beschikt waardoor zij bepaalde effecten deels kunnen ontwijken.

5.4.3.1.1 Constructiefase

De effecten die kunnen optreden tijdens de constructiefase zijn:

- Biotoopverlies en -verstoring;
- Verlies aan organismen;
- Sedimentatie;
- Geluid en trillingen.

Met uitzondering van de vernietiging van biotoop en organismen, zijn de andere effecten tijdelijk.

Biotoopverstoring

Door de aanleg van Alpha wordt een gedeelte van het oorspronkelijk zacht biotoop (zand/klei) worden bedolven onder gedumpt zand en nieuwe, harde structuren. Door deze verstoring sterft het bodemleven en wordt een deel van het oorspronkelijk habitat vernietigd. Voor het MER-ontwerp van het eiland zal de biotoopverstoring maximaal 672.000 m² bedragen. De effectieve biotoopverstoring zal afhankelijk zijn van de uiteindelijke dimensies van het eiland.

Aangezien de basis van het eiland volledig uit zand zal bestaan, kan deze oppervlakte opnieuw gekoloniseerd worden. De uiteindelijke oppervlakte die wordt ingenomen door harde substraten bedraagt ca. 87.000 m² (8,7 ha). In vergelijking, de directe biotoopverstoring van bvb. het Rentel windmolenpark bedraagt ca. 210 ha in een worst case scenario (gravity based fundering) wat beschouwd werd als een matig negatief effect (IMDC, 2012a).

Aangezien de biotoopverstoring slechts tijdelijk is, sinds het gedumpte zand een gelijkaardige korrelgrootte zal bevatten en opnieuw gekoloniseerd kan worden, en aangezien het biotoopverlies slechts een oppervlakte van 8,7 ha zal bedragen, kan dit beschouwd worden als een gering negatief (0/-) effect op het mariene ecosysteem.

Verlies aan organismen

Er kan verondersteld worden dat de volledige biotische zone die zich bevindt onder de oppervlakteinname van het eiland vernietigd zal worden door zowel het verstikken, het beschadigen of het doden van de organismen ten gevolge van het storten van uitgebaggerd zand.

Het verlies aan benthische organismen is recht evenredig met het biotoopverlies/verstoring. Ondanks het ontbreken van site-specifieke data (biomassa en populatiestructuur) kan het letale effect afgeleid worden uit de gegevens van de referentiestudie van de Thorntonbank (De Maersschalck *et al.*, 2006). Op grond van deze cijfers kunnen we het verlies aan biomassa (macro- en epibenthos) ramen op ongeveer 33 g/m². Deze inschatting is van dezelfde grootteorde als het biomassaverlies berekend in de studie voor de Deense windmolenparken (41 g/m²) (Leonhard, 2000). Uitgaande van de hierboven berekende oppervlakte (biotoopverlies/verstoring) zal het verlies aan organismen voor het MER-ontwerp van Alpha ca. 2900 kg bedragen tijdens de bouw van het eiland.

Uit de monitoringsresultaten van het BMM blijkt dat tijdens de eerste jaren na de constructie van de zes eerste windturbines op de Thorntonbank enkel de natuurlijke, temporele variabiliteit van het macrobenthos waargenomen (Reubens *et al.*, 2009a; Coates *et al.*, 2010). In 2011 (T-3) bleek echter dat er een duidelijk verschil in densiteit was opgetreden tussen bodemstalen genomen op 15, 25, 50, 100 en 200 m van de erosiebescherming (stortstenen) en in de vier gradiënten (zuidwest, zuidoost, noordwest en noordoost) rondom de turbine (Coates *et al.*, 2012). Volgende belangrijke trends werden geobserveerd:

- Lagere mediane korrelgrootte en hogere macrobenthische densiteiten dichtbij de stortstenen;
- Op de Zuidwestelijke en Noordoostelijke gradiënten hoge chlorophyll-a concentraties, een lagere mediane korrelgrootte samen met hogere densiteiten van *Lanice conchilega* en *Spiophanes bombyx*.
- De Zuidoostelijke en Noordwestelijke gradiënten werden voornamelijk gedomineerd door de koker vormende soort *Monocorophium acherusicum*. Deze soorten zijn gekend voor hun stabiliserende werking op het zachte substaat en zijn daardoor een duidelijke aanwijzing van een shift in de macrobenthische gemeenschap.
- Bovendien werd een accumulatie van juveniele zeesterren (Asteriidae juv.) en de Polychaeten *Spio* sp. en *S. bombyx* op stations <50 m geobserveerd en dit voornamelijk op de Zuidwest gradiënt.

Op dit moment zijn de macrobenthische gemeenschappen rondom de turbines zeer dynamisch en kunnen zeer snel veranderen aangezien het systeem waarschijnlijk nog geen balans heeft bereikt. Voor het epibenthos werden wat verschillen genoteerd tussen het randgebied en de referentiegebieden van de Thorntonbank, vooral in 2009, maar deze waren grotendeels verdwenen in 2010 (Vandendriessche *et al.*, 2011).

Doordat het verlies van organismen beperkt blijft (ca. 2.900 kg) blijft en de oppervlakte waarop de destructieve activiteiten zullen plaatsvinden heel beperkt is in vergelijking met het totale BDNZ, zullen de effecten naar verwachting dus ook geen negatieve gevolgen hebben voor de totale bodemgemeenschap. Het projectgebied is bovendien niet aangeduid als beschermd gebied of gebied met belangrijke natuurwaarden (Degraer *et al.*, 2009), waardoor de invloed van de mortaliteit op de biomassa of op het functioneren van het plaatselijke ecosysteem als gering negatief (0/-) wordt beschouwd. Bovendien zal herkolonisatie van de verstoorde bodem rondom Alpha in alle waarschijnlijkheid grotendeels plaatsvinden binnen het jaar.

Doordat in een straal van 500 m rond het eiland de toegang voor de (boomkor)visserij wordt afgesloten, wordt ook een refugium gecreëerd voor het benthos. Het verlies van bodemorganismen ten gevolge van visserij (sterfte van 5-65%) wordt hierdoor vermeden (E-connection, 2007). Lindeboom (2005) heeft berekend dat de effecten van de boomkorvisserij op het Nederlands Continentaal Plat het benthos 1.000-100.000 keer zwaarder belasten dan die van (het ruimtebeslag door) de offshore industrie, de zandwinning en de kabels en leidingen. De directe negatieve invloed van de boomkorvisserij op het BDNZ zal naar verwachting dus hoger zijn dan de negatieve invloed die het eiland, erosiebescherming en kabels uitoefenen op het mariene leven. Onderzoek in een voor visserij gesloten veiligheidszone rond een offshore installatie op het Friese Front liet een veel beter ontwikkelde fauna zien dan in referentiegebieden op grote afstand van dit platform (Bergman *et al.*, 2005).

Verstoring door sedimentatie & turbiditeit

Het storten van het zand voor de constructie van het eiland zorgt niet enkel voor een (tijdelijk) verlies aan biotoop, maar ook voor een verhoogde sedimentatie en turbiditeit in de onmiddellijke omgeving van de werken. Bovendien is het projectgebied gelegen is in relatief helder Kanaal water met turbiditeitswaardes kleiner dan 10 mg/l (zie hoofdstuk 'Bodem en water'). Door de vertroebeling van de waterkolom dringt er minder licht door. Dit kan eventueel de groei (primaire productie) van het fytoplankton belemmeren waardoor mogelijks de voedselketen beïnvloed wordt. De verhoogde aanwezigheid van sedimentpartikels in de waterkolom kan leiden tot het verstoppen van de filtermechanismen van de organismen met mogelijks fatale gevolgen. Uit de baggerpluim modelleringsstudie (IMDC, 2013b als externe

bijlage) blijkt dat bij scenario 1 (1 TSHD van 10.000 m³) en scenario 2 (2 TSHD van 5.000 m³) in een worst case event de achtergrond turbiditeit van 4 mg/l in meer dan 70% van de tijd niet wordt overschreden rond de bagger- en stortzones (8,7u en 13,2u boven de limiet voor respectievelijk scenario 1 en 2 over een totale tijd van 42u). Voor de limiet van 10 mg/l is dit nog minder.

De specifieke impact door sedimentatie ten gevolge van het dumpen van zand is als aanvaardbaar beschouwd op het BDNZ, gezien de natuurlijke hoge input van gesuspendeerd materiaal ten gevolge van getijden- en golfwerking (zeer dynamisch systeem) (IMDC, 2010a). De levensgemeenschap is namelijk goed aangepast aan een zandige ondergrond die van nature in beweging is. Analoog met deze bevindingen kunnen we veronderstellen dat de verstoring door sedimentatie ten gevolge van de baggeractiviteiten een gering negatief effect (0/-) zal zijn.

De densiteit en soortenrijkdom van de benthische gemeenschappen zal binnen het jaar grotendeels (60-80%) hersteld zijn na stopzetting van de baggerwerken (IMDC, 2010a). Bij het herstel zullen in eerste instantie r-strategen (pionierssoorten: snelle groei en veel nakomelingen) domineren.

Geluidsverstoring en trillingen

De geluidsverstoring blijft beperkt tot de geluiden geproduceerd door de betrokken scheepvaart en baggeractiviteiten. Het onderwatergeluid heeft waarschijnlijk de meeste invloed op vissen en zeezoogdieren. Voor het macrobenthos en epibenthos worden geen effecten (0) verwacht ten gevolge van geluidsverstoring.

5.4.3.1.2 Operationele fase

Tijdens de operationele fase zijn de mogelijke effecten op het benthos beperkt tot veranderingen in de hydro-fysico-chemische toestand van het projectgebied.

Waterkwaliteit

Zoals besproken onder de discipline water, zal de waterkwaliteit niet negatief beïnvloed worden door de aanwezigheid van het eiland. Er worden ook geen effecten verwacht in de zuurstofhuishouding. Er worden bijgevolg geen effecten (0) verwacht op het onderwaterleven.

Andere vormen van verstoring

Er worden ook geen negatieve effecten gedetecteerd ten gevolge van veranderingen in de hydrodynamiek op de zeebodemstructuur op de oorspronkelijke benthische gemeenschappen (Bio/consult as, 2005; Dong energy *et al.*, 2006).

Aangezien de aanwezigheid van een eiland een aantrekking kan uitoefenen op vogels en vissen, onder meer door een verhoging van het voedselaanbod en een rustplaats voor vogels, kan de predatiedruk op bentische gemeenschappen mogelijk worden verhoogd.

Tenslotte kan tengevolge van hersteloperaties tijdens de operationele fase (bv. onderhoudsbaggerwerken of eventuele aanpassingen aan de erosiebescherming) mogelijke verstoring door sedimentatie plaatsvinden, maar dit effect zal klein zijn in vergelijking met deze vorm van verstoring tijdens de constructiefase.

Voor de verschillende varianten worden geen effecten verwacht (0) voor het benthos ten gevolge van deze vormen van verstoring tijdens de operationele fase.

5.4.3.1.3 Ontmantelingsfase

Algemeen mag worden gesteld dat de effecten van de ontmantelingfase gelijkaardig zullen zijn aan die van de bouwfase, maar dat de intensiteit van voorkomen veel lager zal zijn.

De geluidsverstoring blijft bijvoorbeeld beperkt tot de geluiden geproduceerd door de betrokken scheepvaart. Ook het biotoopverlies en het daarmee gepaard gaande verlies aan organismen blijft beperkt tot de oppervlaktes die effectief verstoord worden tijdens de ontmantelingsfase. Dit zal afhangen van de keuze voor een gedeeltelijke (enkel harde structuren) of een volledige (hardstrucuren + zandbasis) ontmanteling.

De effecten tijdens de ontmantelingsfase kunnen als gering negatief (0/-) worden beschouwd voor alle eilandvarianten.

5.4.3.1.4 Bekabeling

De belangrijkste effecten op het benthos tengevolge van de bekabeling zijn:

- Biotoopverstoring;
- Turbiditeit;
- Elektromagnetische velden;
- Opwarming.

Biotoopverstoring

Tijdens de installatie van de kabels zal er een tijdelijke biotoopverstoring optreden. Het gebaggerd materiaal tijdens het trenchen wordt tijdelijk gestockeerd op een officiële stortzone. Na onderling overleg met de BMM wordt dit hoogstwaarschijnlijk dumpzone 3A. Tabel 5-30 geeft het tijdelijk oppervlakteverlies weer voor alle kabels per zone (kaart zones zie Bijlage D1). De breedte van het verstoorde oppervlak op de zeebodem bedraagt ca. 100 m in Het Scheur, 35 m in de Westpit en elders 20 m per kabel. Ervan uit gaande dat de volledige werkzone als verstoord oppervlak kan aangezien worden, zal er bijgevolg een zone van 60 ha verstoord worden. Voor een uitgebreide beschrijving van de bekabeling wordt verwezen naar het hoofdstuk ‘Projectomschrijving’ (§ 2.5.3) en ‘Bodem en water’ (§ 5.1.4.1.2)

Tabel 5-30: De kabellengtes en het tijdelijk oppervlakteverlies per kabelzone.

Zone	Kabellengte (km)	Tijdelijk oppervlakteverlies (ha)
Scheur – Kust	57,5	11,5
Scheur	17,6	17,6
Splitsing – Scheur	27,3	5,5
Westpit – Splitsing	19,4	3,9
Westpit	9,4	3,3
Beta – Westpit	10,6	2,1
Alpha – Beta	27,5	5,5
Alpha – Westpit	53,7	10,7
Totaal	**223,1**	**60,1**

Aangezien deze verstoringen slechts tijdelijk van aard zullen zijn, er een natuurlijk herstel van de benthosgemeenschap verwacht kan worden, en dat bovendien door het BOG het aantal kabels vanuit de windmolenparken vermindert in vergelijking met het afzonderlijk aanlanden vanuit elk windmolenpark, wordt het effect van biotoopverstoring op het benthos als gering negatief (0/-) beoordeeld.

Andrulewicz *et al.* (2003) bepaalde de impact van het leggen van de SwePol Link transmissiekabel op de macrobenthosgemeenschap in de Baltische Zee. Een vergelijking van de macrobenthosgemeenschap vóór en één jaar na het leggen van de kabel geven aan dat er geen wezenlijke veranderingen zijn inzake compositie, abundantie en biomassa wat zou kunnen gerelateerd zijn aan de biotoopverstoring als gevolg van de aanleg van de kabel. Enkel in een bepaalde zone waar een minder dynamische bodem aanwezig is, zijn er geringe indicaties dat het leggen een impact heeft op het macrobenthos. In deze zone werd vastgesteld dat de grootte van de individuen een jaar na het leggen van de kabel minder groot was dan voor het leggen van de kabel.

Verstoring door turbiditeit

Tijdens het leggen van de kabels zal er een verhoogde sedimentatie en turbiditeit optreden in de omgeving van de werken. De effecten van turbiditeit zullen grotendeels gelijkaardig zijn aan de effecten besproken bij de aanleg van het eiland (§ 5.4.3.1.1). Voor de bekabeling zal er echter over een grotere oppervlakte verstoring optreden. Bovendien hangt de turbiditeit samen met het type materiaal dat gebaggerd wordt. Over de lengte van het tracé zal de samenstelling van de bodem regelmatig veranderen en zal bijgevolg ook de turbiditeit variëren. Dit wordt verder besproken in de discipline 'Bodem en water' (§ 5.1.4.1.2).

Er kan dus verondersteld worden dat de verstoring door het leggen van de kabels een matig negatief effect (-) zal hebben. Aangezien het BDNZ van nature een zeer dynamisch systeem is, en de benthische levensgemeenschappen goed zijn aangepast aan een natuurlijke hoge input van gesuspendeerd materiaal, wordt de impact als aanvaardbaar beschouwd (IMDC, 2010a).

Elektromagnetische velden

De transmissie van elektriciteit door zeekabels zal leiden tot het opwekken van elektrische en magnetische velden. Deze elektromagnetische velden zijn afhankelijk van het type kabel.

Sommige invertebraten zijn waarschijnlijk gevoelig voor elektromagnetische velden, maar uitgaande van de beschikbare kennis is de grootte van de impact en de oorzaak-relatie nog niet voldoende duidelijk (Gill *et al.*, 2005; Dong Energy *et al.*, 2006, BERR, 2008). Voor de Gewone garnaal (*Crangon crangon*) en de Mossel (*Mythilus edulis*) is aangetoond dat ze zich aangetrokken voelen tot magnetische velden van de grootteorde die verwacht wordt rond de kabels, maar dat deze effecten niet als significant (0) worden beschouwd (ICES, 2003; Bochert & Zettler, 2004).

Elektromagnetische velden worden verder besproken in het deel "vissen" en in het deel "zeezoogdieren".

Opwarming

De effecten van het opwarmen van de zeebodem door de aanwezigheid van kabels wordt besproken in de discipline 'Klimaat en atmosfeer' (§5.2.3.1).

Mogelijks kan een temperatuursstijging ook een verandering in de biogeochemische karakteristieken van de zeebodem veroorzaken met mogelijke gevolgen voor de benthische fauna en flora. Deze effecten zullen naar alle waarschijnlijkheid groter zijn in ondiepe gebieden of gebieden met een hoog organisch gehalte (OSPAR, 2008b). Ook hier is echter onderzoek nodig om deze gegevens te bevestigen.

Op basis van het feit dat de meeste bodemdieren zich in de bovenste laag van de zeebodem bevinden (tot op ca. 20 cm vanaf het oppervlak), de warmte-productie door de ingegraven

kabels hier eerder gering is en de effecten zeer lokaal zijn, worden er geen effecten verwacht van opwarming op macrobenthos (0). Op basis van het feit dat de temperatuur van de zeebodem zelf direct aan het oppervlak gelijk blijft, kan er besloten worden dat er ook geen effecten (0) te verwachten zijn op epibenthos.

5.4.3.1.5 Besluit bespreking en beoordeling van de effecten op benthos

Samenvattend worden de effecten op het benthos weergegeven in Tabel 5-31 tijdens de volledige levenscyclus van het eiland en de kabels. Volgende definities zijn van toepassing: significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--).

Tabel 5-31: Overzicht van de effecten op benthos.

	Alpha	Kabels
Constructiefase		
Biotoopverstoring	0/-	0/-
Verlies aan organismen	0/-	0/-
Verstoring door sedimentatie & turbiditeit	0/-	-
Geluidsverstoring en trillingen	0	0
Operationele fase		
Waterkwaliteit	0	0
Andere vormen van verstoring	0	0
Elektromagnetische velden	nvt	0
Opwarming	nvt	0
Ontmantelingsfase		
Analoog met constructiefase	0/-	0/-

5.4.3.2 Vissen

Sommige effecten op de vissen zijn gelijkaardig aan die beschreven voor het deel Benthos (§ 5.4.3.1). Er zal dan verwezen worden naar die paragrafen. De andere nog niet besproken effecten op vissen worden in dit deel beschreven.

5.4.3.2.1 Constructiefase

De effecten die kunnen optreden op vissen tijdens de bouwfase zijn:

- Biotoopverstoring;
- Verlies aan organismen;
- Verstoring door sedimentatie en turbiditeit ;
- Geluidsverstoring en trillingen.

Biotoopverstoring

De biotoopverstoring is voor de demersale vissen volledig gelijkaardig zoals besproken onder het benthos (§ 5.4.3.1.1).

Verlies aan organismen

Aangezien vissen veel mobieler zijn dan het benthos, zal het verlies aan organismen tengevolge van biotoopverlies minder uitgesproken zijn (0).

Verstoring door sedimentatie & turbiditeit

Tijdens de bouwfase zal het volledige projectgebied algemeen verstoord worden. De potentiële verstoring zal voornamelijk bestaan uit turbiditeit ten gevolge van het storten van zand bij de opbouw van het eiland.

Alle levensstadia van vissen zullen tijdelijk verstoord worden door onderwaterbewegingen en andere activiteiten op de zeebodem, maar de kans is groot dat zij zullen wegtrekken van de plek waar de werkzaamheden worden uitgevoerd zodat het effect minder groot zal zijn dan bij sedentaire organismen (IMDC, 2010a). Het negatieve effect (0/-) zal dus tijdelijk zijn en naar verwachting zullen de organismen snel naar het projectgebied terugkeren zodra de bouwfase achter de rug is.

Op huidig ogenblik is het moeilijk in te schatten of het projectgebied ook dienst doet als paaigebied van bepaalde vissoorten, zoals de op Thorntonbank, en de mogelijke gevolgen hiervoor.

Er kan besloten worden dat de beschreven negatieve effecten tengevolge van sedimentatie als niet significant worden beschouwd voor de vissen.

Geluidsverstoring en trillingen

Een andere mogelijke verstoring tijdens de bouwfase is de productie van geluid en trillingen tengevolge van de baggerwerken, het leggen van kabels en de toegenomen scheepvaart. Het bepalen van de grootte van de verstoring is echter niet evident daar er nog veel onzekerheden bestaan o.a. rond transmissieverliezen en dus ook rond de reikwijdte van de geluidsverstoring. Veel hangt af van de lokale omstandigheden zoals bodemsamenstelling en -profiel, waterdiepte, wind en weersomstandigheden (Huddleston, 2010).

De omgeving onder water is van nature reeds zeer lawaaierig (ca. 105 dB (re 1 µPa)) met geluid afkomstig van winden, golven en sedimenttransporten. Hierdoor zijn vele mariene organismen minder gevoelig voor geluid dan mensen en kunnen ze ook hogere geluidniveaus verdragen (Nedwell *et al.,* 2003).

Vissen horen het geluid op verschillende manieren. Veel soorten horen van 30 Hz tot 1 kHz. Sommige soorten horen de infra (< 20 Hz) en de ultrasoon (> 20 kHz) geluiden. De grootte van het effect of de schade is dus mede afhankelijk van de gevoeligheid van een bepaalde vissoort voor het geluid (Huddleston, 2010). Bij lage frequenties (tot 30 Hz) komt de geluidsgevoeligheid bij veel vissoorten redelijk overeen. Bij hoge frequenties is deze gevoeligheid echter afhankelijk van een aantal factoren: aan- of afwezigheid van de zwemblaas, hoeveelheid lucht in de zwemblaas en of de blaas in verbinding staat met het binnenoor (Vella *et al.*, 2001; Huddleston, 2010). Vissen kunnen op die manier ingedeeld worden in drie groepen met betrekking tot de gevoeligheid voor geluid:

- ‘non-specialists’: geen zwemblaas; minst gevoelig; bv. platvissen;
- ‘hearing generalist’: zwemblaas niet verbonden met binnenoor; matig gevoelig; bv. Kabeljauw;
- ‘hearing specialist’: zwemblaas in verbinding met binnenoor; zeer gevoelig; bv. Haring, Sprot.

Aangezien enkel de geluidsverstoring van baggerende schepen van belang is, die veel lager wordt ingeschat dan heigeluid, een toename van het scheepsverkeer en het storten van de erosiebescherming, wordt het effect van geluid en trillingen als gering negatief beoordeeld (0/-).

5.4.3.2.2 Operationele fase

Zoals besproken voor het benthos, worden ook hier geen effecten (0) verwacht tengevolge van de waterkwaliteit, zuurstofhuishouding en hydrodynamiek.

De aanwezigheid van harde substraten in het projectgebied zal zorgen voor een verandering in het ecosyteem. Vissen worden mogelijk aangetrokken door een verhoogde voedselbeschikbaarheid en schuilplaatsen. Dit wordt verder besproken in het hoofdstuk harde substraten (§5.3.4.5).

5.4.3.2.3 Ontmantelingsfase

Algemeen mag worden gesteld dat de effecten van de ontmantelingsfase gelijkaardig zullen zijn aan die van de bouwfase, maar dat de intensiteit van voorkomen veel lager zal zijn. De effecten kunnen als gering negatief (0/-) beschouwd worden.

5.4.3.2.4 Bekabeling

De belangrijkste effecten tengevolge van de bekabeling voor de demersale visfauna zijn biotoopverstoring, verhoogde turbiditeit, het ontstaan van elektromagnetische velden (EM-veld) en de mogelijke opwarming.

Voor biotoopverstoring en turbiditeit wordt verwezen naar § 5.4.3.1.4, daar deze analoog zullen zijn als deze besproken voor het benthos. In volgende paragrafen zal wel dieper worden ingegaan op de effecten van elektromagnetische velden en opwarming.

Elektromagnetische velden

Een elektrische stroom doorheen een kabel zorgt enerzijds voor een elektrisch veld (E-veld), dat onmeetbaar blijkt buiten de kabel, en anderzijds voor een magnetisch veld (B-veld). Bij wisselstroom zal het magnetisch veld door inductie een bijkomend elektrisch veld veroorzaken, het geïnduceerde elektrisch veld (E_i). Dit E_i-veld kan theoretisch door de goede elektrische geleidbaarheid van zeewater tot op relatief grote afstand van de kabel opgemerkt worden. Algemeen geldt dat de intensiteit van de EM-velden sterk projectafhankelijk is (soort kabel, gelijkspanning of wisselspanning, locatie, wijze waarop de kabel wordt aangebracht, vermogen van de kabel,...).

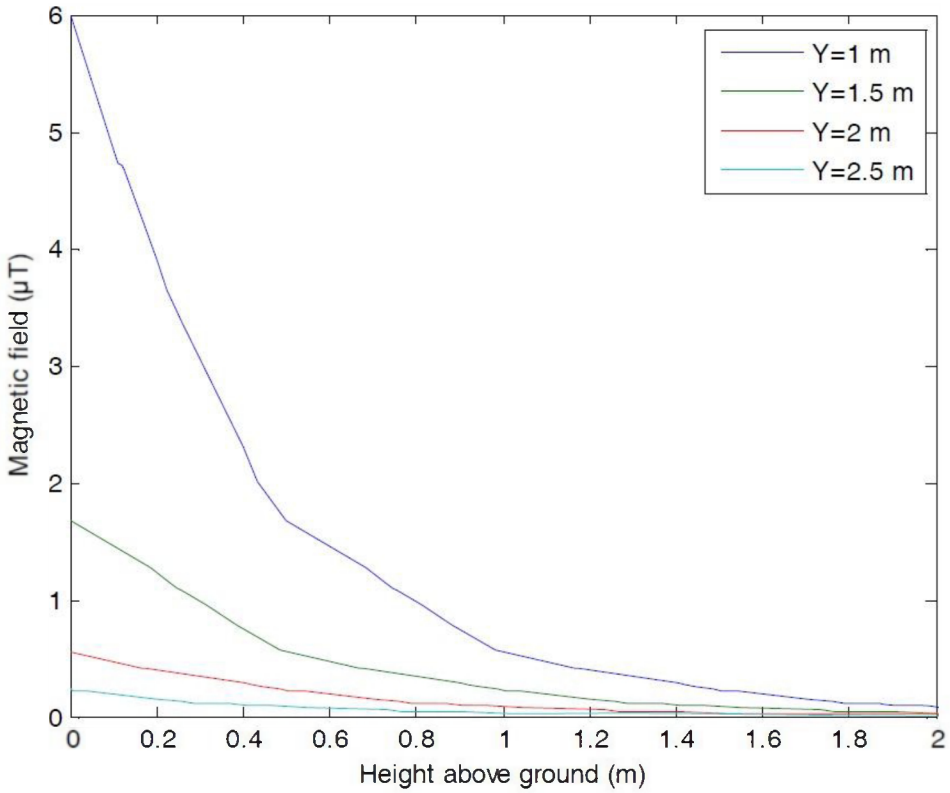
In de Noordzee is de grootte van het natuurlijke B-veld ongeveer 50 µT (microtesla). Het natuurlijke E-veld is ongeveer 0,4 µV/m (microvolt per meter) (IMDC, 2010b, 2012e) en de sterkte van het door het natuurlijke aardmagnetische veld geïnduceerde elektrisch veld bedraagt ca. 40 µV/m (Ecofys, 2006).

Hoewel er nog niet veel studies rond gebeurd zijn, zeker niet in situ, blijkt dat de meeste vissoorten gevoelig zijn voor B-velden. Dit kan gaan van trager zwemmen bij het passeren van een offshore wisselstroomkabel over het ontbreken van het celtransport van Ca-ionen tot een verhoogde mortaliteit. De sterkte van de B-velden waarbij reactie voorkwam, situeerde zich steeds tussen 1 en 100 µT (IMDC, 2010b, 2012c). Omdat bodemvissen dichtbij kabels

zwemmen, kan verwacht worden dat zij de grootste effecten zullen ondervinden van EM-velden.

Gill *et al.* (2005) hebben een lijst opgesteld van prioritaire soorten die gevoelig zouden kunnen zijn voor EM-velden waaronder o.a. Schol en Kabeljauw die in het studiegebied voorkomen. De meest bekende groepen zijn echter de kraakbeenvissen (roggen en de haaien). Hiervan is bekend dat zij reageren op een E_i-veld met een range tussen 0,5 – 100 µV/m. De verwachte waarden op 1 m afstand van de kabels liggen binnen dit bereik (Gill & Taylor, 2001; Gill *et al.*, 2005, Gill *et al.*, 2009). Recente experimenten uitgevoerd door Gill *et al.* (2009) geven aan dat elektromagnetische straling met een intensiteit van 8 µT en 2,2 µV/m waarneembaar waren voor kraakbeenvissen, maar dat hun reactie soort- en individu afhankelijk was. De Hondshaaien (*Scyliorhinus canicula*) vertoonde bijvoorbeeld allen een sterke reactie, terwijl slechts enkele individuen van de Stekelroggen (*Raja clavata*) en geen enkel van de Doornhaaien (*Squalus acanthias*) reageerden. Ook Boehlert & Gill (2010) geven aan dat de reactie op de EM-velden varieert van individu tot individu.

Het werd algemeen aangenomen dat een veld van voldoende sterkte om vermijdingsgedrag te vertonen door kraakbeenvissen zich enkel voordeden in een straal van 10-20 cm rond de kabel, waardoor het ingraven van kabels en het bedekken met stenen voldoende bescherming zou bieden (Gill *et al.*, 2005). Het is echter fout te veronderstellen dat het ingraven van kabels de effecten volledig zouden wegnemen, maar het is wel zo dat het ingraven van kabels tot een diepte van 1 m milderend zou werken tegen de effecten op gevoelige vissoorten tengevolge van de sterkste elektromagnetische velden (Figuur 5-102) (Gill *et al.*, 2005; Öhman *et al.*, 2007; Gill *et al.*, 2009; Huddleston, 2010). Het is dus belangrijk te vermelden dat elektromagnetische straling van een magnitude waarneembaar door gevoelige mariene organismen geproduceerd zal worden door de standaard industriële kabel,s ook als die begraven worden op verschillende meters onder de zeebodem (Gill *et al.*, 2005).

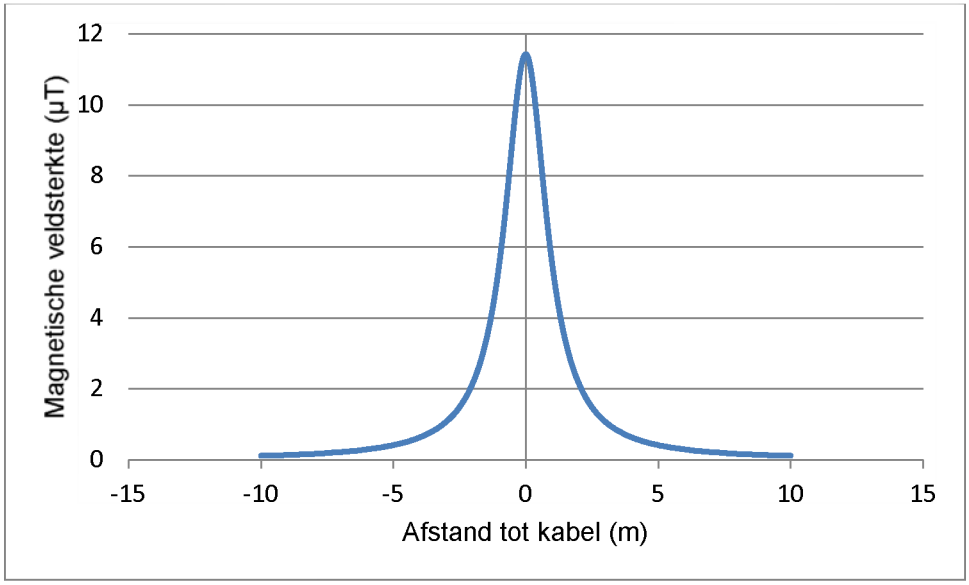


Figuur 5-102: De evolutie van het magnetisch veld ten opzichte van de hoogte boven de zeebodem bij verschillende kabeldieptes (Y) bij een stroomsterkte van 712 A (Lopez et al., 2011).

Uit Figuur 5-102 kan men ook duidelijk afleiden dat de magnetisch veldsterkte snel verkleint naarmate men zich verder verwijderd van de zeebodem en naarmate de kabel dieper is ingegraven.

Dit wordt ook aangetoon in Figuur 5-103. Deze grafiek toont de veldniveaus op zee voor een kabel die 1 m bedekt wordt, zoals specifiek doorgerekend in het kader van het BOG (Elia, 2013). De kabels zullen op zee een tussenafstand hebben van minstens 50 m (behalve in de aanlandingszone). Daardoor zal er geen onderlingen interactie qua magnetische velden zijn. De grafiek (Figuur 5-103) is dan ook opgesteld voor 1 kabel.

Uit de grafiek blijkt dat het magnetische veld op de zeebodem bij een BOG-kabel die 1 meter ingegraven wordt, niet groter is dan 12 µT. Op ca. 2 m afstand verkleint dit veld al tot minder dan 2 µT.



Figuur 5-103: Gemiddelde veld op bodemniveau voor een kabelligging op 1 m onder de zeebodem (ELIA, 2013).

Er dient opgemerkt te worden dat de symmetrische constructie van de drie aders in de kabel (220 kV of 380 kV) leidt tot een sterke reductie van de EM-velden doordat de afzonderlijke velden elkaar grotendeels opheffen door het faseverschil in de spanningen en stromen (BMM, 2007; Gill *et al.*, 2009).

Daarnaast zijn er ook verscheidene beenvissen (o.a. Kabeljauw, Pladijs) die EM-velden kunnen waarnemen. Poléo *et al.* (2001) geeft aan dat beenvissen slechts fysiologische reacties kunnen vertonen op E-velden met een minimum veldsterkte van 7 V/m (of 7 x 106 µV/m) en een wijziging in hun gedrag kunnen vertonen bij een range van 0,5 – 7,5 V/m. Kraakbeenvissen zouden echter meer dan 10.000 keer gevoeliger zijn voor elektromagnetische straling dan de meest gevoelige beenvissen (Merck, 2009; Tasker *et al.*, 2010).

Naast een invloed op het gedrag van vissen, zouden B-velden tevens een effect hebben op de fysiologische kenmerken van bepaalde vissoorten. Voorbeelden hiervan zijn invloeden op de hormonenspiegel bij Bronforel (*Salvelinus fontinalis*) (Lerch *et al.*, 1998) en verlagingen van de migratiesnelheid bij Paling (*Anguilla anguilla*) (Westerberg & Lagenfelt, 2008, Gill *et al.*, 2012). In deze studies zijn echter nog veel tegenstrijdige bevindingen en onzekerheden binnen uitgevoerd onderzoek. Bovendien moet door de soortspecifieke reacties ook meer toegepast onderzoek op het BDNZ gebeuren om mogelijke effecten te bevestigen.

Voor vissen die hoger in de waterkolom zwemmen, zullen de effecten nihil zijn (0). Het magnetische signaal neemt namelijk sterk af met de afstand tot de kabels. Op 10 m afstand is er nog nauwelijks iets waarneembaar (Grontmij, 2006).

Gezien het zeer lokale karakter van het B-veld worden geen gevolgen van geïnduceerde magnetische velden verwacht voor organismen in zee. In de directe nabijheid van de kabel zijn effecten van het in het magnetisch veld geïnduceerde elektrische veld op het predatiegedrag van kraakbeenvissen niet uit te sluiten. Omdat het een zeer lokale verstoring betreft, de betreffende soorten zeer sporadisch in het studiegebied voorkomen en een groot verspreidingsgebied hebben, zijn effecten op populatieniveau niet te verwachten (0) (Grontmij, 2006; Ecofys, 2006). Effecten op de overige fauna, inclusief beenvissen kunnen momenteel

worden uitgesloten (0), wat ook bevestigd werd door studies in de windmolenparken in Horns Rev en Nysted (Dong Energy, 2006).

Langs de andere kant worden er meer en meer kabels in de Noordzee gelegd. Cumulatieve effecten zouden tot grotere gevolgen kunnen leiden. Meer studiewerk, vooral in situ, dringt zich op.

Opwarming

De kabels die ingegraven worden zullen een zekere warmteafgifte bezitten. Wegens de diepteligging van de kabels, zal dit voor een beperkte en zeer lokale opwarming zorgen van de zeebodem aan het oppervlak. Het effect op vissen wordt als onbestaande beoordeeld (0).

5.4.3.2.5 Besluit bespreking en beoordeling van de effecten op demersale vissen

Samenvattend worden de effecten op demersale vissen weergegeven in Tabel 5-32 tijdens de volledige levenscyclus van het eiland en de kabels. Volgende definities zijn van toepassing: significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--).

Tabel 5-32: Overzicht van de effecten op vissen.

	Alpha	Kabels
Constructiefase		
Biotoopverstoring	0/-	0/-
Verlies aan organismen	0	0
Verstoring door sedimentatie & turbiditeit	0/-	0/-
Geluidsverstoring en trillingen	0	0
Operationele fase		
Waterkwaliteit, zuurstofhuishouding en hydrodynamiek	0	0
Elektromagnetische velden	nvt	0 (?)
Opwarming	nvt	0
Ontmantelingsfase		
Analoog met constructiefase	0/-	0/-

5.4.3.3 Vogels

5.4.3.3.1 Constructiefase

Tijdens de constructiefase kunnen volgende effecten een significante verstoring veroorzaken op bepaalde soorten als gevolg van de werkzaamheden:

- Barrièrewerking door geluidsverstoring;
- Toegenomen scheepvaart;
- Sedimentatie;

Barrièrewerking door geluidsverstoring

Tijdens de werkzaamheden kan er een barrièrewerking optreden ten opzichte van de migrerende vogels. Deze barrièrewerking zal voornamelijk het gevolg zijn van de geluidsproductie tijdens werkzaamheden en de aanwezigheid van de schepen.

Verstoringsgevoelige soorten (vb. Roodkeelduiker, Zwarte zee-eend, Fuut, Zeekoet, Alk) kunnen door het geluid tijdelijk het gebied vermijden, terwijl andere soorten zoals Zilvermeeuwen mogelijk voordelen kunnen hebben van de werkzaamheden door het tijdelijk beschikbaar komen van voedsel door het omwoelen van de bodem en verhoogde scheepsactiviteit (Stienen *et al.,* 2002; Vanermen *et al.,* 2006).

De omgeving van de Lodewijkbank vormt geen concentratiegebied voor de verstoringsgevoelige soorten zoals Roodkeelduiker, Fuut, Alk en Zwarte zee-eend, waardoor er algemeen gezien geen significant negatieve effecten (0) verwacht ten aanzien van de verstoringsgevoelige soorten.

Verstoring door sedimentatie

Een zeer grote hoeveelheid zand zal moeten gestort worden bij de aanleg van Alpha. De opwerveling van het sediment en het ontstaan van een slibpluim door uitspoeling leidt tot vertroebeling van het water met gevolgen voor het lichtregime en bijgevolg voor de primaire productie (Verfaillie *et al.,* 2006). Hierdoor kunnen visueel prederende vogelsoorten zoals sternen moeilijkheden ondervinden tijdens het foerageren.

Gezien de natuurlijke hoge invoer van gesuspendeerd materiaal tengevolge van getijden- en golfwerking (zeer dynamisch systeem), zijn soorten in het BDNZ reeds aangepast aan het jagen in van nature troebel water. In tegenstelling tot gebieden die dichter bij de kust zijn gelegen, situeert Alpha zich echter in helder kanaal water (SPM < 5 mg/l) (Van den Eynde *et al.*, 2010). Het effect is echter slechts tijdelijk van aard en beperkt in uitbreiding. Bijgevolg worden er ten aanzien van de oogjagende zeevogels geen significant negatieve effecten verwacht. Het effect wordt als gering negatief (0/-) beoordeeld.

5.4.3.3.2 Operationele fase

Aanwezigheid eiland

De constructie van een eiland in de Noordzee zal hoge aantallen vogels aantrekken aangezien ze er kunnen rusten en mogelijk broeden. Onderzoek in enkele windmolenparken in België en Nederland toonde aan dat meeuwen en Aalscholvers windmolenparken soms actief opzoeken (Petersen *et al.,* 2006; Krijgsveld *et al.*, 2011). Ook op de Thorntonbank blijken de aantallen Visdief en Grote stern binnen het impactgebied te zijn toegenomen sinds de eerste turbines er werden gebouwd in 2008. Hetzelfde geldt voor Stormmeeuw en Zilvermeeuw op de Blighbank. Terwijl er oorspronkelijk vooral gevreesd werd voor habitatverlies, blijkt uit de zeer voorlopige resultaten dat sommige soorten eerder aangetrokken worden door de windmolenparken dan ze te vermijden (Vanermen *et al.*, 2011; Krijgsveld *et al.,* 2011)). Aantrekking kan het gevolg zijn van de voorkeur voor artificiële objecten als pleisterplaats of als referentiebaken binnen het open zeegebied, maar kan evengoed het gevolg zijn van verbeterde voedselcondities. De aanwezigheid van stortstenen en caissons kan als een kunstmatig rif beschouwd worden, waardoor de diversiteit aan benthosgemeenschappen en vis (prooien voor vogels) er kan toenemen. Voor meer details wordt verwezen naar het hoofdstuk harde substraten § 5.4.3.5. Bovendien zal er in de veiligheidszone van 500 m rond het eiland een visverbod gelden, waardoor er eveneens een stijging van de voedselbeschikbaarheid kan optreden.

De aanwezigheid van een artificieel eiland kan dan ook worden beschouwd als een gering positief effect (0/+) op de vogelpopulaties in het BDNZ.

Tegelijkertijd kan er ook een wisselwerking zijn tussen de aanwezigheid van de windmolenparken. Een grotere concentratie aan vogels kan namelijk ook zorgen voor een verhoogde aanvaringskans in de nabijgelegen windmolenparken. De aanvaringskans met windmolens werd reeds uitvoerig besproken in de aparte MER's van de windmolenparken. Verdere monitoring naar de veranderingen in distributie van vogelpopulaties ten gevolge van de aanwezigheid van de windmolenparken en de aantrekkingskracht van het eiland zijn zeker aangewezen.

Lichtverstoring

Grote aantallen vogels worden 's nachts aangetrokken tot verlichte objecten op zee. Dit gebeurt voornamelijk tijdens bewolkte nachten wanneer ze niet kunnen afgaan op de sterren voor navigatie (Marquenie & van der Laar, 2004). Bruinzeel *et al.*, (2009) onderzochten de hinder van de verlichte boorplatforms en concludeerden dat maximaal 6 miljoen van de 50 miljoen passerende trekvogels ernstig gehinderd worden en nadelige gevolgen ondervinden. Een deel van de trekvogels haalt de overkant niet en sterft op zee. De precieze aantallen zijn niet beschikbaar omdat veel dode vogels in zee verdwijnen. Uit de tellingen van dode vogels op de platforms is wel duidelijk geworden dat sommige vogelsoorten zwaar worden getroffen. Vooral rode lichten hebben een desoriënterend effect op vogels. Het zorgt ervoor dat ze voor een lange tijd cirkelen rond de lichtbron, wat kan leiden tot energieverlies en mogelijk de dood (Poot *et al.*, 2008). Volgens Bruinzeel & van Belle (2010) bezitten de getroffen vogels echter nog voldoende vetreserves en is eerder aanvaring met de verlichte platforms de voornamelijke doodsoorzaak.

Het Alpha-eiland zal echter lang niet zo sterk verlicht zijn als olieplatformen op de Noordzee. Zoals vermeld in § 2.6.3 zal de verlichting op het eiland worden voorzien volgens de relevante veiligheidsvoorschriften. Indien enkel de vereiste verlichting op het eiland wordt aangebracht en zo weinig mogelijk gebruik wordt gemaakt van rode lampen, kan het effect van lichtverstoring op vogels worden ingeschat als gering negatief (0/-).

5.4.3.3.3 Ontmantelingsfase

Algemeen mag worden gesteld dat de effecten van de ontmantelingsfase gelijkaardig zullen zijn aan die van de bouwfase. De effecten kunnen als gering negatief beschouwd worden.

5.4.3.3.4 Bekabeling

De kabeltracés doorkruisen SBZ-V 3 bij de aanlanding van de kabels te Zeebrugge, maar niet het gericht marien reservaat 'Baai van Heist' (Bijlage F).

Als gevolg van de aanleg van de kabels kan er een tijdelijke verstoring van de speciale beschermingszone (SBZ) verwacht worden. Deze verstoring zal het gevolg zijn van enerzijds de aanwezigheid van de schepen die de kabel aanleggen en anderzijds de eigenlijke plaatsing van de kabels. Het leggen van de kabels zal een tijdelijke omwoeling tot gevolg hebben van het sediment ter hoogte van de zone waar de kabel ingegraven wordt. De verhoogde turbiditeit kan het foerageren van de vogels bemoeilijken. Aangezien deze effecten tijdelijk en lokaal zullen zijn, worden er geen significante effecten (0/-) verwacht ten opzichte van de SBZ en de daaraan gebonden vogelsoorten. Bovendien is het water nabij de kust reeds van nature zeer troebel. Tijdens aanlandingswerkzaamheden van de kabel van C-Power in Oostende werden eveneens geen grote verstoringen vastgesteld (BMM, 2009).

De aanwezigheid van de kabels tijdens de operationele fase zal geen rechtstreeks effecten hebben op de zeevogels. Het doorkruisen van SBZ-V3 wordt verder besproken in de passende beoordeling (§ 5.4.7).

5.4.3.3.5 Besluit bespreking en beoordeling van de effecten op vogels

Samenvattend worden de effecten op vogels weergegeven in Tabel 5-33 tijdens de volledige levenscyclus van het eiland en de kabels. Volgende definities zijn van toepassing: significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--).

Tabel 5-33: Overzicht van de effecten op vogels.

	Alpha	Kabels
Constructiefase		
Barrièrewerking door geluidsverstoring	0	0
Verstoring door sedimentatie & turbiditeit	0/-	0/-
Operationele fase		
Aantrekking	0/+	nvt
Ontmantelingsfase		
Analoog met constructiefase	0/-	0/-

5.4.3.4 Zeezoogdieren

5.4.3.4.1 Constructiefase

Tijdens de bouwfase kunnen zeezoogdieren door volgende veranderingen hinder ondervinden:

- Voedselbeschikbaarheid;
- Verstoring als gevolg van de bouwactiviteiten;
- Verhoogde scheepvaart;
- Geluidsverstoring en trillingen.

Voedselbeschikbaarheid

De bouw van het eiland kan de voedselbronnen beïnvloeden, waardoor het gebied tijdelijk minder aantrekkelijk kan worden voor zeezoogdieren en ze het gebied verlaten. Door de toename van de turbiditeit, de verhoogde scheepvaart en het geproduceerd geluid door het storten van zand zullen de vispopulaties in de onmiddellijke omgeving doen afnemen. Gedwongen verplaatsingen van Bruinvissen naar gebieden die qua voedselvoorziening minder geschikt zijn, kunnen zeer schadelijk zijn voor hen, gezien ze niet lang zonder voedsel kunnen. De reductie in prooivispopulatie zal echter waarschijnlijk tijdelijk zijn en de voedselbronnen kunnen zich herstellen wanneer de constructie is afgerond (Bach *et al.,* 2000).

Gezien het tijdelijke karaker van de effecten van mogelijke veranderingen in voedselbronnen, wordt het effect als gering negatief beoordeeld (0/-). Het is echter niet te voorspellen over welk gebied effecten zullen optreden, hoe lang Bruinvissen afwezig zullen zijn, en of ze in lagere aantallen zullen terugkeren of niet. Dit geldt tevens voor andere zeezoogdieren.

Algemene verstoring

Het is onvermijdelijk dat er tijdens de constructiefase een verstoring van zeezoogdieren zal optreden, als gevolg van toenemende turbiditeit van het water, onderwaterbewegingen, de aanwezigheid van schepen en machines, geluid en andere activiteiten op de zeebodem. Bruinvissen worden vooral waargenomen in de periode van 1 januari tot 30 april.

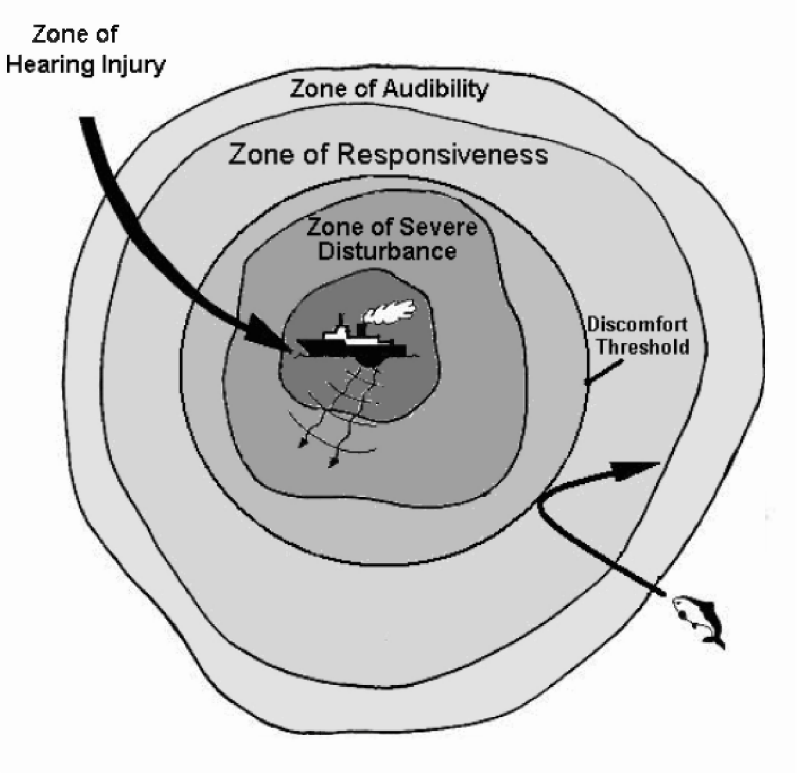
Gezien het beperkt aantal bijkomende transporten in vergelijking met het huidige aantal al aanwezige scheepsbewegingen in het BDNZ (voornamelijk ter hoogte van de scheepvaartroutes) en gezien de niet permanente invloed worden er geen bijkomende negatieve effecten in de vorm van verstoring verwacht tengevolge van de algemene constructiewerkzaamheden van het eiland. Er wordt verondersteld dat zeezoogdieren de site waar de constructieactiviteiten plaatsvinden en de onmiddellijke omgeving ervan zullen verlaten, de site tijdelijk zullen mijden en na het beëindigen van de constructiefase terug zullen keren naar de omgeving rond het eiland (o.a. Bach *et al.*, 2000; Elsam Engineering & ENERGI E2, 2005). Gedragswijzigingen tengevolge van verstoring kunnen eveneens leiden tot scheiding van moeder en kalf groepen (OSPAR, 2008a). Het is opnieuw niet te voorspellen over welk gebied effecten zullen optreden, hoe lang Bruinvissen afwezig zullen zijn en of ze in lagere aantallen zullen terugkeren of niet.

Verstoring tengevolge van de algemene constructiewerkzaamheden wordt als gering negatief beoordeeld (0/-).

Geluidsverstoring en trillingen

De belangrijke bronnen van geluid zijn: het geluid komende van de algemene werkzaamheden (scheepvaart, bouwactiviteiten, de baggerwerken en het storten van zand en stenen. Tijdelijke meerpalen die mogelijk nodig zijn tijdens de constructie kunnen worden geheid of geboord.

De effecten op zeezoogdieren variëren van gedragverandering op grote afstand tot de bron, tot maskering van het eigen geluid, tijdelijke gehoorshift (temporary threshold shift, een tijdelijke verhoging van de gehoordrempel), permanente gehoorshift (permanent threshold shift, een permanente verhoging van de gehoordrempel), fysische schade en zelfs de dood dicht bij de bron (OSPAR, 2009b). Figuur 5-104 geeft een schematische weergave van de invloedszones rond een geluidsbron. Een ander aspect van de impact van het geluid op organismen is de duur van het geluid: blootstelling van een kortere duur veroorzaakt minder schade dan een langere blootstelling aan hetzelfde geluidsniveau (BMM, 2007; Tasker *et al.,* 2010). Zeehonden zijn volgens de meeste onderzoekers minder gevoelig voor geluid dan Bruinvissen (Gordon *et al.*, 2007).



Figuur 5-104: Invloedszones rond een geluidsbron voor zeezoogdieren (Verboom & Kastelein, 2005). Zone of audibility: zone waarbinnen het geluid hoorbaar is voor zeezoogdieren; Zone of responsiveness: zone waarbinnen zeezoogdieren gedragsveranderingen vertonen; Discomfort threshold: overschrijding van deze geluidsdrempel veroorzaakt vermijdings- en afschrikreacties; Zone of severe disturbance: zone waarbinnen ernstige verstoring (sterke vermijdingsreacties) van zeezoogdieren optreedt; Zone of hearing injury: zone waarbinnen gehoorschade optreedt.

Hoewel het niveau van het onderwatergeluid veroorzaakt door baggerschepen tamelijk hoog is, kan het niet beschouwd worden als een 'impulsieve' of acute bron, eerder als een 'continue', 'coherente' bron. Robinson *et al.* (2011) berekenden dat TSHDs geluid produceren op frequenties onder 500 Hz, wat overeen komt met een cargoschip varend aan 8 à 16 knopen. Geluidniveaus geproduceerd door baggerwerken vallen voornamelijk onder de lagere frequenties waar veel tandwalvissen zoals Bruinvissen minder gevoelig voor zijn. Op basis van onderzoek van Popper *et al.* (2006) en Southall *et al.* (2007) is het weinig waarschijnlijk dat onderwatergeluid afkomstig van baggerwerken zal leiden tot letsels bij zeezoogdieren. Richardson *et al.* (1995) toonden aan dat Grijze walvissen en Groenlandse walvissen gebieden met baggerwerken zullen vermijden en ook Bruinvissen verlaten gebieden tijdens zandextractie. Dit gedrag was echter van relatief korte duur (Diederichs *et al.*, 2010). Gezien de karakteristieken van de geluidsbron, het zeer plaatselijke karakter van de werken en de grote mobiliteit van de zeezoogdieren, valt niet te verwachten dat belangrijke en langdurige negatieve effecten (onder de vorm van verstoring) te verwachten zijn.

Bij de constructie van het eiland worden mogelijk enkele palen geheid als tijdelijke structuur bij de opbouw. De palen hebben slechts een diameter van maximaal een 60-tal cm en behoeven veel minder kracht om in te zeebodem te slaan dan funderingen voor windmolens, waar het

afhankelijk van het type fundering om palen met een diameter van ca. 2 tot 7 m gaat. Bovendien worden ze een stuk minder diep geklopt dan windturbinefunderingen. Voor de windmolenparken werd berekend dat bij het langdurig heien van palen met een diameter van 4 to 5 m Bruinvissen zouden verdreven worden tot minimaal 25 km afstand van de heilocatie (Lucke *et al.*, 2011; Norro *et al.*, 2010; Tougaard *et al.,* 2011). Indien er dus palen worden geheid, zal de impact op Bruinvissen een stuk lager liggen dan bij de constructie van een windmolenpark.

Aangezien het geluidsniveau tijdens de bouwfase vrij laag blijft kan het effect van geluid en trillingen op zeezoogdieren beschouwd worden als gering negatief (0/-).

5.4.3.4.2 Operationele fase

Tijdens de operationele fase kunnen er zich effecten op zeezoogdieren voordoen tengevolge van trillingen en geluiden door scheepvaart door onderhoudswerken, habitatverlies als gevolg van de fysische aanwezigheid van een eiland en veranderingen in beschikbare voedselbronnen.

Verstoring door onderhoudswerken

Tijdens de operationele fase zullen er regelmatig boten aan en af varen. Een toename in scheepvaart ten behoeve van onderhoud zal met kleine, snelle boten meer verstoring teweegbrengen op zeezoogdieren dan met zwaar, regelmatig bootverkeer (Dietz *et al.*, 2000; Elsam Engineering & ENERGI E2, 2005). Op het eiland zal ook een helipad aanwezig zijn; helikopters die op lage hoogte vliegen kunnen de aanwezige dieren in de omgeving verstoren.

Er wordt verwacht dat onderhoudsactiviteiten een verstorend effect zullen hebben. Dit effect wordt als gering negatief beoordeeld (0/-) omwille van zijn tijdelijke aard en omwille van de beperkte zone die zal beïnvloed worden. Bovendien kan er verwacht worden dat zeezoogdieren enige gewenning zullen vertonen ten opzichte van de verhoogde activiteit rond het eiland.

Voedselbeschikbaarheid

Tijdens de constructie van een windmolenpark kan een afname van de vispopulatie verwacht worden (zie deel “Vissen”). Er wordt echter geen permanente afname in de voedselbronnen verwacht.

Tijdens de operationele fase kan er eventueel een toename optreden van zeezoogdieren in de omgeving van het eiland, door het wegvallen van visserij in de nabije omgeving, door het beschikbaar zijn van meer voedsel, en door het beschikbaar komen van andere voedselbronnen. Zo kan namelijk door het plaatsen van caissons en steenbestorting een nieuw, kunstmatig, hard substraat gecreëerd worden (zie deel “Harde substraten” §5.4.3.5). Deze substraten kunnen dan gekoloniseerd worden door epifauna en flora, waardoor de voedselbeschikbaarheid voor prooivissen toeneemt. Op zijn beurt kan dit leiden tot een toename van de voedselbeschikbaarheid voor zeezoogdieren (Elsam Engineering & ENERGI E2, 2005). Er werd bijvoorbeeld aangetoond dat zich rond de artificiële substraten gevormd door de funderingen en de erosiebescherming van de windmolenparken zeer hoge densiteiten Steenbolk bevonden (Reubens *et al.*, 2010). Mogelijk vormen die een nieuwe voedselbron voor zeezoogdieren, hoewel in een initieel onderzoek van maaginhouden van in België gestrande bruinvissen de Steenbolk niet als belangrijke prooisoort naar voor kwam (Haelters *et al.*, 2011).

Het effect op de voedselbeschikbaarheid door de aanwezigheid van het windmolenpark wordt beoordeeld als gering positief (0/+).

5.4.3.4.3 Ontmantelingsfase

Tijdens de ontmantelingsfase zullen de effecten op zeezoogdieren gelijkaardig zijn als de effecten tijdens de constructiefase. De effecten kunnen als gering negatief worden beschouwd.

5.4.3.4.4 Bekabeling

Algemene verstoring

Het aanleggen van de kabels kan een tijdelijk effect hebben op zeezoogdieren. Potentiële effecten op zeezoogdieren kunnen zijn (BERR, 2008):

- Aanvaring van de zeezoogdieren met de vaartuigen die de kabels leggen;
- Geluid en visuele verstoring van de vaartuigen en de graafwerken;
- Aanraking met accidentele lozingen van brandstoffen en chemicaliën.

Deze effecten zijn echter tijdelijk, beperkt in omvang en worden daardoor als gering negatief (0/-) beschouwd. Na het leggen van de kabel zal de omgeving zich herstellen.

Elektromagnetische velden

Tijdens de operationele fase zullen de kabels die het windmolenpark met de kust verbinden een artificieel elektromagnetisch veld genereren, dat zou kunnen interfereren met de oriëntatiemechanismen van de zeezoogdieren. De kennis over de impact van elektromagnetische velden op zeezoogdieren is beperkt.

Een ondergrondse kabel genereert geen elektrisch veld buiten de metalen afscherming die de kabel omringt. Het magnetisch veld van een ondergrondse kabelverbinding is evenredig met de sterkte van de stroom die er doorvloeit; het hangt af van de geometrische opstelling van de geleiders en neemt sterk af met de afstand. Gezien het magnetisch veld afhangt van de stroom en niet van de spanning, zal een ondergrondse hoogspanningsverbinding niet noodzakelijk een sterker magnetisch veld produceren dan een verbinding op een lagere spanning.

Voor de magnetische velden werden berekeningen uitgevoerd door de deskundige van Elia, waaruit blijkt dat de maximale veldsterkte op bodemniveau ca. 11,43 µT bedraagt voor een kabelligging op 1 m onder de zeebodem. Verder neemt de sterkte van de magnetische velden neemt snel af met toenemende afstand tot de kabels. Op een afstand van 10 m is de veldsterkte gedaald tot 0,11 µT. Wanneer de kabel 4 m onder de grond wordt begraven bedraagt de veldsterkte nog maximaal 0,43 µT op de zeebodem.

Gezien de kabels op een diepte van minstens 1 à 2 m worden ingegraven en gezien zeezoogdieren niet de gewoonte hebben om dicht bij het bodemoppervlak te zwemmen, is de kans gering dat zeezoogdieren zullen blootgesteld worden aan de magnetische velden gegenereerd door de kabels. Daardoor lijkt het niet waarschijnlijk dat de elektromagnetische velden opgewekt door de kabels een effect zullen hebben op zeezoogdieren (0).

5.4.3.4.5 Besluit bespreking en beoordeling van de effecten op zeezoogdieren

Samenvattend worden de effecten op zeezoogdieren weergegeven in Tabel 5-34 tijdens de volledige levenscyclus van het eiland en de kabels. Volgende definities zijn van toepassing:

significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--).

Tabel 5-34: Overzicht van de effecten op zeezoogdieren.

	Alpha	Kabels
Constructiefase		
Voedselbeschikbaarheid	0/-	0
Algemene verstoring	0/-	0/-
Geluid en trillingen	0/-	0/-
Operationele fase		
Algemene verstoring	0	0
Voedselbeschikbaarheid	0/+	nvt
Elektromagnetische velden	nvt	0
Ontmantelingsfase		
Analoog met constructiefase	0/-	0/-

5.4.3.5 Harde substraten

De aanwezigheid van kunstmatige harde bedekking in de vorm van stortstenen, erosiebescherming en caissons zal leiden tot het ontstaan van een nieuw biotoop ten koste van het oorspronkelijke zandige substraat. De introductie van hard substraat, het zogenaamde reef-effect, in zeegebieden die bijna uitsluitend bestaan uit zandige sedimenten wordt beschouwd als een zeer significant effect (Dong energy *et al.*, 2006). Het zal leiden tot een verhoging van de habitat heterogeniteit, en het ontstaan van een nieuwe gemeenschap typisch voor harde substraten. Het zal bovendien de densiteit en de biomassa van bepaalde soorten doen toenemen.

5.4.3.5.1 Constructiefase

De oppervlakte zandig substraat dat verloren gaat ten gevolge van de bouw van Alpha bedraagt 0,18 km² (inclusief 33 m erosiebescherming). De procentuele toename van het oppervlak hard substraat is echter vele malen groter dan de procentuele afname van het oppervlak zandig substraat. Het totale oppervlak hard substraat dat potentieel beschikbaar wordt voor kolonisatie is afhankelijk van de uiteindelijke dimensies en vorm van het eiland (bvb. U-vorm vs. rond), de combinatie van gebruikte bouwmaterialen (caisson, stortsteen, erosiebescherming) en de karakteristieken van de stenen (type, dimensies, ligging ten opzichte van de zeebodem). Het storten van de steenblokken zorgt voor een drie-dimensioneel karakter van de erosiebescherming. Niet enkel de bovenzijde van de blokken maar ook de onderzijde of ontstane nissen kunnen gekoloniseerd worden. Het schatten van de toename aan nieuw habitat is bijgevolg zo goed als onmogelijk. Wat betreft de erosiebescherming kan men er wel vanuit gaan dat de stenen opnieuw onder het zand komen te liggen ten gevolge van sedimentatie langs de stromingsluwe zijde van het eiland.

Hoewel de oppervlakte beschikbaar voor kolonisatie vele malen groter is dan het verloren zandig substraat, blijft deze nog steeds beperkt t.o.v. de toename van hard substraat in de windmolenparken en de vele wrakken die reeds aanwezig zijn in de Noordzee.

5.4.3.5.2 Operationele fase

Verandering in gemeenschapsstructuur

Het ontstane artificiële biotoop zal gekoloniseerd worden door epifauna waardoor er een verandering in gemeenschapsstructuur zal plaatsvinden. Uit de eerste monitoringsresultaten van de windmolenparken C-Power en Belwind blijkt dat dit kolonisatieproces snel en intens verloopt (Kerckhof *et al.*, 2009; 2010, 2011, 2012). Reeds na ongeveer 3,5 maand bleek zowel het intertidale als het subtidale deel van de fundering al volledig bedekt met een dichte begroeiing van epibionten en was een duidelijke dieptezonering waar te nemen. De typische soorten van een eerste fase van een ecologische successie worden er teruggevonden. Bovendien wordt een hoge diversiteit vastgesteld in vergelijking met andere kunstmatige substraten in de omgeving. Voor meer details wordt verwezen naar §5.4.2.6.

Er wordt verwacht dat deze initiële gemeenschap snel zal worden overgroeid en aanleiding zal geven tot veranderingen in het zonatiepatroon en nieuwe gemeenschappen. Hoogstwaarschijnlijk zal een mosselzone ontstaan en zullen ook kokerwormen (bv. *S. spinulosa*) en oesters (e.g. *Crassostrea gigas*) zich vestigen. Langetermijnstudies tonen aan dat het zeker 5-6 jaar kan duren vooraleer een stabiele gemeenschap gevestigd is die gedomineerd wordt door filtervoeders (o.a. mossels) en permanente bruin- en roodwieren (Jensen *et al.*, 2000; Leonhard & Pedersen, 2005). Hevige stormen en strenge winters kunnen dit proces zelfs nog verlengen, alsook het schurende effect van zand.

Grote mosselpopulaties kunnen bijdragen tot een enorme verhoging van de biomassa. Tijdens hevige stormen zullen delen van de epifauna weggerukt worden en vernield worden waardoor steeds plaatsen vrijkomen voor pioniersoorten. Daarnaast zal ook het voorkomen van predatoren, zoals de Zeester voor de Mossel, belangrijk zijn om dominantie van bepaalde soorten onder controle te houden.

Algemeen kan gesteld worden dat hoe complexer de onderwaterstructuren, hoe meer organismen er zich rond die structuren bevinden (Hoffmann *et al.*, 2000; Vella *et al.*, 2001; Zalmon *et al.*, 2002; Volckaert *et al.*, 2004; Petersen & Malm, 2006).

Kunstmatige riffen zullen dus in de eerste plaats bijdragen tot de habitatdiversiteit in het overwegend natuurlijk zandige biotoop (Fabi *et al.*, 2002; Zalmon *et al.*, 2002; Leonhard & Pedersen, 2005). Dit zal leiden tot een verhoging van de soortendiversiteit en van de biomassa. In Denemarken werd de biomassa 50 tot 150 keer hoger (vooral tengevolge van Mosselen), waarbij het meeste beschikbaar was als voedsel voor vissen en vogels (Dong Energy *et al.*, 2006). Kerckhof *et al.* (2011) merkten een graduele toename in soortendiversiteit tijdens drie opeenvolgende jaren op de C-Power site. Een hoge biodiversiteit en biomassa wordt algemeen gezien als een positief aspect voor een bepaald biotoop. Het effect van een verhoogde biodiversiteit moet echter deels gerelativeerd worden indien men een dynamisch systeem als de Noordzee beschouwt. De kans bestaat dat een deel van de erosiebescherming door de heersende stromingen in het projectgebied permanent onder het zand verdwijnt. Gezien het zeer dynamisch (verstorend) milieu kan hoe dan ook verwacht worden dat vooral opportunisten hier zullen domineren en dat er dus een minder diverse fouling-gemeenschap zal ontstaan dan verwacht.

Aantrekking van visgemeenschappen

De complexe structuren en de kolonisatie door sessiele invertebraten en algen, zullen ook bepaalde benthische organismen en vissen aantrekken die er niet alleen voedsel, maar ook beschutting en bescherming zoeken (Hoffmann *et al.*, 2000; Volckaert *et al.*, 2004; Leonhard

& Pedersen, 2005; Reubens *et al.*, 2010, 2011). De aantrekkelijkheid als voedselgebied is afhankelijk van de soorten die er voorkomen. De eerste monitoringsresultaten van C-Power lijken de aantrekkingskracht van harde substraten voor vissen te bevestigen. Visuele observaties toonden bijvoorbeeld een populatie van minimum 29.000 Steenbolken rond één windturbine en ook Kabeljauw is in grote aantallen aanwezig (Reubens *et al.*, 2010, 2011). In het Belwind park werd een hogere densiteit aan Tarbot en Tong geobserveerd (Vandendriessche *et al.*, 2012). Het is echter nog niet duidelijk of deze patronen te verklaren zijn door de constructiewerken zelf of door de aanwezigheid van de windturbines.

Derweduwen *et al.* (2012) onderzochten de dieetsamenstelling aan de hand van maaganalyses van zes demersale en semi-pelagische vissoorten (Schar, Dwergtong, Pitvis, Kleine pieterman, Wijting en Horsmakreel) afkomstig uit het Thorntonbank windmolenpark en de omringende gebieden. De fullness-index toonde aan dat vissen een vollere maag hadden dicht bij de windmolens en aan de rand van het concessiegebied. Dit kan wijzen op de beschikbaarheid van meer voedsel in de buurt van de harde substraten. In de maag van Schar werden meer amfipoden en vooral hardsubstraatsoorten (vb. *Phtisica marina*) gevonden in het impactgebied dan in het referentiegebied. Toch waren de meest abundante hardsubstraatsoorten op de turbines (*Jassa herdmani* en *Pisidia longicornis*) niet terug te vinden in de magen van Schar. Dit kan te wijten zijn aan de staalnameafstand (500-1.500 m) of aan de prooivoorkeur bij Schar. Algemeen werden verschillen in voedingspatronen tussen de stations waargenomen. Of deze verschillen veroorzaakt zijn door de aanwezigheid van harde substraten of door een verschuiving van visserijactiviteiten, kan enkel bekrachtigd worden door replicatie binnen en tussen het/de windmolenpark(en) en door een optimalisering van de staalnamestrategie.

De studie van Leonhard & Pedersen (2005) vormt het bewijs dat de harde substraten ook kunnen dienst doen als kraamkamer voor grotere en meer mobiele organismen zoals de Noordzeekrab (*Cancer pagurus*). Deze bevindingen worden ook waargenomen bij diepzee wrakken die een rijk habitat vormen en worden bevestigd door de eerste monitoringsrapporten van de Horns Rev & Nysted windmolenparken (Leonhard & Pedersen, 2005; Dong energy *et al.*, 2006).

In tegenstelling tot de mogelijks positieve effecten, vormt deze antropogene diversiteit een inbreuk op de natuurlijk aanwezige diversiteit. Zeker in gebieden met weinig of geen harde substraten kan de constructie van een eiland de karakteristieken van de plaatselijke gemeenschappen veranderen (Petersen & Malm, 2006). De introductie van harde substraten kan schade berokkenen aan de visfauna door een herverdeling van stocks. Daarenboven is nog niet echt aangetoond of de aantrekking voor vissen zich ook vertaalt in een hogere productie.

Aantrekking niet-inheemse soorten

Nieuwe substraten kunnen ook leiden tot een versnelde introductie van invasieve soorten en ziekteverwekkende kiemen (pathogenen) die het bestaande ecosysteem negatief kunnen beïnvloeden (Petersen & Malm, 2006; Kerckhof *et al.*, 2011). Uit een analyse van het VLIZ blijkt dat zich in de Belgische kustwateren niet minder dan 68 niet-inheemse dieren of planten hebben gevestigd (VLIZ Alien Species Consortium, 2012). Hoewel dit naar schatting slechts 3-4% is van het totale aantal waargenomen soorten aan onze kust, is hun invloed niet gering (Copejans & Smits, 2011). Vooral de snelheid waarmee exotische soorten de inheemse fauna en flora vervoegen, lijkt te zijn toegenomen. Sinds 1990 is het tempo waaraan nieuwe soorten zich vestigen verdrievoudigd t.o.v. de periode 1970-1990, vooral door de gestage groei in

wereldscheepvaart (ballastwater, aangroei) en aquacultuur, in combinatie met klimatologische veranderingen (gunstige omstandigheden voor vestiging). Japanse oesters en Amerikaanse zwaardschedes zijn voorbeelden van schelpen die ten koste van andere organismen op enkele decennia tijd zijn uitgegroeid tot de meest dominante weekdieren van onze kust.

De eerste monitoringsresultaten van het C-Power en Belwind windmolenpark (Kerckhof *et al.*, 2009; 2010; 2011, 2012) bevestigen de druk van niet-inheemse soorten. Op de turbines werden reeds verschillende niet-inheemse soorten aangetroffen (Tabel 5-35), in de intertidale zone maken ze zelf 1/3 uit van alle aanwezig soorten. In de subtidale zone is voorlopig enkel het Muiltje (*Crepidula fornicata*) gevonden als niet-inheemse soort (Kerckhof *et al.*, 2011, 2012).

Tabel 5-35: Overzicht van de bemonsterde intertidale soorten in het C-Power en Belwind projectgebied volgens de SACFOR schaal. S: superabundant, A: abundant, C: algemeen, F: frequent, O: occasioneel, R: zeldzaam. Niet-inheemse soorten zijn vet gedrukt (Kerckhof et al., 2011).

Soort	**C-Power**				**Belwind**	
	Jaar 1	Jaar 2	Jaar 3	Jaar 4	Jaar 1	Jaar 2
Megabalanus coccopoma	C				F	
Balanus perforatus	S	A	A	C		C
Telmatogeton japonicus	S	S	S	S		S
Elminius modestus	A	A	A	A	C	C
Jassa marmorata	C	C	C	C	C	S
Mytilus edulis	F	S	S	S	C	C
Semibalanus balanoides		S	S	S	C	C
Balanus crenatus		F			C	R
Patella vulgata			F	F		
Hemigrapsus sanguineus			F	F		
Crassostrea gigas			O	O		
Littorina littorea			F	F		
Balanus improvisus			O		O	R
Emplectonema gracile			O			
Emplectonema neesii			O			
Pleioplana atomata			O			
Eulalia viridis				O		

Alle niet-inheemse soorten zijn gekende opportunisten en vroege kolonisatoren, die gebruik maken van artificiële structuren en verstoorde omstandigheden om zich te vestigen (Kerckhof *et al.*, 2007). Bovendien werd vastgesteld dat het gebied onder invloed staat van het Engels kanaal, gekenmerkt door hogere minimum en lagere maximum temperaturen, een nagenoeg constante saliniteit en een lagere turbiditeit, waardoor meer zuidelijke soorten worden aangevoerd. De aanwezigheid van de Zeepok en van de Grote roze zeepok zijn ook een indicatie voor de opwarming van het water. De klimaatverandering zal mee bijdragen tot de noordelijke verspreiding van warmwater en niet-inheemse soorten (Kerckhof *et al.*, 2009).

De grootte van de impact, ongeacht of het nu positief of negatief geëvalueerd wordt, is op huidig ogenblik moeilijk in te schatten voor een artificieel eiland op de Noordzee. Er kan verwacht worden dat ondanks de wijziging ten opzichte van de oorspronkelijke situatie, het

effect als aanvaardbaar (0/- of 0/+) kan worden beschouwd gezien het beschikbare oppervlak voor de ontwikkeling van een nieuwe gemeenschap relatief gering is ten opzichte van het BDNZ.

5.4.3.5.3 Ontmantelingsfase

Elia engageert zich om de site in voldoende mate in haar oorspronkelijke staat te herstellen indien dit om redenen van bestemming, gebruik of ecologische criteria noodzakelijk is. Daarbij kan gekozen worden voor de volledige ontmanteling, inclusief de zanderige basis van het eiland of enkel de verwijdering van de harde substraten.

Het ontmantelen van het eiland zou er dus toe leiden dat de harde substraten volledig verdwijnen. Opnieuw kan hier de vraag gesteld worden of dit als positief of negatief moet geëvalueerd worden daar enerzijds wel de oorspronkelijke staat van zandige substraten verkregen wordt, maar dit anderzijds wel leidt tot een verlies aan biodiversiteit en andere mogelijke functies die het artificieel rif tijdens de exploitatie heeft uitgevoerd (bv. kraamkamer, stepping-stone, aantrekking voor bepaalde organismen). Het effect kan hier echter nog niet van worden ingeschat daar momenteel slechts initiële resultaten beschikbaar zijn over het effect van de introductie van harde substraten in een overwegend zandig milieu.

5.4.3.5.4 Bekabeling

Aangezien de kabels in de zeebodem worden gelegd, worden er geen effecten (0) verwacht op de fauna van harde substraten.

5.4.3.5.5 Besluit bespreking en beoordeling van de effecten van harde substraten

Samenvattend worden de effecten op fauna van harde substraten weergegeven in Tabel 5-24 tijdens de volledige levenscyclus van het eiland en de kabels. Volgende definities zijn van toepassing: significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--).

Tabel 5-36: Overzicht van de effecten op fauna van harde substraten.

	Alpha	Kabels
Constructiefase		
Introductie hard substraat	0/- of 0/+	nvt
Operationele fase		
Veranderingen in de hydro-fysico-chemische toestand	0	nvt
Veranderingen in gemeenschapsstructuur	0/- of 0/+	nvt
Ontmantelingsfase		
Analoog met constructiefase	0/- of 0/+	nvt

5.4.4 Leemten in de kennis

5.4.4.1 Benthos

Tijdens de beschrijving van de referentiesituatie en de bespreking van de effecten werden een aantal leemten in de kennis vastgesteld.

Op basis van beschikbare literatuur (o.a. recente monitoringsrapporten BMM) is een zo goed mogelijke beschrijving gegeven van de huidige toestand van het projectgebied. De meerderheid van de beschikbare data zijn echter afkomstig van nabij gelegen gebieden. Een specifieke en gedetailleerde omschrijving van de referentiesituatie van het concessiegebied zelf zal echter noodzakelijk zijn om mogelijke effecten wetenschappelijk te kunnen achterhalen. Een grondige inventarisatie van het macrobenthos en epibenthos in het concessiegebied is daarom aangewezen.

5.4.4.2 Vissen

Analoog als aangehaald voor het benthos, is een grondige inventarisatie van de demersale vissen van de zachte substraten in het concessiegebied aangewezen. Bovendien ontbreekt algemene kennis over het relatief belang van specifieke gebieden op zee voor vissen (incl. paai- en kraamkamerfunctie). Momenteel loopt hieromtrent een studie 'Ecofish' gefinancierd door BELSPO die op basis van lokale kennis van de vissers, hier meer duidelijkheid moet in brengen. Onderzoek van de effecten op pelagische vissen ontbreekt grotendeels.

De laatste jaren wordt ook meer en meer onderzoek gedaan naar de impact van elektromagnetische velden afkomstig van kabels van windmolenparken (wisselspanning) op mariene organismen. Ondanks deze recente inhaalbeweging concludeert de Europese werkgroep 'Onderwatergeluid en andere vormen van energie' in het licht van de Kaderrichtlijn Mariene Strategie dat de impact van elektromagnetische straling op mariene biota nog een leemte in de kennis betreft in combinatie met het feit dat de input van energie afkomstig van elektromagnetische velden in het mariene milieu moeilijk te kwantificeren is (Tasker *et al.*, 2010). Verder onderzoek is aangewezen, zowel op soorts- als populatieniveau, als op gebied van mogelijke cumulatieve effecten van meerdere kabels binnen één gebied en van het toenemend effect van steeds groter wordende offshore kabels. Bovendien moeten mogelijke milderende maatregelen onderzocht worden.

5.4.4.3 Vogels

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

- Effect van de mogelijke verhoging van de turbiditeit op de foerageer-efficiëntie van visetende vogels;
- De aantrekkingskracht van het eiland op vogelpopulaties;
- Het belang van het projectgebied als migratieroute;
- Het belang van het projectgebied als foerageergebied voor vogels uit broedkolonies aan de Belgische en Nederlandse kust;
- Het vermijdingsgedrag en aanvaringsrisico van lokale vogels ten gevolge van de nabijgelegen windmolenparken;
- De wijziging van het voedselaanbod rondom het eiland;

De laatste jaren wordt er naast onderzoek op vogels ook aandacht besteed aan het voorkomen van vleermuizen op zee. De grote toename van offshore windmolenparken in Europa zou ook voor vleermuizen kunnen leiden tot een verhoogde mortaliteit. Recent onderzoek in Nederland toonde aan dat vleermuizen voorkomen in de twee offshore windmolenparken op het Nederlands Continentaal Plat in de Noordzee: het Offshore Windpark Egmond aan Zee (gelegen op 10 km van de kust) en het Prinses Amalia Windpark (gelegen op 23 km van de kust) (Jonge Poerink *et al.*, 2013). De soorten die zijn vastgesteld zijn de Ruige dwergvleermuis (*Pipistrellus nathusii*) en de Rosse vleermuis (*Nyctalus noctula*).

Van beide vleermuissoorten is bekend dat ze gedurende de trek grote afstanden kunnen afleggen. De waarnemingen kunnen dan ook goed betrekking hebben op migrerende dieren. Het is echter ook niet uitgesloten dat het om lokale populaties gaat die heen en weer vliegen vanaf het vasteland om te foerageren. Er zijn geen aanwijzingen dat de vleermuizen een verblijfplaats hebben in de windmolenparken. Ook Zweeds onderzoek heeft aangetoond dat vleermuizen voorkomen in een offshore windmolenpark in de Oostzee (gelegen op minder dan 5 km van de kust), waarschijnlijk om te foerageren op de geaccumuleerde insecten rond de parken (Ahlen, 2007, 2009). Vleermuizen worden soms ook aangetroffen op booreilanden en schepen, en waarnemers van vogeltrek langs de kust zien met enige regelmaat vleermuizen vanuit zee naar land vliegen (Boshamer & Bekker, 2008; Skiba, 2007; Walter, 2007).

Er is echter nog zeer weinig bekend over trekroutes over de Noordzee en over het gebruik van offshore windmolenparken als foerageergebied. Omdat vleermuizen beschermde dieren zijn is het van belang om meer onderzoek te doen, zodat in de toekomst rekening gehouden kan worden met de aanwezigheid van vleermuizen op zee. Studies (onshore) hebben immers aangetoond dat wind turbines een groot risico vormen voor vleermuizen. In Duitsland bijvoorbeeld, wordt het aantal dodelijke slachtoffers geschat op zo'n 200.000 per jaar (Voight, 2012). Vleermuizen sterven immers niet door directe aanvaring, maar door letsels aan hun longen en bloedvaten door de verlaagde luchtdruk die de draaiende wieken creëren. Ahlén *et al.*, (2009) stelde echter vast dat migrerende vleermuizen op de Baltische zee meestal vrij laag vliegen (<10 m) en enkel tijdens het foerageren hoger zullen gaan vliegen. De Baltische zee is echter minder zout dan de Noordzee en vertoont ook een zekere insectenactiviteit tot ver buiten de kust. Bovendien zijn deze windmolenparken vrij dicht bij de kust gelegen in vergelijking met de Belgische windmolenparken. In die omstandigheden is het mogelijk dat vleermuizen ofwel spontaan grote wateroppervlakten oversteken (al jagend), ofwel door desoriëntatie op vreemde plekken verzeild raken. In tegenstelling tot (water-)vogels zijn vleermuizen veel minder aangepast voor trek over volle zee. Hoe dan ook is verder onderzoek noodzakelijk om te bepalen in welke mate vleermuizen voorkomen in het BDNZ, of er insectenpopulaties voorkomen rond de windmolenparken en wat de effecten van de turbines op vleermuizen. De radarstudie voorzien voor de vogels kan hierbij alvast helpen.

5.4.4.4 Zeezoogdieren

De kennis over de impact van elektromagnetische velden op zeezoogdieren beperkt.

5.4.4.5 Harde substraten

De eerste resultaten van de monitoring van het C-Power en Belwind windmolenpark zijn beschikbaar (Kerckhof *et al.*, 2009, 2010, 2011, 2012), maar verder onderzoek naar de effecten op lange termijn is wenselijk.

5.4.5 Milderende maatregelen

5.4.5.1 Benthos

Voor de aanleg van het eiland en de kabels dient de best beschikbare technologie te worden gebruikt zodat de zeebodem zo minimaal mogelijk wordt verstoord.

Na uitvoering van de constructiewerken is een herstel van de site rondom het eiland gewenst. Dit herstel impliceert een maximaal herstel van de natuurlijke geomorfologie, maar evenzeer

het herstel van de sedimentsamenstelling van de oppervlakkige sedimenten. Op deze manier wordt het milieu in de oorspronkelijke, natuurlijke conditie gebracht, waardoor het herstel van de oorspronkelijke bodemgemeenschappen optimaal wordt gefaciliteerd.

Om de effecten van bekabeling zo klein mogelijk te houden is het van belang dat een voorstudie gebeurt van het kabeltracé om de optimale route en de gebruikte kabelmethodiek te selecteren. 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 (bv. zand) van dezelfde kwaliteit als het oorspronkelijk materiaal.

5.4.5.2 Vissen

De milderende maatregelen besproken voor het benthos blijven ook hier geldig.

5.4.5.3 Vogels

Er worden enkel gering negatieve effecten verwacht op vogels ten gevolge van turbiditeit en algemene verstoring tijdens de constructie- en ontmantelingsfase. Het uitvoeren van de werkzaamheden kunnen daarom best buiten de periodes met hoge concentraties van vogels worden uitgevoerd (Stienen *et al.*, 2002).

Verlichting op Alpha blijft best beperkt tot het strikt noodzakelijke qua veiligheid. Vooral rode lichten blijken schadelijk en worden dus best, indien de veiligheid dat toelaat, niet gebruikt.

5.4.5.4 Zeezoogdieren

Aangezien er geen significant negatieve effecten verwacht worden op zeezoogdieren als gevolg van de werkzaamheden, dringen er zich geen milderende of compenserende maatregelen op.

Indien er op het eiland echter een strand wordt voorzien, kan dit een rustplaats vormen voor zeehonden. Zeehonden leggen vaak vrij grote afstanden af (30 km), maar langs de Belgische kust zijn er helaas geen of te kleine rustgebieden. Het strand kan een rustplaats worden in de nabijheid van de windmolenparken, waar er door het ontstaan van artificiële riffen en het verbod op visserij een verhoogd voedselaanbod zal zijn voor zeehonden. In de eerste Belgische windmolenparken op zee wordt immers regelmatig een grijze zeehond waargenomen en ook uit buitenlandse voorbeelden blijkt dat zeehonden goed gedijen in windmolenparken en er actief op zoek gaan naar voedsel.

Met het Actieplan Zeehond (2012) wil Minister Johan Vande Lanotte acties ondernemen om de biodiversiteit te verhogen, te beginnen in de zones waar windmolens zijn gebouwd. Op de zeebodem zouden er vanaf 2013 artificiële riffen gebouwd worden waar allerlei vis- en andere soorten een veilige haven in kunnen vinden. Aan het zeeoppervlak worden vanaf 2014 artificiële rustplaatsen voor zeehonden gebouwd. Een strand op het Alpha-eiland zou het Actieplan Zeehond kunnen versterken.

5.4.5.5 Harde substraten

Analoog als voor de milderende maatregelen voor het benthos wordt de klemtoon gelegd op degelijke monitoring strategieën en bijkomend wetenschappelijk onderzoek.

De bouwmaterialen en steenbestortingen dienen zoveel mogelijk uit natuurlijke materialen vervaardigd te zijn en zullen geen afvalstoffen of secundaire grondstoffen bevatten. Ook kan er gebruik worden gemaakt van een stortsteen type met een ruw en onregelmatig oppervlak

zoals de Ecopode™ (Figuur 5-105). Dit soort ondergrond lijkt meer op natuurlijke rotsen en bovendien worden ruwe oppervlaktes sneller gekoloniseerd ten opzichte van gladde oppervlaktes (Marsden & Lansky, 2000; Köhler *et al*., 1999). In de holen die gecreëerd worden tussen de stenen kunnen vissen en invertebraten een schuilplaats vinden.

Figuur 5-105: Voorbeelden van de Ecopode™ (bron: www.concretelayer.com).

5.4.6 Monitoring

Monitoring van de effecten op fauna en flora worden normaal gesproken voorzien door de BMM. Hoogstwaarschijnlijk zal de monitoring van het eiland mee worden opgenomen in het monitoringsplan van de windmolenparken.

5.4.6.1 Benthos

Er dringt er zich geen monitoring op om eventuele effecten op benthos in te schatten.

5.4.6.2 Vissen

Het noodzakelijk onderzoek naar vispaaiplaatsen en kraamgebieden voor visfauna kan hier bijkomend aangehaald worden.

5.4.6.3 Vogels en vleermuizen

Er dringt er zich geen monitoring op om eventuele effecten op de vogel in te schatten.

Aangezien het mogelijk gebruik van het eiland door vleermuizen een leemte in de kennis is, is monitoring d.m.v. radar en/of akoestische detectie aangewezen.

5.4.6.4 Zeezoogdieren

Aangezien er voor de zeezoogdieren geen significante effecten verwacht worden, dringt er zich geen projectspecifieke monitoring op. Er wordt hierbij wel verwezen naar de leemten in de kennis, waarbij onderzoek naar impact van elektromagnetische straling op het mariene ecosysteem aangewezen is.

5.4.6.5 Harde substraten

Harde substraten kunnen analoog met de harde substraten in de windmolenparken gemonitord worden. Hierbij is vooral het opvolgen van de aanwezigheid van niet-inheemse soorten van belang.

5.4.7 Passende beoordeling

5.4.7.1 Juridisch kader

Het beleid van de Europese Commissie is erop gericht om de biologische diversiteit in stand te houden. Belangrijke peilers waarop deze bescherming steunt, zijn de Europese Vogel (79/409/EEG)- en Habitatrichtlijn (92/43/EEG). Om de doelstellingen binnen deze richtlijnen te realiseren worden de Europese lidstaten verplicht om naast algemene beschermingsmaatregelen, ook speciale beschermingszones af te bakenen en er een gepast beheer te voeren. Deze vormen samen een ecologisch netwerk van beschermde gebieden in een Europees verband: het Natura 2000 netwerk.

Deze Europese richtlijnen werden nationaal bekrachtigd door de Wet ter bescherming van het mariene milieu onder de rechtsbevoegdheid van België (20/01/1999). In art. 7 wordt gespecificeerd dat de Koning speciale beschermingszones onder de Vogelrichtlijn (SBZ-V) of Habitatrichtlijn (SBZ-H) bestemd heeft voor de instandhouding van zekere mariene habitats of bijzondere soorten. Een verdere vertaling van de Europese richtlijnen en de Wet Mariene Milieu vond plaats in volgende Koninklijke Besluiten:

- Het KB van 21 december 2001 betreffende de bescherming van de soorten in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België.
- Het KB van 14 oktober 2005 betreffende de instelling van speciale beschermingszones en speciale zones voor natuurbehoud in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België.
- Het KB van 5 maart 2006 tot instelling van een gericht marien reservaat, de ‘Baai van Heist’.

Voor een gedetailleerde bespreking van het juridische kader wordt verwezen naar hoofdstuk 3: Juridische en beleidsmatige randvoorwaarden.

Het projectgebied valt niet binnen één van de afgebakende beschermde gebieden. De kabels met aanlanding te Zeebrugge gaan echter wel doorheen een speciale beschermingszone, namelijk SBZ-V3 'Zeebrugge' (Bijlage F).

Op basis van het KB 14/10/2005 (art. 6) en KB 05/03/2006 (art. 6) dient een passende beoordeling opgemaakt te worden voor de aanleg van het kabeltracé daar zij mogelijks significante gevolgen kan hebben voor het gebied. De passende beoordeling dient rekening te houden met de instandhoudingsdoelstellingen van het betrokken gebied. Indien uit de passende beoordeling blijkt dat het project een significant negatieve invloed kan hebben op het beschermde gebied moet in de eerste plaats gezocht worden naar alternatieve oplossingen. Indien er geen alternatieve oplossingen voorhanden zijn, dient aangetoond te worden dat het project wordt uitgevoerd om dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard of het openbaar nut, en kan mits de nodige compenserende maatregelen eventueel toch een toestemming verleend worden.

5.4.7.2 Beschrijving van het beschermde gebied SBZ-V3 'Zeebrugge'

Alle mariene natuurbeschermingsgebieden op het Belgische deel van de Noordzee worden weergegeven op de kaart in Bijlage F. Op basis van deze figuur kan er duidelijk afgeleid worden dat enkel SBZ-V3 'Zeebrugge' van belang is. De andere natuurbeschermingsgebieden bevinden zich op een dermate grote afstand van het projectgebied dat er geen significant negatieve effecten op deze gebieden verwacht worden.

5.4.7.2.1 Natuurwaarden waarvoor dit gebied werd afgebakend

De speciale beschermingszone SBZ-V3 'Zeebrugge' is gelegen in de Belgische mariene wateren vóór de haven van Zeebrugge. Het gebied beslaat een oppervlakte van 57,71 km² (Degraer *et al.*, 2010b).

De criteria voor aanmelding voor SBZ-V3 die beschreven zijn in het KB van 14 oktober 2005 zijn de volgende:

- Bijlage I soorten die regelmatig en in voldoende aantallen voorkomen (Vogelrichtlijn artikel 4): Visdief (*Sterna hirundo*) en Grote stern (*Sterna sandvicensis*).
- Geregeld voorkomende trekvogelsoorten die gedurende de onderzochte periode (1992-2002) op een bepaald moment de één percent van hun biogeografische populatie hebben overschreden: Dwergmeeuw (*Hydrocoloeus minutus*).

Ondertussen zijn door Degraer *et al.* (2010b) de instandhoudingsdoelstellingen geformuleerd voor alle beschermde soorten en habitats in het Belgische deel van de Noordzee. Daarnaast is tevens het belang voor de verschillende speciale beschermingszones voor de vogelsoorten die in aanmerking komen voor het opstellen van instandhoudingsdoelstellingen bepaald. Op basis van Tabel 5-37 kan worden afgeleid dat SBZ-V3 van essentieel belang is voor de Visdief en de Dwergstern (*Sternula albifrons*) (≥ 15% van de totale BDNZ-populatie); zeer belangrijk voor de Fuut (*Podiceps cristatus*), de Dwergmeeuw, de Kleine mantelmeeuw (*Larus fuscus*) en de Grote stern (tussen de 2% en 15% van de BDNZ-populatie); en niet belangrijk is voor de Roodkeelduiker (*Gavia stellata*), de Zwarte zee-eend (*Melanitta nigra*) en de Grote mantelmeeuw (*Larus marinus*).

Tabel 5-37: Belang van de drie Belgische Vogelrichtlijngebieden op zee en het overige deel van het BDNZ voor de vogelsoorten die in aanmerking komen voor het opstellen van instandhoudingsdoelstellingen (Degraer et al., 2010b).

Soort	SBZ-V1	SBZ-V2	SBZ-V3	Overig BDNZ
Fuut	Essentieel	Zeer belangrijk	Zeer belangrijk	Essentieel
Roodkeelduiker	Zeer belangrijk	Zeer belangrijk	Niet belangrijk	Essentieel
Zwarte zee-eend	Zeer belangrijk	Zeer belangrijk	Niet belangrijk	Essentieel
Dwergmeeuw	Zeer belangrijk	Zeer belangrijk	Zeer belangrijk	Essentieel
Kleine mantelmeeuw	Zeer belangrijk	Zeer belangrijk	Zeer belangrijk	Essentieel
Grote mantelmeeuw	Zeer belangrijk	Zeer belangrijk	Niet belangrijk	Essentieel
Grote stern	Zeer belangrijk	Zeer belangrijk	Zeer belangrijk	Essentieel
Visdief	Niet belangrijk	Zeer belangrijk	Essentieel	Essentieel
Dwergstern	Niet belangrijk	Essentieel	Essentieel	Essentieel

Degraer *et al.* (2010b) stelt tevens dat SBZ-V3 vooral van belang is als foerageergebied voor de sternenpopulaties (Grote stern, Visdief en Dwergstern) die in het aanpalende Vogelrichtlijngebied 'Kustbroedvogels te Zeebrugge-Heist' komen broeden.

SBZ-V3 wordt druk bevaren en wordt derhalve nauwelijks gebruikt door rustminnende soorten (Degraer *et al.*, 2010b). Binnen het gebied is vooral de overgang tussen de Wenduinebank en het diepere water ten noorden daarvan van belang als foerageergebied voor sternen.

Voor de voorkomende soorten is instandhouding van de huidige oppervlakte en kwaliteit van het leefgebied voldoende (zie verder). In de broedperiode (april-augustus) is handhaving van rust in de directe nabijheid van de broedkolonie ter hoogte van het sternenschiereiland aan de oostzijde van de haven aangewezen.

5.4.7.2.2 Instandhoudingsdoelstellingen

Hierna worden op basis van Degraer *et al.* (2010b) de drie beschermde soorten waarvoor de SBZ-V3 Zeebrugge werd aangemeld meer in detail beschreven, met bijzondere aandacht voor de staat van instandhouding en de instandhoudingsdoelstellingen. Voor een meer uitgebreide beschrijving van deze soorten wordt verwezen naar Degraer *et al.* (2010b).

Dwergmeeuw

De Dwergmeeuw komt voor op de Bijlage I van de Vogelrichtlijn en is binnen het Natura 2000 netwerk op het BDNZ vooral van belang als niet-broedvogel. Deze soort is in het BDNZ vooral tijdens de najaarstrek (september-november) en nog iets prominenter tijdens de voorjaarstrek (februari-april) in grote aantallen aanwezig. Het voedsel bestaat hoofdzakelijk uit vis en mariene invertebraten.

De betekenis van België als doortrekgebied is aanzienlijk omdat een groot deel van de Europese populatie (waarschijnlijk meer dan 50%) door België trekt. De vogels blijven meestal kort aanwezig (hoge turnover) waardoor momentane bestandsopnames in het BDNZ meestal een stuk lager uitvallen (maar zeker in het voorjaar nog altijd ruim meer dan 1% van de biogeografische populatie bedragen). Tijdens de winter is het belang minder groot en verblijft gemiddeld minder dan 1% van de biogeografische populatie in het BDNZ.

De Dwergmeeuw wordt in het BDNZ vooral in een strook van 25-30 km vanaf de kust aangetroffen. Hoge dichtheden komen in deze zone o.a. voor op de Vlaamse Banken en in

het oostelijke gedeelte. Verder op zee komt de soort minder frequent voor. Tijdens de voorjaarstrek zijn de vogels redelijk verspreid over een strook van 25-30 km uit de kust, terwijl de najaarstrek meer kustgebonden is (merendeel binnen 15 km). Dwergmeeuwen slapen 's nachts in groepen op het water.

Dwergmeeuwen voeden zich tijdens de wintermaanden vooral met kleine visjes en mariene invertebraten die van het wateroppervlak of vlak daaronder worden gepikt. In de broedperiode worden vooral insecten gegeten. Er zijn geen specifieke gegevens over het dieet in het BDNZ.

Momenteel kent de Dwergmeeuw weinig bedreigingen in het BDNZ. Dwergmeeuwen zijn overdag weinig gevoelig voor verstoring door scheepvaart of recreatie, maar nachtelijke verstoring kan mogelijk een rol spelen. Er zijn geen gegevens over verstoring door windmolens, wat weliswaar relevant kan zijn in het BDNZ omdat een belangrijk deel van het concessiegebied zich dwars op de trekroute van deze soort bevindt.

Beoordeling staat van instandhouding in het BDNZ:

- Trends in het BDNZ:
  - Er zijn geen trendgegevens bekend van voor 1992. Na 1992 is geen duidelijke trend merkbaar in het BDNZ. Zowel in de beginperiode van de tellingen als gedurende de laatste 5 jaar werden hogere pieken opgetekend. De doortrekpiek van de soort is met ongeveer twee weken vervroegd sinds de jaren '80 (Camphuysen, 2009).
- Beoordelingsaspect natuurlijk verspreidingsgebied: gunstig.
  - De Dwergmeeuw komt voor in de gehele kustzone. Het verspreidingsgebied is niet ingekrompen en wordt daarom als 'gunstig' beoordeeld.
- Beoordelingsaspect populatie: gunstig.
  - De Europese broedpopulatie is in de periode 1970-1990 in aantal afgenomen. Van 1990 tot 2000 is de soort over het grootste gedeelte van het verspreidingsgebied stabiel gebleven. Niettemin werden de vroegere aantallen nooit bereikt. Daarom wordt de soort door Birdlife International als 'depleted[1]' gezien (Birdlife International, 2004a). Op zee is er de laatste 17 jaar geen duidelijke trend waarneembaar.
- Beoordelingsaspect leefgebied: gunstig.
  - Momenteel lijkt zowel de omvang als de kwaliteit van het leefgebied tijdens de trek en van de overwinterende populatie gunstig. Het leefgebied wordt daarom als 'gunstig' beschouwd.
- Beoordelingsaspect toekomstperspectief: gunstig.
  - Op grond van de lage verstoringsgevoeligheid en het feit dat Dwergmeeuwen relatief laag over het water vliegen valt te verwachten dat de toekomstige inplanting van offshore windmolens in de trekroute van de soort geen belangrijke impact zal hebben. Het toekomstperspectief voor deze soort wordt als 'gunstig' beschouwd.
- Instandhoudingsdoelstelling in het BDNZ:
  - Behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 1.706 vogels (afgerond 1.700 vogels). Het aantal van afgerond 1.700 individuen is gebaseerd op de gemiddelde dichtheid in het BDNZ in de maanden november tot maart in de periode 1992-2009

[1] 'Depleted' wordt beschouwd als een populatie die niet voldoet aan de IUCN Rode Lijst Criteria en niet zeldzaam of achteruitgaand is, maar als een populatie die nog niet is hersteld van matige of grote historische achteruitgang tijdens de periode 1970-1990 (Birdlife International, 2004b).

(zeevogeldatabank INBO). Tevens wordt het behoud van een ongehinderde trekcorridor voor een groot deel van de Europese populatie vooropgesteld.

- Streefbeeld bij de instandhoudingsdoelstelling:
  - Behoud van de huidige situatie in het BDNZ volstaat bij deze soort.

Visdief

De Visdief komt voor op de Bijlage I van de Vogelrichtlijn. Binnen het BDNZ is de Visdief van belang als broedvogel en als niet-broedvogel.

Visdief is de *Sterna*-soort die het minst aan de kust gebonden is, ook in het binnenland komt ze vaak tot broeden. De soort wordt vooral in het BDNZ opgemerkt van april tot oktober met de hoogste aantallen in mei. Het voedsel bestaat hoofdzakelijk uit kleine vis en invertebraten.

Het relatief belang van het BDNZ binnen Europa is belangrijk. In de broedkolonie in de haven van Zeebrugge is geregeld meer dan 1% (1.900 ex.) van de biogeografische populatie aanwezig met een maximum van 4,8% in 2004 (o.a. Courtens & Stienen, 2004). Ook tijdens scheepstellingen worden geregeld veel meer dan 1.900 vogels geteld. Tijdens de trek echter gebruikt ook een onbekend deel van de vogels behorende tot de veel grotere Noord-Europese broedpopulatie het BDNZ.

De hoogste dichtheden van de Visdief in het BDNZ komen voor binnen een strook van 10 tot 15 km uit de kust met concentraties rond Zeebrugge en tussen Oostende en Nieuwpoort. Visdieven foerageren meestal binnen een straal van ongeveer 10 km van de kolonie van Zeebrugge. Daarnaast is het zeegebied voor de haven van Oostende belangrijk als foerageergebied voor niet-broedende vogels.

Visdieven voeden zich vooral met kleine visjes en invertebraten die door middel van een ondiepe stootduik worden gevangen of van het water worden gepikt. In het BDNZ bestaat het voedsel voor de kuikens hoofdzakelijk uit kleine haringachtigen, zandspieringen en kabeljauwachtigen. Adulte vogels eten ook wel invertebraten zoals borstelwormen en krabben.

Visdieven zijn gevoelig voor verstoring of verlies van de broedhabitat, predatie (voornamelijk door meeuwen en landroofdieren), nestplaatsconcurrentie (voornamelijk door meeuwen) en vervuiling (vooral persistente stoffen zoals zware metalen, PCB's en chloorkoolwaterstoffen). In de kolonie van Zeebrugge werd jaarlijks ruim 1% van de populatie gedood door windmolens (Everaert & Stienen, 2006) en werd in een aantal jaren een zeer hoge predatiedruk door verwilderde katten en ratten vastgesteld. In 2009 werd de populatie gedecimeerd en kwam geen enkel kuiken vliegvlug als gevolg van predatie en verstoring door Vos (*Vulpes vulpes*).

Beoordeling staat van instandhouding in het BDNZ:

- Trends in het BDNZ:
  - De waargenomen trend van het voorkomen van Visdief in het BDNZ laat vooral hogere aantallen zien na 2000. Dit is deels een gevolg van het toegenomen aantal broedvogels in Zeebrugge. De aantallen op zee hangen echter onder andere ook samen met de aanwezigheid van migrerende vogels en niet-broedende soortgenoten (vooral te Oostende). Net als bij de Dwergstern is het voor de beoordeling van de staat van instandhouding relevanter om de trend in het aantal broedgevallen te beschouwen. De periode 1996-2008 kan beschouwd worden als een periode waarin de kustpopulatie redelijk stabiel was en waarin gemiddeld 2.226 paren tot broeden kwamen.
- Beoordelingsaspect natuurlijk verspreidingsgebied: gunstig.

- De Visdief komt in het BDNZ hoofdzakelijk voor in de kustnabije zone tot 15 km uit de kust. Het verspreidingsgebied in het BDNZ is niet ingekrompen en wordt daarom als 'gunstig' beoordeeld.

- Beoordelingsaspect populatie: matig ongunstig.
  - Birdlife International beschouwt de populatie van Visdief als 'secure' (Birdlife International, 2004a). De Belgische populatie kustbroeders is sinds 1996 relatief stabiel. In 2009 nam de populatie sterk af door de aanwezigheid van landroofdieren in de kolonie van Zeebrugge en ook de omvang van het broedgebied te Zeebrugge was de laatste jaren onvoldoende voor een duurzame instandhouding van die populatie (Courtens *et al.*, 2009). Verwacht wordt dat de aantallen die in juni en juli in het BDNZ aanwezig zijn sterk bepaald worden door de grootte van de broedkolonies langs de kust en dan vooral deze van Zeebrugge. De populatiegrootte wordt daarom als 'matig ongunstig' beoordeeld.
- Beoordelingsaspect leefgebied: gunstig.
  - Aspecten die momenteel negatief inwerken op het leefgebied van Visdief vinden quasi allemaal hun oorzaak in de broedkolonie in Zeebrugge en omvatten predatie, impact door windmolens en verstoring. Op zee is het leefgebied van een 'gunstige' kwaliteit.
- Beoordelingsaspect toekomstperspectief: matig ongunstig.
  - Uitbreiding van de oppervlakte geschikt broedhabitat in de haven van Zeebrugge, een verminderde bereikbaarheid voor grondpredatoren en maatregelen om de impact van windmolens bij de kolonie te verminderen worden momenteel in de praktijk gebracht of zijn gepland. De effectiviteit daarvan is momenteel nog niet bewezen. Daarom wordt het toekomstperspectief voor deze soort voorlopig als 'matig ongunstig' beschouwd.
- Instandhoudingsdoelstelling in het BDNZ:
  - In de Gewestelijke Instandhoudingsdoelstellingen wordt voor Vlaanderen het behoud van een populatie van 2.300 broedparen vooropgesteld (Paelinckx *et al.*, 2009). De kustpopulatie die direct afhankelijk van het BDNZ is iets kleiner en telde gemiddeld 2.226 broedparen over de periode 1996-2008. In Degraer *et al.* (2010b) wordt het behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied voor een populatie van gemiddeld 6.600 individuen (2.200 broedparen) vooropgesteld.
- Streefbeeld bij de instandhoudingsdoelstelling:
  - De matig ongunstige populatieomvang en het matig ongunstige toekomstperspectief van de Visdievenpopulatie langs de Belgische kust worden bepaald door factoren die intrinsiek zijn aan het broedgebied en geen verband houden met het leefgebied in het BDNZ. Vandaar dat tenminste in het BDNZ het behoud van de huidige situatie volstaat bij deze soort. Maatregelen moeten worden genomen op het niveau van de instandhouding van de Vlaamse broedpopulatie.

Grote stern

Grote Stern komt voor op de Bijlage I van de Vogelrichtlijn. Binnen het BDNZ is deze soort relevant als broedvogel en als niet-broedvogel.

De Grote Stern is een typische kustbroedvogel. De soort wordt vooral in het BDNZ opgemerkt van maart tot september met de hoogste aantallen in mei. Het voedsel bestaat hoofdzakelijk uit vis.

Het relatief belang van het BDNZ binnen Europa is belangrijk. De in België voorkomende vogels behoren tot de West-Europese broedpopulatie die overwintert voor de kusten van Noordwest- tot Zuid-Afrika. Het aantal Grote Sternen wordt voor de West-Europese populatie geschat op 166.000 tot 171.000 ex. (Wetlands International, 2006). In de broedkolonie in de haven van Zeebrugge is geregeld meer dan 1% van de biogeografische populatie (1.700 ex.) aanwezig met een maximum van 7,2% in 2004 (o.a. Courtens & Stienen, 2004). Ook in het BDNZ werd tijdens scheepstellingen meerdere keren meer dan 1% van de biogeografische populatie aangetroffen.

De hoogste dichtheden van Grote stern in het BDNZ komen voor binnen een strook van 25 tot 30 km uit de kust met concentraties rond Zeebrugge-Vlakte van de Raan, de Vlaamse Banken en tijdens de najaarstrek ook de omgeving van de Thorntonbank. Grote sternen foerageren meestal in de kustwateren (tot ongeveer 15 km uit de kust), maar gaan soms tot wel 60 km ver om voedsel voor hun jongen. Verder op zee wordt de soort slechts sporadisch opgemerkt.

Grote sternen voeden zich vooral met kleine vis en invertebraten die tijdens een ondiepe stootduik (tot 1,5 m diep) worden gevangen of van het water worden gepikt. In het BDNZ bestaat het voedsel hoofdzakelijk uit kleine haringachtigen en zandspieringen. Volwassen vogels eten in het begin van het broedseizoen ook wel borstelwormen.

Grote sternen zijn in de broedgebieden erg gevoelig voor verstoring (o.a. door recreanten en predatoren), overstroming, verlies van broedhabitat (o.a. als gevolg van economische ontwikkeling en vegetatiesuccessie etc.), predatie (voornamelijk door meeuwen en landroofdieren) en vervuiling. Gezien het uitgesproken voedselspecialist zijn, zijn ze ook gevoelig voor voedselgebrek wanneer de juiste prooisoorten of lengteklassen ontbreken (Vanaverbeke *et al.*, 2007). In de kolonie van Zeebrugge werden soms vogels gedood door windmolens (Everaert & Stienen, 2006).

- Trends in het BDNZ:
  - De waargenomen trend van het voorkomen van Grote stern in het BDNZ laat een erratisch patroon zien met mogelijk hogere aantallen na 2002. Net zoals bij de andere twee sternensoorten wordt het voorkomen op zee deels bepaald door de aantallen in de kustkolonies (in het geval van Grote stern enkel Zeebrugge), maar deels ook door fluctuaties in het aantal doortrekkende individuen en veranderingen in het voedselaanbod. In 1988 werd in de haven van Zeebrugge het eerste broedgeval opgetekend van Grote stern. Sindsdien werden sterk variërende aantallen vastgesteld. In 2004 verhuisde de kolonie van de westelijke voorhaven naar het hiervoor speciaal aangelegde Sternenschiereiland aan de oostelijke strekdam van de haven. Hier kwamen maximaal 4.032 koppels tot broeden in 2004. Daarna namen de aantallen jaarlijks af. Fluctuaties in het aantal broedparen hangen onder andere samen met verplaatsingen binnen de meta-populatie (ook elders vinden sterke aantalsveranderingen plaats), maar in Zeebrugge spelen tevens vegetatiesuccessie, problemen met voedsel en predatie een rol (o.a. Courtens *et al.*, 2009). In 2009 werd een vestiging van Grote sternen verijdeld door een koppel vossen.
- Beoordelingsaspect natuurlijk verspreidingsgebied: gunstig.
  - De Grote stern komt in het BDNZ hoofdzakelijk voor in de kustwateren tot 25 à 30 km uit de kust. Vooral tijdens het broedseizoen is de soort sterk kustgebonden (tot ongeveer 15 km). Tijdens de herfsttrek worden ook verder op zee (tot 25 km) Grote sternen aangetroffen. Tijdens de voorjaarstrek komt de soort sterk verspreid over

het gehele BDNZ voor. Het verspreidingsgebied in het BDNZ is niet ingekrompen en wordt daarom als 'gunstig' beoordeeld.

- Beoordelingsaspect populatie: matig ongunstig.
  - Birdlife International beschouwt de populatie van Grote stern als 'depleted' (Birdlife International, 2004a). De soort krijgt niettemin de status 'least concern' op de Europese Rode Lijst van IUCN (Birdlife International, 2009). De kolonie in Zeebrugge kent jaarlijks sterk fluctuerende aantallen. Sinds 2004 zijn de aantallen na een piek sterk afgenomen. De omvang en de kwaliteit van het broedgebied waren de laatste jaren onvoldoende (Courtens *et al.*, 2009). Verwacht wordt dat de aantallen die in de periode mei-juli in het BDNZ aanwezig zijn rechtsreeks verband houden met de grootte van de kolonie van Zeebrugge. De populatiegrootte wordt daarom als 'matig ongunstig' beoordeeld.
- Beoordelingsaspect leefgebied: gunstig.
  - Aspecten die negatief op het leefgebied van Grote stern inwerken vinden voor een groot stuk hun oorzaak in de broedkolonie in Zeebrugge en omvatten predatie, impact door windmolens, verstoring en problemen met het voedselaanbod. In de meeste jaren lijkt het voedselaanbod in en rond de haven van Zeebrugge voldoende, maar in een aantal jaren werden voedselproblemen vastgesteld (o.a. Vanaverbeke *et al.*, 2007). Verder op zee is er weinig geweten van de prooibeschikbaarheid voor Grote stern. Het leefgebied op zee lijkt van een 'gunstige' kwaliteit.
- Beoordelingsaspect toekomstperspectief: matig ongunstig.
  - Uitbreiding van de oppervlakte geschikt broedhabitat in de haven van Zeebrugge, een verminderde bereikbaarheid voor grondpredatoren en maatregelen om de impact van windmolens bij de kolonie te verminderen worden momenteel in de praktijk gebracht of zijn gepland. De effectiviteit daarvan is momenteel nog niet bewezen. Daarom wordt het toekomstperspectief voor deze soort voorlopig als 'matig ongunstig' beschouwd.
- Instandhoudingsdoelstelling in het BDNZ:
  - Behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 6.900 vogels (gebaseerd op de Gewestelijke Instandhoudingsdoelstellingen waarin het behoud van een populatie van 2.300 broedparen wordt vooropgesteld, Paelinckx *et al.* (2009).
- Streefbeeld bij de instandhoudingsdoelstelling:
  - De matig ongunstige populatieomvang en het matig ongunstige toekomstperspectief van de Grote sternenpopulatie worden bepaald door factoren die intrinsiek zijn aan het broedgebied en geen verband houden met het leefgebied in het BDNZ. Vandaar dat tenminste in het BDNZ het behoud van de huidige situatie volstaat bij deze soort. Maatregelen moeten worden genomen op het niveau van de instandhouding van de Vlaamse broedpopulatie.

5.4.7.3 Beschrijving en beoordeling effecten

Voor een gedetailleerde beschrijving van de effecten van het leggen van de kabels wordt verwezen naar de verschillende disciplines en in het bijzonder het luik vogels onder het hoofdstuk 'Fauna, flora & biodiversiteit'. Algemeen kan gesteld worden dat het aanleggen van het kabeltracé voor een verstoring zal zorgen door enerzijds de aanwezigheid van schepen en anderzijds de omwoeling van het sediment (door het trenchen en opvullen van de kabelsleuf).

De impact van het kabelleggen moet bepaald worden t.o.v. de instandhoudingsdoelstellingen die voor de relevante soorten en gebieden zijn bepaald.

Als instandhoudingsdoelstelling voor het gebied SBZ-V3 wordt aangehaald dat voor de voorkomende soorten de instandhouding van de huidige oppervlakte en kwaliteit van het leefgebied voldoende is. In de broedperiode (april-augustus) is handhaving van rust in de directe nabijheid van de broedkolonie ter hoogte van het sternenschiereiland aan de oostzijde van de haven aangewezen.

In relatie tot de aanleg van de kabels van het BOG naar de kust van Zeebrugge, worden er met betrekking tot het garanderen van rust in de nabijheid van de broedkolonie van de sternen geen problemen verwacht. Het sternenschiereiland bevindt zich namelijk aan de oostzijde van de haven en de kabels zullen aanlanden aan de westzijde van de haven. Bovendien is de geluidsverstoring als gevolg van het kabelleggen heel gering.

Met betrekking tot de instandhouding van de huidige oppervlakte en kwaliteit van hun leefgebied, waar tevens het foerageergebied toe behoort, worden geen significant negatieve effecten verwacht ten aanzien van de Europees beschermde soorten waarvoor SBZ-V3 van essentieel belang is. Wat de sternen (Visdief, Grote stern, Dwergstern) betreffen, voeden zij zich vooral met kleine visjes en invertebraten die door middel van een ondiepe stootduik worden gevangen of van het water worden gepikt. De hoogste dichtheden van de Visdieven en Grote sternen komen voor binnen een straal van respectievelijk 10-15 km en 25-30 km uit de kust, met concentraties rond Zeebrugge en Oostende. De aspecten die op het BDNZ negatief inwerken op het leefgebied van Visdief en Grote stern vinden hun oorzaak voornamelijk in de broedkolonie van Zeebrugge (predatie, impact door windmolens, verstoring).

Dwergmeeuw wordt tijdens de voorjaarstrek vooral in een strook van 25-30 km vanaf de kust waargenomen. Tijdens de najaarstrek is deze soort meer kustgebonden (merendeel binnen de 15 km). Dwergmeeuwen voeden zich met kleine visjes en mariene invertebraten die van het wateroppervlak of vlak daaronder worden gepikt. Dwergmeeuwen bezitten tevens een lage verstoringsgevoeligheid.

Het leggen van de kabels is tijdelijk van aard en zal enkel zorgen voor een verstoring ter hoogte van de zeebodem. De effecten ter hoogte van het wateroppervlak, waar de beschermde soorten zich voeden, zullen heel gering zullen zijn, waardoor er als gevolg van deze werkzaamheden geen significant negatieve effecten verwacht wordt op de oppervlakte en kwaliteit van het leefgebied van deze soorten. De aanwezigheid van de schepen die de kabels leggen zal evenmin een significant negatief effect hebben op deze soorten daar de SBZ-V3 reeds in de huidige situatie druk bevaren is.

Ook voor de andere soorten, waar SBZ-V3 van groot belang voor is, worden er geen significant negatieve effecten verwacht op de oppervlakte en kwaliteit van hun leefgebied als gevolg van het leggen van de kabels.

Er moet bijgevolg ook niet verder gezocht worden naar alternatieve oplossingen en mogelijke compenserende maatregelen (art.6, lid 4).

5.4.7.4 Milderende maatregelen

Gezien er geen significant negatieve effecten verwacht worden binnen de SBZ-V3 dringen er zich geen milderende maatregelen op.

5.4.7.5 Besluit passende beoordeling

Er zullen geen significante negatieve gevolgen optreden door de bouw van het BOG en de aanleg van het kabeltracé naar land, ter hoogte van de speciale beschermingszone SBZ-V3 en de andere mariene beschermde gebieden op het BDNZ.

5.5 ZEEZICHT EN CULTUREEL ERFGOED

5.5.1 Methodologie

Onder zeezicht wordt verstaan “het kustlandschap en de aangrenzende open wateren, inclusief zicht op zee en zicht op de kustlijn vanaf de zee”. Bij het zicht op de kustlijn worden de kenmerken van het kustlandschap beschreven en de belangen hiervan voor de toeristen, horeca-uitbaters en bewoners.

Bij de introductie van de eerste aanvragen voor de bouw van offshore windmolenparken, bleek al snel de grote bezorgdheid over de potentiële landschapsvisuele effecten ervan. In het geval van de recentere plannen voor de bouw van offshore windmolenparken op 30 km en meer van de kust werden geen klachten met betrekking tot de effecten op het zeezicht meer ontvangen. Bovendien zal Alpha door de grote afstand tot de kust (min. 35 km) niet zichtbaar zijn van op land. Om deze redenen wordt voor het zeezicht enkel de scheepvaart besproken tijdens de constructie, exploitatie en ontmanteling van Alpha en de aanlanding van de kabels.

Wat het cultureel erfgoed betreft, gaat de aandacht vooral naar de wrakken die op de zeebodem aanwezig zijn en de aanwezigheid van verdronken paleolandschappen. Er zijn verschillende databanken beschikbaar met een overzicht van de wrakken: dit onderzoek baseert zich op de data die bij het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Kust bekend zijn, op de inventarisatie van de wrakken in het kader van het GAUFRE-project (Maes *et al.*, 2005), en van drie databanken (www.vlaamsehydrografie.be, www.maritieme-archeologie.be en www.wrecksite.eu). Het onderzoek naar paleolandschappen is relatief nieuw en een databank met gekende paleolandschappen ontbreekt op dit moment nog. Gegevens hieromtrent werden bekomen uit navraag bij het VIOE (Vlaamse Instituut voor Onroerend Erfgoed, pers. comm. Inge Zeebroek, maart 2012). Op land bestaat het cultureel erfgoed uit landschappen en relicten van traditionele landschappen.

5.5.2 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling

5.5.2.1 Zee- en kustlandschap

De Noordzee lijkt een tot aan de horizon uitgestrekt uniform wateroppervlak en is één van de weinige gave landschappen die in België aan te treffen zijn, met een groot ecologisch belang. De vrije horizon, als uniek landschap, is een belangrijke natuurlijke waarde van de Noordzee. Het zicht over zee is op de meeste plaatsen vanaf de Belgische kustlijn ongestoord. Het zeezicht is zonder twijfel een belangrijk aantrekkingselement voor het toerisme aan de Belgische kust.

Bij goede zichtbaarheid kan tot ver in zee de scheepvaart gevolgd worden. Vooral bij mooi en helder weer wordt beweging in het landschap door vrachtschepen, vissers, recreatievaart en surfers, waargenomen. In de nabijheid van havens is er meestal meer activiteit door o.a. in- en uitvarende containerschepen, baggerschepen, vissersschepen en recreatievaart.

Bij waarneming vanaf de kustzone landinwaarts is het dominante beeld van de Belgische kust dat van een smalle, strakke opeenvolging van hoogbouw in een strook van 67 km lang, die zee en polders hard scheidt. 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 schorrengebied voor. Ten westen zijn de duinengordel ter hoogte van De Panne,

Bredene en de kustlijn ter hoogte van De Haan, waar hoogbouw vermeden wordt, nog enkele waardevolle kuststrookgebieden. De Haven van Zeebrugge geeft een sterk dominerend karakter aan de kustzone. Het landschap wordt beïnvloed door de aanwezigheid van de windturbines op de oostelijke strekdam, (bouw-)kranen, de LNG- terminal en andere havengebonden activiteiten.

5.5.2.2 Beleving en appreciatie van de kust en het zeelandschap

Bij een enquêteonderzoek in 2009 bij 1.000 personen werd in het kader van monitoring van de effecten van offshore windmolenparken op het landschap ondermeer gepolst naar de beleving en de appreciatie van de kust (Grontmij, 2010). Op dertien mogelijkheden zijn volgende aspecten van de kust de meest gewaardeerde:

1. Het strand, de zon, de zee (zonnen en zwemmen);
2. Wandelingen langs de zee, in de duinen of op de dijk, uitwaaien in de frisse lucht;
3. De gezelligheid en de vakantiesfeer;
4. De natuur, de zuivere en gezonde lucht (duinen, zeevogels en natuurreservaten);
5. De rust en de stilte;
6. Het weidse landschap met vergezichten, het zicht op zee.

'Het weidse landschap met vergezichten, het zicht op zee' werd door iets meer dan een kwart van de bevraagden aangegeven. Gezien bovendien eveneens kan aangenomen worden dat de factor landschap ook zeer belangrijk is bij 'wandelingen langs de zee, in de duinen of op de dijk, uitwaaien in de frisse lucht', kan besloten worden dat het zeezicht een zeer belangrijke rol speelt in de beleving en appreciatie van de kust.

Het zeelandschap werd door de bevraagden voornamelijk beschreven als rustig en stil, natuurlijk, oneindig, weids en open, en werd duidelijk positief beoordeeld, als mooi, aantrekkelijk, 'vrijheid', etc.

Op de vraag of hen iets stoorde aan het zeelandschap, antwoordde 12% van de ondervraagden positief. De vervuiling van de zee werd in dit verband het meest aangehaald, alsook de drukte van het toerisme (auto's, mensen, …). De haven en de industrie van Zeebrugge/Oostende en bebouwing op het land (bijvoorbeeld appartementsblokken) zijn storende elementen die door telkens ca. één op de tien mensen die aangaven dat hen iets stoorde aan het zeelandschap, werden vermeld. De windmolens aan de haven van Zeebrugge werden slechts door 6 mensen aangehaald (5%) en de windmolens op zee slechts door 3 mensen (2,5%).

5.5.2.3 Natuurwaarde

Op zee kan gesteld worden dat de belangrijkste natuurwaarde 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 de Speciale Beschermingszones in het kader van de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn (KB van 14 oktober 2005), en het gericht marien reservaat 'Baai van Heist' (KB van 05 maart 2006). Het nieuw Habitatrichtlijngebied 'Vlaamse Banken' dat in september 2011 door de Europese Commissie werd opgenomen in de lijst van de 'Gebieden van Communautair Belang', strekt zich vanaf de kust veel dieper in zee uit en beslaat een oppervlakte van ca. 1.000 km² (ca. 1/3 van het BDNZ) (Kaart zie Bijlage F).

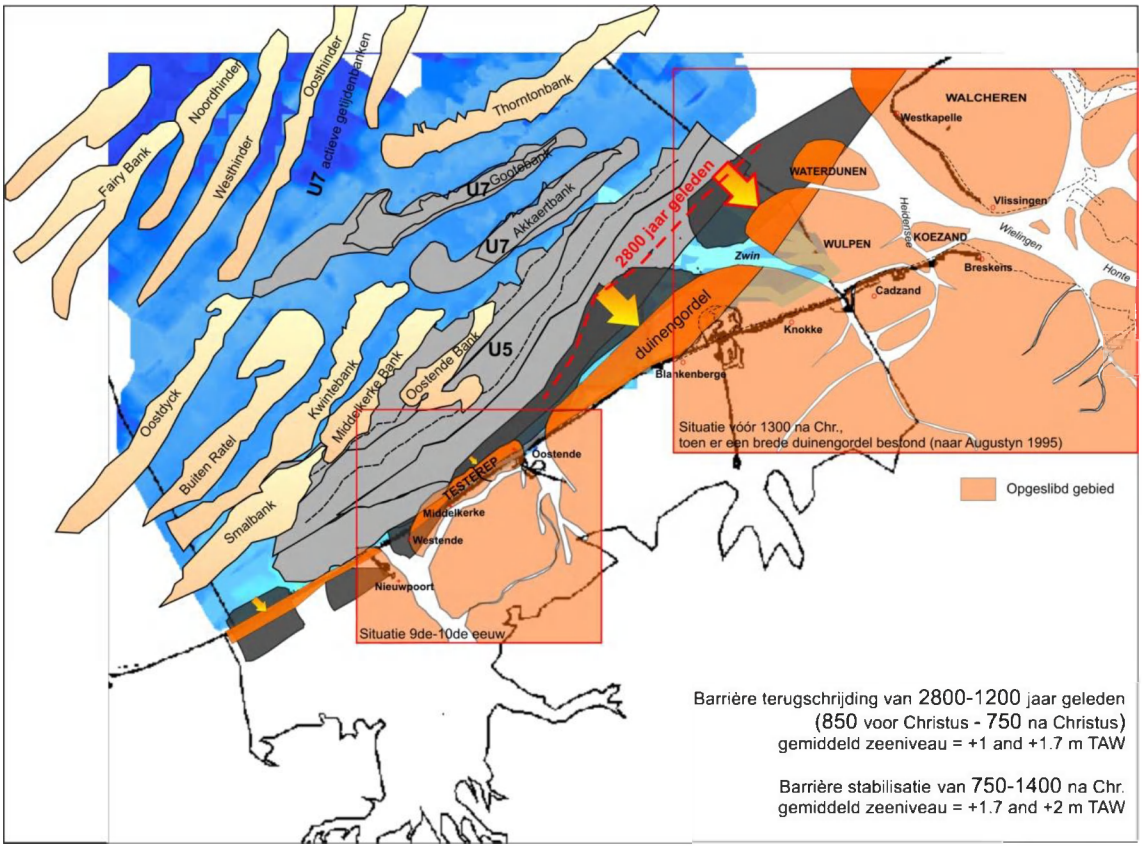
Vanuit een meer algemeen natuurstandpunt kan gesteld worden dat de natuurwaarde het hoogste is dichtbij de kust (o.a. de Vlaamse banken) en afneemt naarmate men verder offshore gaat. Daarnaast is een westoostelijke gradiënt waarneembaar met een concentratie van natuurgebieden aan de westkant. Op land zijn er waardevolle kuststrookgebieden ter hoogte van het Zwin, de Baai van Heist, de kustlijn van de gemeente De Haan, de duinengordel ter hoogte van Bredene, de IJzermonding en het Westhoekreservaat.

5.5.2.4 Cultureel erfgoed

Op land bestaat het cultureel erfgoed uit landschappen en relicten van traditionele landschappen. Het betreft o.a. duin- en poldergebieden, de IJzermonding en het Zwin met zijn uitzonderlijke landschapsecologische waarde als slikke- en schorregebied. De landschapsatlas (Hofkens en Roosens, 2001) geeft aan waar de historisch gegroeide landschapstructuur tot op vandaag herkenbaar gebleven is en duidt deze aan als relicten van de traditionele landschappen. De relicten worden geclassificeerd naar de ruimtelijke dimensie die ze in het landschap bezitten, ze kunnen onderverdeeld worden in punt-, lijn- en vlakvormige relicten. Sommige relicten vormen complexen van erfgoedelementen die één geheel vormen, ze worden samengevoegd tot een ankerplaats. Een voorbeeld van zo een ankerplaats is “de Fonteintjes”, een serie van deels kunstmatige, deels natuurlijke duinplassen, duinrietlanden en duinstruwelen gelegen langs een 4 km lange strook tussen de duinengordel en de kustweg van Zeebrugge tot Blankenberge.

Op zee bestaat het cultureel erfgoed voornamelijk uit scheepswrakken. Door de Wet van 9 april 2007 betreffende de vondst en de bescherming van wrakken bestaat de mogelijkheid om wrakken te beschermen. Er kan worden aangenomen dat er buiten gelokaliseerde-, ook een groot aantal niet-geregistreerde wrakken aanwezig zijn op de zeebodem.

Naast scheepswrakken groeit er een interesse naar verdronken paleolandschappen als nieuw onderdeel van cultureel erfgoed. Zo zouden er (herwerkte) resten van de middeleeuwse eilanden Wulpen, Koezand en Waterdunen liggen ter hoogte van het huidige Vlakte van de Raan (Pieters *et al.*, 2010, Mathys, 2009) (Figuur 5-106). Rondom de Thorntonbank en in het Deep Water Channel (gelegen aan de noordrand van het BDNZ) zijn fossiele zoogdierresten teruggevonden (pers. comm. Inge Zeebroek, maart 2012). Ook kustnabije zones bevatten vaak archeologische resten, bvb. de kust voor Oostende-Bredene en Raversijde (Pieters *et al.*, 2010).



Figuur 5-106: Situering van middeleeuwse eilanden Wulpen, Koezand en Waterdunen (naar Mathys, 2010).

5.5.2.5 Autonome ontwikkeling

Een ontwikkeling die een wijziging in het zeelandschap zal aanbrengen, is de (verdere) bouw van de momenteel vergunde en geplande windmolenparken (C-Power, Belwind, Northwind, Rentel, Norther, SeaStar en Mermaid). De impact van deze windmolenparken op het zeezicht vanaf de kust is voornamelijk afhankelijk van de afstand van het windmolenpark tot de kustlijn. Momenteel is het C-Power project het dichtstbijzijnde operationeel windmolenpark, op een afstand van 27 km uit de kust van Zeebrugge. In de toekomst zal het Norther windmolenpark echter nog voor dat van C-Power komen te liggen. Naast de bouw van de windmolenparken zou het zeezicht mogelijks gewijzigd kunnen worden door de ontwikkelingen in de scheepvaartsector. De groei van de havens en de vraag naar grotere schepen zou het bestaande beeld kunnen wijzigen. Ook de aangepaste vaarroutes (dichter onder de kust) kunnen hier een rol in spelen.

Wat betreft de autonome ontwikkeling van het cultureel erfgoed kan gesteld worden dat er momenteel op land geen ontwikkelingen gepland zijn die het cultureel erfgoed zouden kunnen wijzigen. Op zee is het IWT project SEARCH 'Archeologisch erfgoed in de Noordzee' gestart, met als doel een efficiënte evaluatiemethodologie te ontwikkelen en voorstellen te formuleren tot een duurzaam beheer van archeologisch erfgoed in het BDNZ. Daardoor zullen in de toekomst mogelijk nieuwe gebieden als paleolandschap of cultureel erfgoed gedefinieerd worden.

5.5.3 Effecten

5.5.3.1 Effecten op zeezicht

5.5.3.1.1 Constructiefase

Alpha-eiland

De constructie van het BOG wordt voorzien op een totale doorlooptijd van ca. 2,5 jaar. De werkzaamheden zullen aanleiding geven tot een tijdelijke en lokale verstoring van het zeezicht door het aan- en afvaren van constructieschepen. De bouw van het eiland zal waarschijnlijk gebeuren in de werkbare seizoenen, met name vooral van april tot oktober. Deze periodes vallen samen met de het toeristische hoogseizoen op de kust.

De schepen die gebruikt zullen worden tijdens de bouw zijn erg beperkt in aantal vergeleken bij de grote aantallen van gewone vaarbewegingen die zichtbaar zijn vanaf de kust (Haven Zeebrugge ca. 11.000 zeeschepen per jaar). Het effect van deze schepen en scheepsbewegingen wordt als zeer gering tot verwaarloosbaar negatief (0/-) beschouwd.

Gezien Alpha op een grote afstand in zee wordt gebouwd, zullen de constructieactiviteiten van het eiland zelf niet zichtbaar zijn.

Bekabeling

De aanleg van de kabels naar de kust betekent een minimale verhoging van de scheepsbewegingen op zee. Het effect van deze activiteiten op de beleving van het zeezicht is tijdelijk en wordt als uiterst gering negatief (0/-) beschouwd.

De kabels komen aan land op het strand ten westen van de haven van Zeebrugge. Van zodra de kabels de basislijn (0 m LAT) landinwaarts kruisen, liggen ze niet langer op federaal grondgebied, maar op grondgebied van het Vlaams gewest. De impact van de werkzaamheden en het graven van de sleuven op het strand maakt dan ook geen deel uit van de BOG offshore vergunningsaanvragen. Dit wordt uitgebreid besproken in de onshore vergunningsaanvraagdossiers (zie Passende Beoordeling BOG Onshore (TE, 2013a) en Milieutoets (TE, 2013b)).

5.5.3.1.2 Operationele fase

Het Alpha-eiland en de bekabeling zullen niet zichtbaar vanaf de kust waardoor het effect op het zeezicht onbestaande is (0).

5.5.3.1.3 Ontmantelingsfase

De effecten op het zeezicht zullen tijdens de ontmantelingsfase gelijkaardig zijn aan diegene tijdens de bouwfase. Deze zijn verwaarloosbaar (0/-).

5.5.3.1.4 Besluit bespreking en beoordeling van de effecten op het zeezicht

Samenvattend worden de effecten op het zeezicht weergegeven in Tabel 5-24 tijdens de volledige levenscyclus van het eiland en de kabels. Volgende definities zijn van toepassing: significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--).

Tabel 5-38: Overzicht van de effecten op het zeezicht.

	Alpha	Kabels
Constructiefase		
Stijging scheepvaartverkeer	0/-	0/-
Bouwactiviteiten	0	nvt
Operationele fase		
Zeezicht vanaf de kust	0	0
Ontmantelingsfase		
Analoog met constructiefase	0/-	0/-

5.5.3.2 Effecten op cultureel erfgoed

5.5.3.2.1 Constructiefase

Alpha-eiland

Op basis van de bestaande databanken rond scheepswrakken en de inventarisatie van de scheepswrakken die uitgevoerd werd in het kader van het project GAUFRE (Maes *et al.*, 2005), en op basis van de voorlopige resultaten van de seabed-survey kan er afgeleid worden dat er ter hoogte van het Alpha-eiland geen wrakken gelegen zijn (zie # symbolen op de algemene situeringskaart (Figuur 2-1 of Bijlage A voor A-3 formaat)). De impact op het cultureel erfgoed is dan ook onbestaande (0).

Fossiele zoogdierresten komen voor rondom de Thorntonbank. De precieze locatie ervan vormt echter een leemte in de kennis. In de buurt van de locaties van het eiland zijn geen vindplaatsen van fossielen bekend. Het effect van de bouw van Alpha op archeologische resten kan niet bepaald worden.

Bekabeling

De aanleg van de kabels naar de kust kan een impact hebben op het maritiem cultureel erfgoed, aangezien er langsheen de kabeltracés naar de kust meerdere (gekende) scheepswrakken aanwezig zijn (zie # symbolen op de algemene situeringskaart (Figuur 2-1 of Bijlage A voor A-3 formaat)). Aan de hand van de resultaten van de multibeam en side-scan sonar survey (of een gelijkwaardig onderzoek) dat langsheen de gekozen kabeltracés uitgevoerd wordt, kunnen echter bij de definitieve inplanting van de kabeltracés de scheepswrakken maximaal vermeden worden. Wanneer het ontwijken van scheepswrakken maximaal nagestreefd wordt, wordt het effect op het maritiem cultureel erfgoed tot een minimum beperkt (0).

De kabeltracés doorsnijden geen tot op heden gekende paleolandschappen of archeologisch interessante kustnabije gebieden.

5.5.3.2.2 Operationele fase

Tijdens de operationele fase wordt geen impact (0) verwacht op het aanwezige marien cultureel erfgoed.

5.5.3.2.3 Ontmantelingsfase

Tijdens de ontmantelingsfase wordt geen impact (0) verwacht op de aanwezige scheepswrakken, zolang er rekening mee wordt gehouden tijdens de verankering van de uitvoerende schepen.

5.5.3.2.4 Besluit bespreking en beoordeling van de effecten op het cultureel erfgoed

Samenvattend worden de effecten op het cultureel erfgoed weergegeven in Tabel 5-39 tijdens de volledige levenscyclus van het eiland en de kabels. Volgende definities zijn van toepassing: significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--).

Tabel 5-39: Overzicht van de effecten op het cultureel erfgoed.

	Alpha	Kabels
Constructiefase		
Effect op cultureel erfgoed langsheen de kust	0	0
Effect op scheepswrakken en paleolandschappen	0	0
Operationele fase		
Effect op cultureel erfgoed langsheen de kust	0	0
Effect op scheepswrakken en paleolandschappen	0	0
Ontmantelingsfase		
Analoog met constructiefase	0	0

5.5.4 Leemten in de kennis

Niet alle wrakken en andere grote objecten die voor technische moeilijkheden kunnen zorgen voor de aanleg van de kabels zijn momenteel reeds gekend. Daarom wordt er vóór de werken een screening van de eilandlocatie en de tracés waar de kabels zullen gelegd worden, uitgevoerd.

De exacte locatie van fossiele zoogdierresten in de buurt van de Thorntonbank is nog niet gekend en evenmin bestaat er een officiële aanduiding van erkende paleolandschappen of archeologisch interessante kustnabije gebieden. Het zou aangewezen zijn om onderzoek hierover op te starten.

5.5.5 Milderende maatregelen

Als algemene maatregel geldt dat bij het aanleggen van de kabels de wrakken best vermeden worden en indien nodig hun locaties aangepast worden om hieraan te voldoen.

Anomalieën met archeologisch potentieel moeten door minstens twee side-scan lijnen in beeld gebracht worden, overlangs en dwars door de centrale as van de anomalie. Meer gedetailleerde technische richtlijnen naar uitvoering van geofysische metingen worden uitgewerkt in het IWT project SEARCH (pers. comm. Tine Missiaen, april 2013). De BMM en het VIOE (maritieme archeologie) moeten uitgenodigd worden om aanwezig te kunnen zijn tijdens deze survey. In afspraak kunnen eventueel ook aanvullend, andere observatietechnieken worden aangewend, bvb. mangetomerie en sub-bottom metingen

aangevuld met sedimentstaalnames. Alle obstakels die op de zeebodem gevonden worden, moeten geplot worden. Op basis van de survey worden locaties met een mogelijk potentieel aan onroerende erfgoedwaarden bepaald. Deze kunnen op basis van een duikonderzoek verder worden onderzocht en zo mogelijk “vrijgegeven”. Op deze manier kan het onnodig omleggen van de kabeltracés worden vermeden.

Indien ter hoogte van Alpha of langsheen het gekozen kabeltracé een wrak of andere archeologische vondst wordt ‘ontdekt’ dienen de bevoegde autoriteiten (Agentschap Onroerend Erfgoed) te worden ingelicht alvorens over te gaan tot eventuele verwijdering (indien vermijding niet mogelijk blijkt).

5.5.6 Monitoring

Monitoring is niet van toepassing wat betreft zeezicht en cultureel erfgoed.

5.6 INTERACTIE MET ANDERE MENSELIJKE ACTIVITEITEN

In de Belgische mariene gebieden omvatten de menselijke activiteiten vooral economische activiteiten. Verschillende van deze activiteiten maken gebruik van speciale zones die hiervoor zijn afgebakend of bepaald, zoals visserij, scheepvaart, zand- en grindontginning, baggeren en storten van baggerspecie, windenergie, militair gebruik, gaspijpleidingen en telecommunicatiekabels, toerisme en recreatie, en wetenschappelijk onderzoek. Een algemeen overzicht van het BDNZ waarin verschillende gebruikers actief zijn, wordt gegeven in kaart in Bijlage A.

De concessiezone voor het stopcontact op zee zal eind 2013 worden vastgelegd in een KB. De kabeltracés met aanlanding te Zeebrugge kruisen de Speciale Beschermingszone te Zeebrugge (SBZ-V3) en de scheepvaartroute 'Het Scheur'.

In volgende paragrafen zal de (socio-economische) impact van het Alpha-eiland en het kabeltracé op deze andere activiteiten bekeken worden.

5.6.1 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling

5.6.1.1 Visserij

5.6.1.1.1 Belgische deel van de Noordzee

Visserijgronden

De Belgische kustwateren zijn de habitat van volgroeide demersale vissoorten zoals Schol (*Pleuronectes platessa*), Schar (*Limanda limanda*), Tong (*Solea solea*), Kabeljauw (*Gadus morhua*), Wijting (*Merlangius merlangus*) én de pelagische soort Haring (*Clupea harengus*). Anders dan het jonge visbestand, dat een meer terreingebonden spreiding vertoont, verplaatsen de volwassen vissen zich gedurende het hele jaar, 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 weinig zin heeft.

De belangrijkste aangevoerde soorten zijn demersale vissoorten met daarin vooral Tong, Rog en Schol (Tessens & Velghe, 2012; Vanderperren & Polet, 2009). De garnaalaanvoer is in 2011 meer dan gehalveerd t.o.v 2010. De vangst van Kabeljauw, Schar en Wijting is minder belangrijk. Het grootste Tongbestand in Belgische kustwateren wordt aangetroffen tijdens het paaiseizoen (van maart tot mei) en bevindt zich voornamelijk in het kustgebied (< 10 nm). Tongvangst is ook opgetekend in verder van de kust gelegen gebieden (12-25 nm) 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 Deep Water Channel en van Flambourough. Uit het algemeen migratiepatroon blijkt dat het bestand zich na het paaien vanuit het zuidelijk deel van de Noordzee naar het noorden verplaatst. Wijting vindt men in de Belgische kustwateren voornamelijk 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 visserij richt zich 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 oriënteren. Deze vindt voornamelijk plaats dichter bij de kust.

In 2012 is het rapport van het project Lecofish verschenen waarin visserij- en ecosysteemgerelateerde gegevens werden verzameld (Maes *et al.*, 2012).

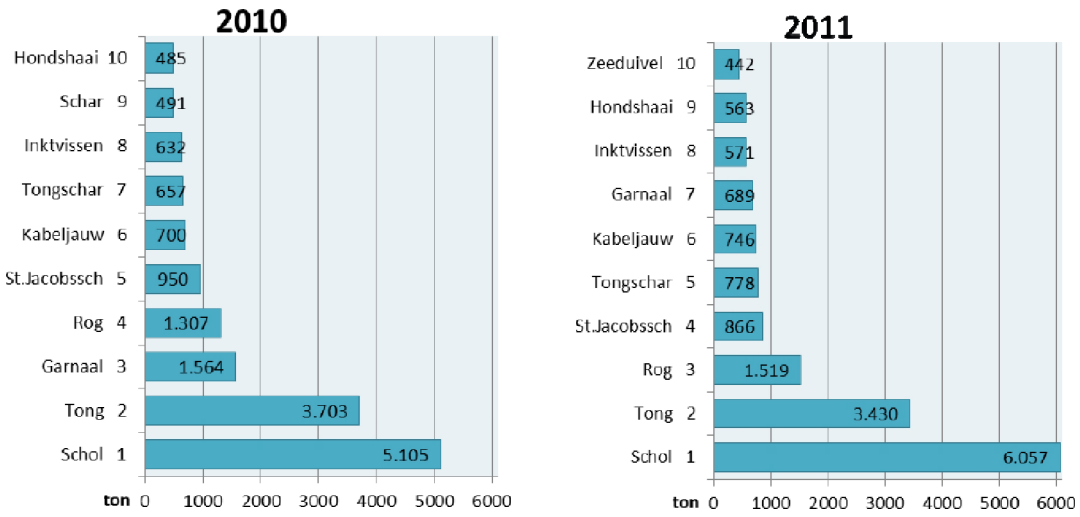
Socio-economische aspecten

De Belgische visserijsector is de kleinste van de Europese Unie (EU). Het Belgische beleid ten aanzien van de visserijsector wordt in grote mate gestuurd door het Europese Gemeenschappelijke Visserijbeleid (GVB). Ondermeer de toegang tot de visgronden en de omvang van de vangsten wordt beperkt via het GVB.

In 2011 bestond de Belgische zeevisserijvloot uit 86 vissersvaartuigen met een totaal motorvermogen van 49.135 kW (-4% t.o.v. 2010) en een tonnage van 15.326 GT (-3,1% t.o.v. 2010). Deze vloot kan opgedeeld worden in het kleine vlootsegment (KVS) (< 221 kW: 45 vaartuigen) en het grote vlootsegment (GVS) (> 221 kW: 41 vaartuigen). Binnen het GVS (kW > 221) zijn de grote boomkorren (van > 662 kW) veruit de belangrijkste. De aanvoer van deze klasse vertegenwoordigt bijna 3/4 van de totale Belgische aanvoer in 2011 (Tessens & Velghe, 2012). Het KVS bestaat uit vaartuigen die meestal binnen de 12-mijlszone vissen.

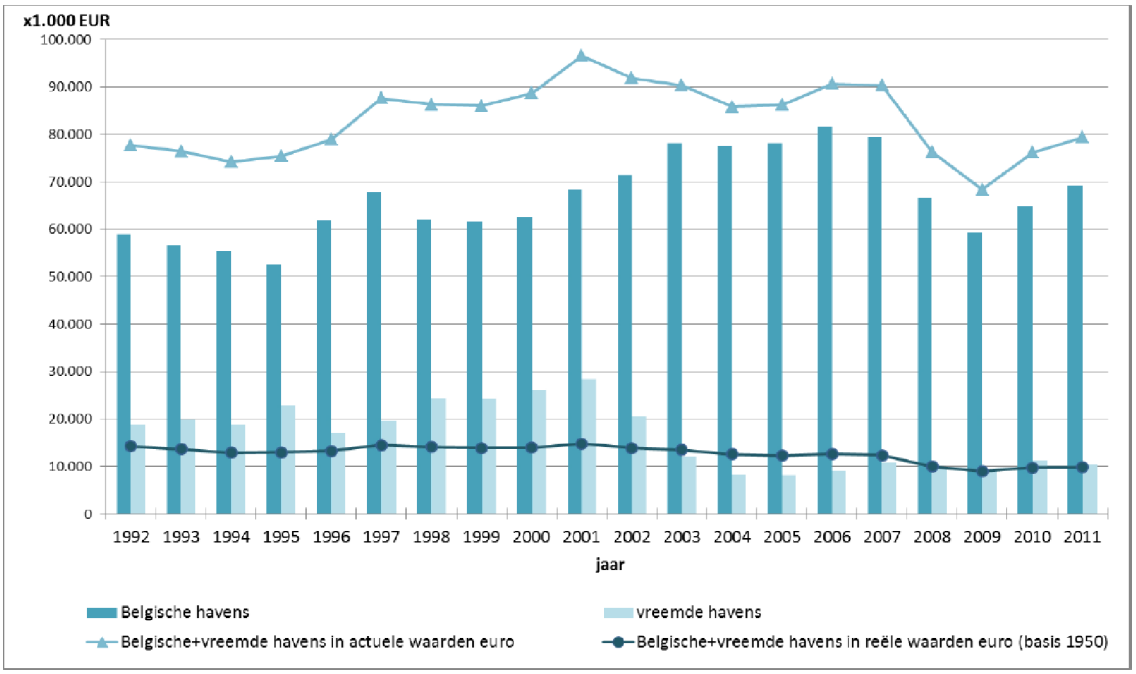
Socio-economisch gezien is het BDNZ voor de Belgische zeevisserij eerder van gering belang. Bijna 65% van de Belgische visaanvoer is afkomstig uit de centrale en zuidelijke Noordzee. Daarnaast zijn de oostelijke Kanaalzone, het Bristolkanaal en het zuidoostelijke gedeelte van de Ierse zee de belangrijkste visgronden (Adriansens, 2009). Het zijn de grotere vaartuigen (GVS motorvermogen > 221 kW) die deze verder afgelegen visgronden bezoeken. Het KVS (en de kustvisserij in het bijzonder) is echter wel voor zijn vangsten en inkomsten volledig afhankelijk van het BDNZ.

Sinds begin de jaren ‘90 daalt de totale aanvoer door Belgische vissersvaartuigen nagenoeg onafgebroken en bedraagt nu nog ongeveer de helft van 20 jaar geleden. In 2011 steeg de aanvoer licht in eigen havens tot 16.905 ton t.o.v. 15.970 ton in 2010, voor een totale waarde van € 69 miljoen t.o.v. € 65 miljoen in 2010 (Tessens & Velghe, 2012). In 2007 bedroeg de totale besomming nog ongeveer € 80 miljoen. Gezien de meerderheid van de Belgische vloot de boomkor gebruikt, zijn de voornaamste soorten die de Belgische zeevisserij vangt demersale vissen. De top 10 van aangelande soorten voor 2011 (Figuur 5-107) toont aan dat Schol (6.57 ton) en Tong (3.430 ton) de twee belangrijkste soorten zijn, gevolgd door Rog (1.519 ton) en St. Jacobsschelp (866 ton).



Figuur 5-107: Top 10 van aangelande soorten door de Belgische vloot in 2010 en 2011 (Tessens & Velghe, 2012).

Na het dieptepunt in 2009, is de besomming in 2011 (+16,7%) opnieuw uitgekomen boven het niveau van 2008 (Figuur 5-108), met een gemiddelde prijs in Belgische havens van 4,09 €/kg. Ook in reële waarden is er een vooruitgang, maar 2009 en 2010 blijven het laagst in de tijdsreeks en zijn tekenend voor de moeilijkheden in de visserijsector.



Figuur 5-108: Evolutie jaarlijkse omzet in de Belgische visserij (Tessens & Velghe, 2012).

De bruto toegevoegde waarde van de visserijsector is zeer laag in vergelijking met het bruto binnenlands product, slechts 0,04%, maar is van groot belang op regionale schaal (Tessens &

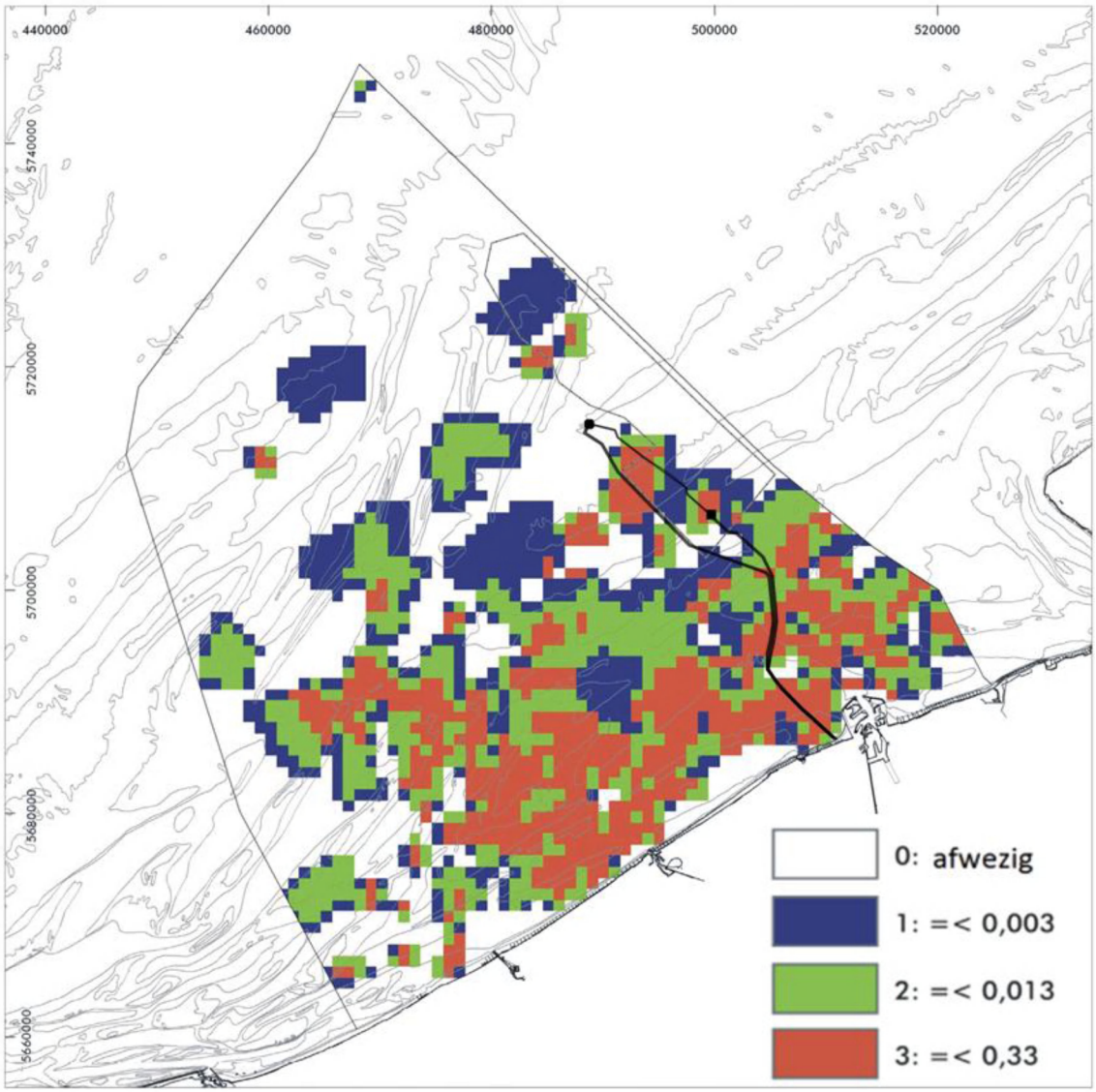
Velghe, 2012). De Belgische zeevisserij creëert een rechtstreekse tewerkstelling (crew en scheepvaart maatschappijen) van naar schatting ca. 900 personen, waarvan ongeveer 720 officieel geregistreerde vissers (Vanderperren & Polet, 2009).

5.6.1.1.2 Projectgebied

Er kan verwacht worden dat de belangrijke vissoorten in het projectgebied dezelfde zullen zijn als in de algemene bespreking van het BDNZ. Een kwantitatieve vertaling van deze algemene gegevens voor het BDNZ is echter niet zo evident omwille van volgende redenen:

- Momenteel zijn geen accurate locatie-specifieke wetenschappelijke gegevens beschikbaar van de visserijactiviteiten op het BDNZ. Pas vanaf 2015 zal AIS (Automatic Identification System) verplicht zijn op vissersschepen (pers. comm. kapt. Réjane Gyssens, MRCC maart 2012), waardoor een duidelijke track-visualisatie van de visserijvaart mee opgenomen kan worden in het algemene beeld van de scheepvaart in het gebied.
- Sedert 1997 is de verordening van de Europese Commissie No 1489/97 van kracht. Deze verordening bepaalt dat de vissersvaartuigen verplicht zijn tijdens hun zeereizen minstens om de twee uur automatisch hun positie te 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 ongeveer 80 à 85% van de vaartuigen onder deze maatregel. Een gedeelte van het kleine vlootsegment valt niet onder deze verplichting, namelijk sommige kustvissers en sommige eurokotters (vaartuigen gebouwd om te vissen binnen de 12-mijls zone). Op de Dienst voor de Zeevisserij (Ministerie van Landbouw) te Oostende worden deze gegevens automatisch geregistreerd. Omwille van de confidentialiteit van deze databank is publicatie ervan niet toegestaan.
- Op grond van EU-Verordeningen 1543/2000, 1639/2001 en 1581/2004 die de gegevensverzameling in de Europese zeevisserij behandelen, moeten de lidstaten een aantal economische gegevens op jaarbasis verzamelen met betrekking tot hun aangelande commerciële soorten. Deze geven echter geen specifieke informatie over het voorkomen van de vissen op het BDNZ.
- Anderzijds bestaat er onzekerheid over de officiële beschikbare gegevens voorhanden. Deze zijn gebaseerd op logboeken ingevuld aan boord. Verschillende bronnen (waaronder ICES) tonen aan dat deze officieel verzamelde informatie vaak onderschattingen zijn van de actuele situatie.

Gezien het gebrek aan wetenschappelijke kennis rond de visserijgronden en de ontoegankelijkheid van deze confidentiële visserijdata werd door Maes *et al.* (2005) een intensiteitanalyse uitgevoerd op basis van vogelobservaties (periode 1992-2003) van het Instituut voor Natuurbehoud, waarbij melding werd gemaakt van schepen die effectief aan het vissen waren. Een ruwe schatting van visserijactiviteiten op het BDNZ werd op die manier verkregen. Hieruit blijkt dat er geen observaties werden gedaan van vissersschepen in de buurt van de locatie van Alpha (Figuur 5-109). Daar de boomkorvisserij vooral plaatsvindt in de geulen tussen de banken (BMM, 2007), is de kans dat een potentieel conflict ontstaat met de visserij klein.



Figuur 5-109: Intensiteit van gebruik van het Belgische deel van de Noordzee door de commerciële visserij tussen 1992 en 2003. Het relatieve aantal geobserveerde actieve vissersschepen is weergegeven per jaar per km² (naar Maes et al., 2005).

5.6.1.1.3 Autonome ontwikkeling

Zowel op internationale als nationale schaal heeft de visserijsector te kampen met socio-economische problemen door enerzijds een stelselmatige afname van de bestaande biomassa in de hogere trofische niveaus van het Noord-Atlantische gebied sinds 1950, en anderzijds een stijgende visintensiteit tussen 1950-1975. Onderzoekers zijn tot de conclusie gekomen dat de huidige visexploitatie niet kan aanhouden en dat het hoger trofische niveau van vissen binnen enkele decennia volledig verdwenen zal zijn in het Noord-Atlantische gebied (Dickey *et al.*, 2010). Dit komt ook naar voren uit het feit dat het bestand van bijna alle soorten gerangschikt wordt als 'buiten de veilige biologische grenzen'.

Deze trend loopt grotendeels parallel 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. De economische situatie in de Vlaamse zeevisserij baart de betrokkenen grote zorgen als gevolg van een jaarlijkse afnemende rendabiliteit. Een algemene achteruitgang in de winstcijfers is vast te stellen ten gevolge van een sterke stijging van de kosten ten opzichte van de omzet (besomming).

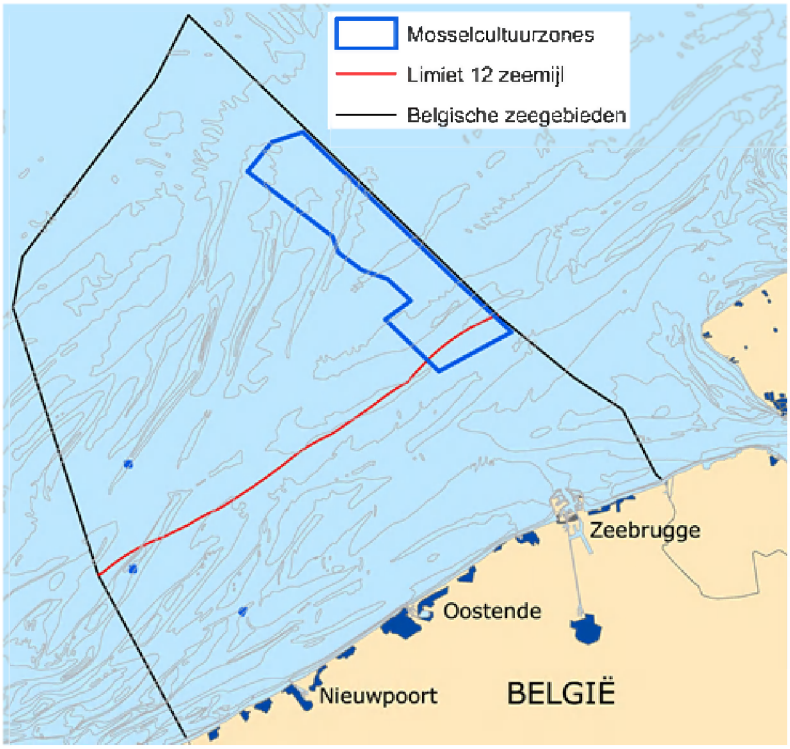
Deze kostentoename is grotendeels te wijten aan een stijgende gasolieprijs vanaf 1990. Deze toename was vooral merkbaar de laatste jaren. In 2003 betaalden de scheepseigenaars nog 0,21 €/l, in 2005 bedroeg dit al 0,35 €/l. Olieprijzen waren het hoogst midden 2008 (ongeveer 0,78 €/l). Sinds een onverwachte daling in 2009 (0,37 €/l) zijn de prijzen echter weer aan het stijgen tot 0,58 €/l in 2010 en 0,76 €/l in 2012 (Vanderperren & Polet, 2009; Tessens & Velghe, 2012, http://statbel.fgov.be/).

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 tot gevolg zullen hebben op korte en middellange termijn.

5.6.1.2 Maricultuur

De concessiegebieden voor de offshore windmolenparken worden afgesloten voor scheepvaart, waardoor er een verlies aan visgronden ontstaat en bijgevolg een vermindering in mariene visproductie. Gezien de druk op de boomkorvisserij, is het raadzaam om dat verlies te compenseren met alternatieve visserijen of maricultuur (aquacultuur op zee). Naast de specifieke natuurlijke condities legt het ruimtegebruik van het BDNZ beperkingen op aan het ruimtebeslag van aquacultuur. Gezien maricultuur beroep doet op vastliggende kweekinfrastructuren, zijn dergelijke constructies niet gewenst in vaarroutes, bagger- en zandwinningsgebieden en visgronden. Omdat de situatie rond windmolenparken duidelijk verschilt van de gangbare situatie in de Noordzee bieden deze ontwikkelingen mogelijke kansen voor nieuwe vormen van aquacultuur, waardoor de onbenutte vrije ruimte tussen de windmolens optimaal kan benut worden voor een aangepaste productie van visserijproducten (Verhaeghe *et al.*, 2011).

Op 7 oktober 2005 werd een vergunning toegekend aan de AG Haven Oostende voor de productie van tweekleppige weekdieren in vier zones van de Noordzee, waaronder de volledige afgebakende windconcessiezone (KB 17/05/2004) (Figuur 5-110). Deze vergunning werd afgeleverd voor een periode van 20 jaar en omvat o.a. de gebruiksvoorwaarde dat vergunninghouder over een toelating van de (windmolenpark) concessiehouder moet beschikken alvorens de activiteit in diens zone te kunnen beoefenen. AG Haven Oostende heeft omwille van technische en economische redenen zijn activiteiten al enige tijd stilgelegd (BMM, 2011). Op huidig ogenblik zijn er geen initiatieven gepland om dergelijke activiteiten opnieuw op te starten in één van de reeds vergunde windmolenparken.

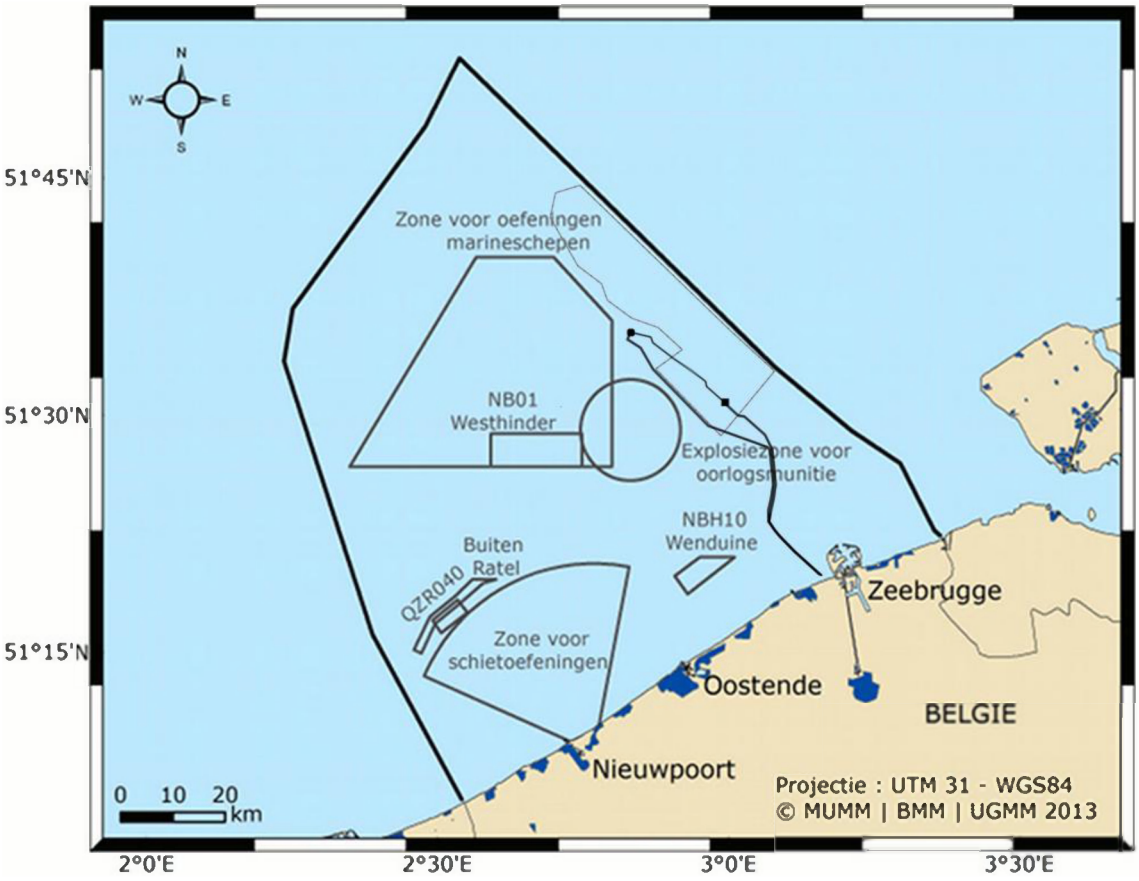


Figuur 5-110: Toegekende zone voor mosselcultuur in het Belgisch Deel van de Noordzee (www.mumm.be).

5.6.1.3 Militaire activiteiten

In het BDNZ worden op regelmatige tijdstippen militaire activiteiten en oefeningen gehouden (Figuur 5-111). De militaire activiteiten bestaan uit:

- Schietoefeningen in de omgeving van Nieuwpoort-Lombardsijde die overdag van op het strand richting zee worden uitgevoerd;
- Zone voor oefeningen met marineschepen;
- Detonatie-oefeningen met oefenmijnen en gevonden mijnen in de omgeving van de Thornthonbank en de Gootebank;
- Oefeningen in het leggen, zoeken en vegen van mijnen in de buurt van de Westhinderbank en de Wenduinebank;
- Uitgebreide mijnoefeningen in het kader van de NAVO in het volledige gebied van het BDNZ.



Figuur 5-111: Militaire activiteiten op het Belgisch deel van de Noordzee (www.mumm.ac.behttp://www.mumm.be/).

5.6.1.4 Kabels en pijpleidingen

De locatie van kabels en pijpleidingen is weergegeven op de kaart in Bijlage A en meer in detail rond Alpha in Bijlage C1.

Vanuit Alpha vertrekken er 3 kabels rechtstreeks naar de kust. Eveneens vertrekken er 2 kabels van Alpha naar Beta. Tenslotte vertrekken er 3 kabels van Beta naar de kust, waarvan er reeds 2 zijn vergund via de milieuvergunning van Norther.

Er worden geen pijpleidingen gekruist, maar de kabels vanuit Alpha naar de kust en vanuit Alpha naar Beta kruisen wel de Concerto 1S telecommunicatiekabel, de niet-operationele Rembrandt 2 telecommunicatiekabel en de exportkabels van C-Power. De kabels vanuit Beta naar de kust kruisen noch pijpleidingen, noch andere kabels.

5.6.1.5 Zand- en grindontginning

Zeezand wordt aangewend voor drie specifieke gebruiken: in de bouwsector, die ongeveer één tiende van de totale zandproductie van België vertegenwoordigt, voor strandsuppletie om de erosie van de Belgische kust ten gevolge van stromingen, golven, e.d. af te remmen en voor landwinning, die in tegenstelling tot Nederland in België uitzonderlijk wordt uitgevoerd.

Mariene aggregaatextractie op het BDNZ wordt uitgevoerd door drie partijen:

- Privésector: de totale zandwinning in 2012 bedroeg 2.175.246 m³;
- De Vlaamse Overheid, Departement Mobiliteit en Openbare werken, Afdeling Maritieme Toegang: het totaal voor 2012 is nog niet gekend maar dit zal waarschijnlijk meer dan 3.000.000 m³ bedragen (BMM);
- Agentschap Maritieme Dienstverlening en Kust, Afdeling kust (1.650.000 m³/3 jaar).

De exploratie en exploitatie van zand en grind wordt geregeld door de wet van 13 juni 1969, zoals gewijzigd door de wet van 20 januari 1999 en de wet van 22 april 1999. Sinds 2004 zijn de concessiezones voor aggregaatextractie gewijzigd volgens het KB 01/09/2004. Er zijn nu vier 'controlezones' (zie Figuur 2-7 in §2.3.5.5):

- Controlezone 1 bestaat uit twee sectoren: sector 1A op de Thorntonbank en sector 1B op de Goote Bank;
- Controlezone 2 is onderverdeeld in drie sectoren: sectoren 2A en 2B bevinden zich op de Kwintebank en sector 2C op Buiten Ratel en Oostdyck;
- Controlezone 3 met sectoren 3A en 3B is gelegen op een dumplocatie voor gebaggerd materiaal (Sierra Ventana) en kan gezien worden als een soort 'recyclagezone' dicht bij de kust. Met deze controlezone wil men de druk op natuurlijke zandbanken verminderen;
- Exploratiezone 4 is gelegen ter hoogte van de Hinderbanken en bevat vier sectoren: Sector 4A op de Noordhinder, sectoren 4B en 4C op de Oosthinder en sector 4D op de Westhinder.

De kabeltracés van Alpha naar de kust volgen de westelijke rand van het concessiegebied voor de windmolenparken. Op die locatie is er echter een kleine overlap tussen het Belgisch concessiegebied en de concessiezone 1A voor zand- en grindwinning. Deze concessiezone wordt echter weinig gebruikt en bestaat voor een groot deel uit monitoringsgebied waar geen extractie plaatsvindt.

In de nabije toekomst zullen de hoeveelheden zand die ontgonnen worden significant toenemen onder meer voor de realisatie van het Masterplan Kustveiligheid dat o.a. het Geïntegreerd Kustveiligheidsplan (GKVP), het OW-plan Oostende en het Zwinproject omvat (www.kustveiligheid.be). Voorlopige inschattingen geven hierbij aan dat voor de periode 2010-2015 ca. 14 miljoen m³ nodig is (rekening houdend met baggerverliezen) (www.kustveiligheid.be, Resource Analysis, 2010). Jaarlijks zal tot 2050 ongeveer 500.000 m³ nodig zijn voor onderhoud (www.kustveiligheid.be).

5.6.1.6 Windmolenparken

In december 2008 werd door het Europees Parlement het energie/klimaatpakket goedgekeurd (omgezet in richtlijnen in april 2009; waaronder de Europese richtlijn Hernieuwbare Energiebronnen 2009/28/EG) waarbij de doelstelling voor België wordt opgetrokken van 6% naar 13% hernieuwbare energie tegen 2020.

Om tegemoet te komen aan de Belgische energievoorziening heeft het Kabinet Noordzee in 2003 zijn Masterplan Noordzee gelanceerd waarin ook een wettelijke zone voorzien wordt voor de productie van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen, waaronder windenergie (KB 17/05/2004, gewijzigd bij KB 03/02/2011). Deze zone is gelegen aan de oostelijke zijde van het Belgische deel van de Noordzee en strekt zich uit van ca. 6 km ten zuiden van de Thorntonbank tot ca. 8 km ten noorden van de Blighbank. Binnen dit gebied komen 3

zandbanken voor waarop de eerste windmolenparken ontwikkeld werden: de Thorntonbank, de Lodewijkbank en de Blighbank.

De toegekende concessies zijn hieronder kort beschreven:

- C-Power NV heeft de nodige vergunningen (o.a. domeinconcessie, kabelvergunning en milieuvergunning) om in de zeegebieden onder Belgische rechtsbevoegdheid ter hoogte van de Thorntonbank een windmolenpark met 60 turbines te bouwen en het gedurende 20 jaar uit te baten. In april 2004 zijn de nodige grondonderzoeken gestart. In 2008 is van start gegaan met het plaatsen van de eerste zes windturbines in zee en in maart 2012 startte de volgende fase met 30 turbines. In april 2013 zijn reeds 36 windturbines operationeel. In totaal wordt een oppervlakte van 19,9 km² ingenomen voor een maximum geïnstalleerd vermogen van 325 MW.
- Belwind heeft de nodige vergunningen (domeinconcessie, kabelvergunning en milieuvergunning) verkregen voor een grootschalig windturbine project (363 MW) op de Blighbank. Het windmolenpark zal bestaan uit 110 turbines van 3 MW. Een domeinconcessie werd verkregen voor een oppervlakte van 35,4 km² (MB 05/06/2007). Momenteel zijn reeds 55 windturbines op monopiles operationeel.
- Northwind (vroeger Eldepasco) heeft een domeinconcessie (MB 15/05/2006; uitbreiding MB 24/03/2010) verkregen voor de bouw en de exploitatie van een windmolenpark van 72 turbines (totale oppervlakte: 14,30 km²) op de Lodewijkbank gelegen op ca. 38 km van de Belgische kust, met een gezamenlijk geïnstalleerd vermogen van 216 MW. Het individueel vermogen van de windturbines zal 3 MW bedragen. De milieuvergunning werd toegekend in december 2009.
- Norther ontving in januari 2012 de milieuvergunning voor de bouw en exploitatie van hun offshore windmolenpark ten zuidoosten van de Thorntonbank. Het Northerpark heeft een totaal vermogen van 258 tot 420 MW en is gelegen op 21 km uit de kust van Zeebrugge. Het park zal een oppervlakte van 44 km² beslaan en is voorzien op 47 tot 100 windmolens. In 2014 zou met de bouw van het park gestart worden.
- Ook Rentel kreeg recentelijk een machtiging verleend voor de bouw en exploitatie van een windmolenpark in het zeegebied tussen de Lodewijkbank en de Thorntonbank (KB 15/02/2013). Er komt een windmolenpark van 289 tot 550 MW inclusief transformatorplatformen dat 47 tot 78 windmolens zal omvatten.
- Tenslotte hebben ook Seastar en Mermaid een domeinconcessie verkregen voor de bouw en exploitatie van een windmolenpark in de zeegebieden tussen de Lodewijkbank en de Blighbank, en ten noorden van de Blighbank (MB 01/06/2012).

5.6.1.7 Wetenschappelijk onderzoek en oceanologische waarnemingen

Ondanks een beperkte kustlijn en de geringe omvang van de Belgische mariene wateren zijn er vandaag in België meer dan 1.000 wetenschappers actief in de mariene wetenschappen (Vanagt *et al.* 2011). Met de Belgica, de Zeeleeuw en de Simon Stevin beschikt België over oceanografische onderzoeksschepen die de wetenschappers in staat stellen om kwalitatief hoogstaand onderzoek uit te voeren (BMM, 2011). Dit heeft tot gevolg dat het BDNZ één van de meest intensief bestudeerde mariene gebieden ter wereld is.

5.6.1.8 Overige gebruikers

5.6.1.8.1 Scheep- en luchtvaart

De constructie en exploitatie van de offshore windmolenparken in combinatie met het BOG zal een significant effect hebben op de scheepvaart. De afsluiting van de concessiegebieden voor de scheepvaart zal vooral het niet-route gebonden verkeer beïnvloeden dat normaliter door de zone vaart en zal tot een concentratie van het verkeer leiden (MARIN, 2013). Eventuele risico's die hierdoor ontstaan worden in detail besproken in het hoofdstuk 'Cumulatieve effecten'.

Er wordt geen effect verwacht op de luchtvaart (BMM, 2011).

5.6.1.8.2 Toerisme en recreatie

De mogelijke effecten van het BOG op het toerisme komen aan bod in de discipline 'Zeezicht en cultureel erfgoed' (§ 5.6).

5.6.2 Effecten

5.6.2.1 Visserij

5.6.2.1.1 Verlies traditionele visgronden

Door Ecolas (2003) werd geschat dat ruwweg 85% van het BDNZ kan bevist 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 concessiegebieden van de windmolenparken niet inbegrepen. Daarnaast moeten we rekening houden met het feit dat in bepaalde andere gebieden van het BDNZ zoals de concessiegebieden voor zand en grind, en de militaire gebieden geen algemeen verbod op visserij geldt, maar wel temporele limiteringen voor visserij. Daarenboven zullen ook tijdelijke verstoringen optreden ten gevolge van die activiteiten.

De aanleg van Alpha zal zorgen voor een bijkomend, maar minimaal verlies aan visgronden gezien de zeer kleine oppervlakte in vergelijking met het gehele BDNZ (ca. 1,4 km² inclusief veiligheidszone). Ook door de grote afstand tot de 12-mijlszone die het belangrijkst is voor het KVS en de ligging op een zandbank (geulen zijn interessanter voor de visserij) kan worden aangenomen dat de locatie van het Alpha-eiland van beperkt belang zijn voor de visserij. Het directe verlies kan dus als verwaarloosbaar (0) worden geschat. Bovendien is dit verlies veel minder relevant dan het reeds vermelde inkomstenverlies ten gevolge van schommelende brandstofprijzen en de beperkingen opgelegd door het Europese visserijbeleid.

5.6.2.1.2 Korte- en langetermijneffecten

Naast het ruimtelijke verlies kunnen er ook korte- en langetermijneffecten optreden tijdens de constructie van het BOG. Tijdens de constructiefase wordt sedimentverstoring als belangrijkste oorzaak gezien voor veranderingen in het visgedrag. Voor een bespreking van deze effecten wordt verder verwezen naar hoofdstuk 5.4 'Fauna, flora & biodiversiteit'. Hier werd besloten dat de effecten aanvaardbaar zijn door hun tijdelijke aard.

De kabels naar de kust hebben geen effect (0) op de visserij, ongeacht het gekozen configuratiealternatief.

5.6.2.1.3 Opportuniteiten

Naast deze negatieve effecten op visserij, biedt de ontwikkeling van het Alpha-eiland ook een opportuniteit, namelijk het ontstaan van kraamkamergebieden en beschermde natuurzones. De aanwezigheid van harde substraten oefent een aantrekkingskracht uit op vele vissoorten door de creatie van schuilplaatsen en een verhoogde voedselbeschikbaarheid door de begroeiing van de substraten.

5.6.2.1.4 Veiligheid

Tijdens de bouw en de exploitatie van het BOG zal voor de nodige markeringen en signalisaties gezorgd worden, om de veiligheid van de visserij te waarborgen. Voor verdere details wordt verwezen naar de discipline 'Risico's en veiligheid' (§5.7).

5.6.2.1.5 Besluit bespreking en beoordeling van de effecten op visserij

In het algemeen kan men concluderen dat de impact van de aanleg van een eiland voor de visserij waarschijnlijk een verwaarloosbare impact (0) zal hebben op de inkomsten of werkgelegenheid in vergelijking met de autonome ontwikkeling.

5.6.2.2 Militaire activiteiten

Aangezien er geen overlap is met militaire gebieden worden er geen effecten (0) verwacht ten gevolge van het BOG project.

5.6.2.3 Kabels en pijpleidingen

De BOG-kabels zullen kruisen met een actieve en een niet-actieve telecommunicatiekabel en met de exportkabels van C-Power. Er wordt evenwel voorzien dat de nodige maatregelen worden getroffen om beschadiging aan de kabels te voorkomen (zie ook de technische projectbeschrijving in hoofdstuk 2).

Uit de sedimenttransport modellering (IMDC, 2013a externe bijlage) blijkt dat er een erosiezone zal uitbreiden dwars op de dominante stromingsrichting die reikt over een groot deel van de SEA-ME-WE3 kabel. De impact blijft echter beperkt tot een straal van 2 km rond het eiland. Deze morfologische veranderingen hebben zich vooral tijdens de eerste jaren na de bouw van het eiland voorgedaan. Het aanbrengen van erosiebescherming rond het eiland en ter hoogte van nabijgelegen kabels en pijpleidingen kan het blootleggen ervan voorkomen. Ook een natuurlijker helling aan de basis van het eiland in plaats van rechte wanden zoals hier gesimuleerd, zullen de uitschuring nabij het eiland verminderen.

De impact op kabels en pijpleidingen kunnen mits de nodige maatregelen als aanvaardbaar worden beschouwd (0).

5.6.2.4 Zand- en grindontginning

Alpha zal zich op voldoende afstand van de controlezones bevinden. De kabelroute van Alpha naar de kust ligt echter ook in de rand van controlezone 1A. Daar vindt echter weinig extractie plaats en is voornamelijk voorzien als referentiegebied voor windmolen activiteiten. Bijgevolg worden er geen conflicten verwacht en kan het effect van het windmolenpark op de zand- en grindontginning als onbestaande (0) beschouwd worden.

5.6.2.5 Andere windmolenparken

Alpha bevindt zich op een afstand van ca. 1km van Northwind. De aanleg van Alpha en Beta laat de parken toe aan te sluiten op het Offshore Grid waardoor er minder exportkabels naar land worden getrokken. Het effect wordt dus als matig positief beoordeeld (+).

5.6.2.6 Wetenschappelijk onderzoek en oceanologische waarnemingen

De ontwikkeling van het eerste eiland in het BDNZ draagt op verschillende manieren bij tot het wetenschappelijke onderzoek en de oceanologische waarnemingen.

De vergunningshouder dient, mits goedkeuring door het Begeleidingscomité en naleving van veiligheidsvoorwaarden die door het Begeleidingscomité worden voorgesteld, wetenschappelijk onderzoek kosteloos toe te laten. De BMM behoudt het recht om monitoring en wetenschappelijk onderzoek uit te voeren op en rond het eiland, op voorwaarde dat de veiligheid wordt gerespecteerd en dat de houder hiervan voorafgaandelijk in kennis is gebracht (BMM, 2011). Gegevens verzameld bij de monitoring worden opgenomen en verspreid via het Belgian Marine Data Centre (http://www.mumm.ac.be/datacentre) en via openbare jaarlijkse monitoringsverslagen.

Op basis van bovenstaande argumenten kan men stellen dat de aanwezigheid van het eiland een aantal opportuniteiten biedt voor wetenschappelijk onderzoek en oceanologische waarnemingen, maar dat er ook een aantal beperkingen zijn bv. tijdens de constructiefase. Globaal gezien kan er gesteld worden dat het BOG een matig positief effect heeft op wetenschappelijk onderzoek en oceanologische waarnemingen (+).

5.6.2.7 Besluit bespreking en beoordeling van de effecten op de menselijke activiteit

Samenvattend worden de effecten op menselijke activiteit weergegeven in Tabel 5-24 tijdens de volledige levenscyclus van het eiland en de kabels. Volgende definities zijn van toepassing: significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--).

Tabel 5-40: Overzicht van de effecten op de menselijke activiteit.

	Alpha	Kabels
Constructiefase		
Visserij	0	0
Militaire activiteiten	0	0
Kabels en pijpleidingen	0	0
Zand- en grindontginning	0	0
Andere windmolenparken	+	+
Wetenschappelijk onderzoek	+	+
Operationele fase		
Visserij	0	0
Militaire activiteiten	0	0
Kabels en pijpleidingen	0	0
Zand- en grindontginning	0	0

Andere windmolenparken	+	+
Wetenschappelijk onderzoek	+	+
Ontmantelingsfase		
Analoog met constructiefase	0	0

5.6.3 Leemten in de kennis

5.6.3.1 Visserij

Zoals reeds vermeld, werd er bij de analyse een gebrek aan wetenschappelijk beschikbare en gedetailleerde visserijgegevens vastgesteld.

De verplichte registratie van de visserijbewegingen gaat pas van start vanaf 2015 (pers. comm. kapt. Réjane Gyssens, MRCC maart 2012). Het is tot op vandaag dan ook niet mogelijk om gedetailleerde analyses uit te voeren van de kleinere geografische eenheden. Een poging werd reeds gedaan door Ecolas NV om een intensiteitanalyse uit te voeren aan de hand van verzamelde data van het Instituut voor Natuurbehoud tijdens vogelobservaties (Maes *et al.*, 2005). Ondanks de beperkingen in accuraatheid, wordt hierdoor wel een algemeen patroon van de visserij verkregen. Een update en verificatie van deze analyse op basis van officiële registratiegegevens is echter wenselijk.

Naast gegevens over tijdstip en locatie van visserij, ontbreken ook data over de visvangst per gebied. De enige momenteel beschikbare gegevens zijn grootschalige rapportages (vb. ICES, besommingen) waarbij ook hier ernstige twijfels en onzekerheden bestaan over de correctheid betreffende de gevangen hoeveelheden, de bijvangst en de 'terugworp'.

5.6.3.2 Overige gebruikers

Voor militaire activiteiten, kabels en pijpleidingen, zand- en grindontginning, andere windmolenparken, maricultuur, en wetenschappelijk onderzoek en oceanologische waarnemingen zijn er geen leemten in de kennis.

5.6.4 Milderende maatregelen

5.6.4.1 Visserij

Gezien het beperkt verlies aan visserijgrond, worden geen milderende maatregelen en compensaties voorgesteld.

5.6.4.2 Militaire activiteiten

Er worden geen milderende maatregelen of compensaties voorgesteld.

5.6.4.3 Kabels en pijpleidingen

Er worden geen milderende maatregelen of compensaties voorgesteld.

5.6.4.4 Zand- en grindontginning

Er worden geen milderende maatregelen of compensaties voorgesteld.

5.6.4.5 Andere windmolenparken

Er worden geen milderende maatregelen of compensaties voorgesteld.

5.6.4.6 Wetenschappelijk onderzoek en oceanologische waarnemingen

De vergunninghouder dient, mits goedkeuring door het Begeleidingscomité en naleving van veiligheidsvoorwaarden die door het Begeleidingscomité worden voorgesteld, wetenschappelijk onderzoek kosteloos toe te laten (BMM, 2011). De BMM behoudt het recht om monitoring en wetenschappelijk onderzoek uit te voeren op en rond het eiland op voorwaarde dat de veiligheid wordt gerespecteerd en dat de vergunningshouder hiervan voorafgaandelijk in kennis is gebracht.

5.6.5 Monitoring

Monitoring is hier niet van toepassing.

5.7 RISICO'S EN VEILIGHEID

5.7.1 Risico's m.b.t. het eiland

5.7.1.1 Lekken van vloeistoffen

Voorzieningen ter bescherming van het milieu behoren tot de standaarduitrusting van het OHVS. In het OHVS zullen transformatoren van het oliegekoelde type aanwezig zijn. Bovendien is er in het hoogspanningsstation een nooddieselgeneratorset en een dubbelwandige voorraadtank met dieselbrandstof aanwezig. De stations zijn voorzien van een inkuiping, waarin transformatorolie en brandstof zo nodig kan worden opgevangen.

Uitgaande van het gegeven dat deze opvangsystemen goed functioneren en gebouwd zijn volgens een goed (gecertificeerd) ontwerp, zal er geen negatief milieueffect zijn. Bovendien kan de kans op een accidentele lozing in zee vanuit het OHVS, gesitueerd bovenop het eiland omringd door een dijk, als zeer gering beschouwd worden.

5.7.1.2 Brand

Een ander risico voor het milieu is brand. Brand in het OHVS kan aanleiding geven tot het vrijstellen van toxische of milieuschadelijke stoffen.

De installaties zullen uitgerust zijn met brand/rookdetectoren die maken dat personeel gewaarschuwd wordt in geval van eventueel dreigende of beginnende brand. In het OHVS zal een poederblusser aanwezig zijn.

5.7.1.3 Blikseminslag

Blikseminslag op zich heeft geen gevolgen voor het milieu, indien het niet tot brand leidt. Het OHVS wordt voorzien van bliksemafleiders en bliksembeveiliging.

Aangezien op, en in de onmiddellijke omgeving van Alpha zich normalerwijze geen mensen bevinden, zijn de risico's en effecten op de mens niet bestaande. Arbeidsrisico's (die wel bestaan) vormen geen onderdeel dit MER.

5.7.2 Scheepvaart

In overleg met de bevoegde overheid (BMM) werd beslist dat wat betreft de risico's voor het scheepvaartverkeer (inclusief aanvaringen/aandrijvingen, olieverontreiniging) een nieuwe nautische veiligheidsstudie zal uitgevoerd worden op basis van de meest recente navigatiedata, nl. AIS data 2012 (MARIN-IMDC, 2013).

Deze nieuwe studie bespreekt de effecten van de veranderende verkeerstromen op de veiligheid van de scheepvaart door de bouw van het artificieel eiland. Hierbij worden 2 eilandlocaties in rekening gebracht: de effectieve locatie (Alpha 1) op de Lodewijkbank, maar voor de veiligheidsstudie wordt ook de alternatieve locatie (Alpha 2) op de Blighbank bestudeerd (zie hoofdstuk 4 'Alternatieven').

Volgende scenario's werden onderzocht:

- Alpha 1 eiland (op Lodewijkbank) met alle windmolenparken gerealiseerd (Sc1A1)

- Alpha 1 eiland (op Lodewijkbank) met alle windmolenparken gerealiseerd, behalve Mermaid en Seastar (Sc2A1)
- Alpha 2 eiland (op Blighbank) met alle windmolenparken gerealiseerd (Sc1A2)
- Alpha 2 eiland (op Blighbank) met alle windmolenparken gerealiseerd, behalve Mermaid en Seastar (Sc2A2)
- Een basisscenario, waarbij er een OHVS op platform is binnen een concessie (bv. Rentel) in plaats van een OHVS op een eiland buiten een concessiegebied. Net als het Alpha 2 eiland is dit geen scenario dat in de vergunningsaanvraag zal staan. Dit scenario laat wel toe het bijkomend risico van het eiland te vergelijken met een situatie zonder eiland.

Het rapport (MARIN, 2013) omvat:

- Bijkomend effect van eiland op scheepvaart
- Bijkomende risico's door eiland op scheepvaart
- Het effect van de scheepvaart op het eiland met OHVS
- Extra afstand die schepen moeten varen door de aanwezigheid van het eiland
- Een berekening van de extra uitstoot in CO_2 equivalenten
- Impact op de 3 scheepvaartroutes/verkeersstromen die het totale windmolenconcessiegebied omlijnen (Ferryverkeersstroom / Westpitroute / Traffic Separation Zone).
- Kans op toenemend aantal schip-schip aanvaringen door dichter verkeer
- Aanbevelingen om veiligheid te verhogen. Update van de eventuele beheermaatregelen (o.a. relaisstation in Belwind concessiezone)

Verder zal er rekening gehouden worden met:

- De actuele verkeersstromen in het gebied (routestructuur en scheepsintensiteit). De studie zal gebaseerd zijn op de meest recente navigatiedata: AIS data 2012
- Zowel het routegebonden als niet-routegebonden verkeersbeeld recenter dan 2001.

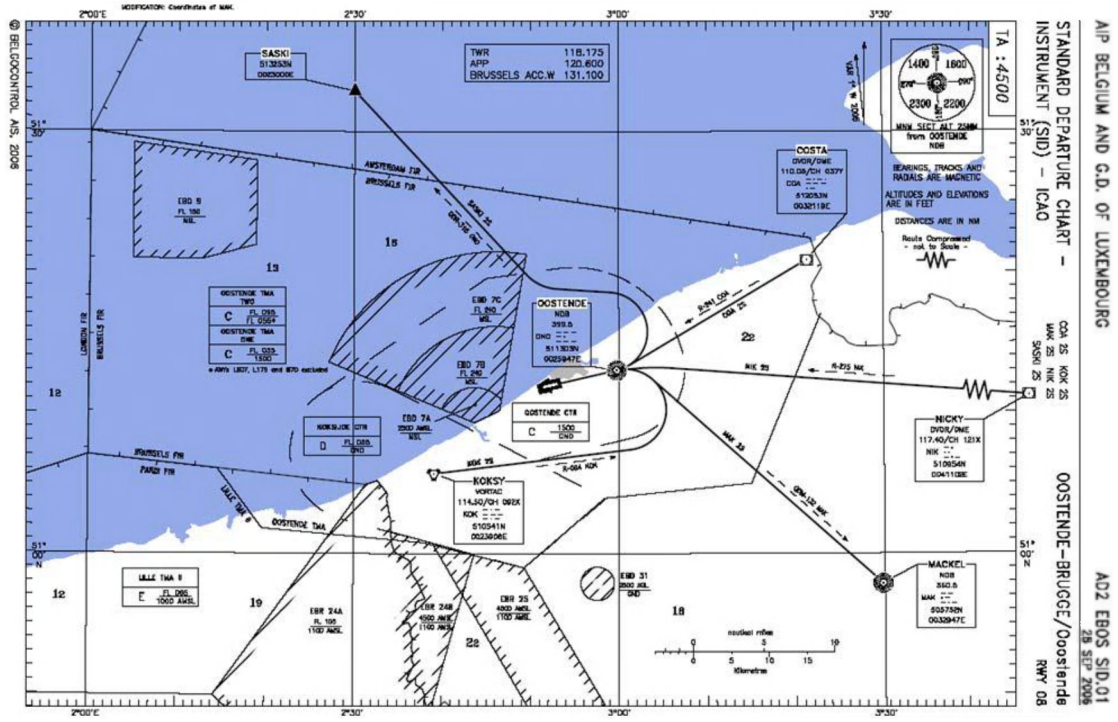
De risicoberekening zal gestuurd worden door:

- De ruimtelijke ontwikkeling in het studiegebied (lokaal-globaal)
- De evolutie in de scheepvaart (in tijd, ruimte (en dus ook intensiteit en aard)
- (Begeleidende) maatregelen ten aanzien van scheepvaart

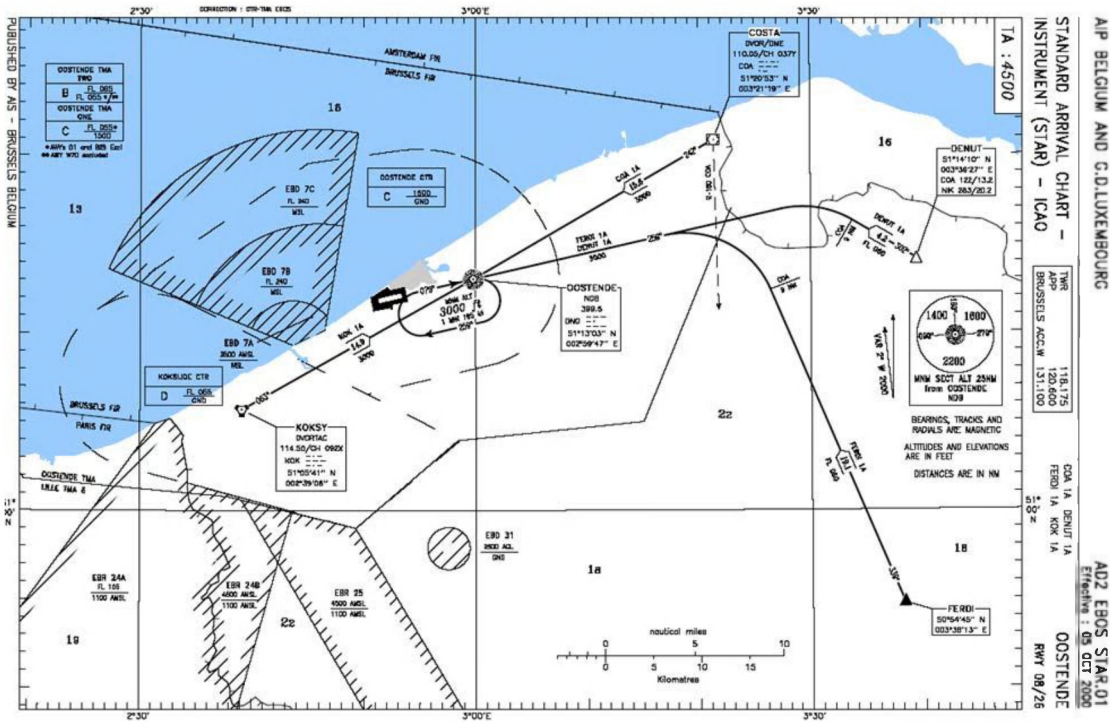
Het volledige rapport wordt weergegeven in de externe bijlage MARIN-IMDC (2013). De resultaten van de nautische veiligheidsstudie worden uitgebreid beschreven in hoofdstuk 6 'Cumulatieve effecten' (§ 6.3.8).

5.7.3 Luchtvaartverkeer

Ter volledigheid wordt in dit MER ook de veiligheid voor het luchtverkeer aangehaald. Hiervoor wordt verwezen naar Figuur 5-112 en Figuur 5-113 met navigatiekaarten waarop de scheidingslijnen (Nederland, België) van beheer voor de luchtvaart zijn aangegeven zijn.



Figuur 5-112: Navigatiekaart met scheidingslijnen van het beheer voor de luchtvaart (vertrek).



Figuur 5-113: Navigatiekaart met scheidingslijnen van het beheer voor de luchtvaart (aankomst).

Navraag door de BMM in het kader van het MEB Belwind (2007) bij de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer, Directoraat Generaal Luchtvaart, Dienst Luchtruim en Luchthavens heeft uitgewezen dat ondanks de positie van Alpha in Nederlandse FIR zone, het luchtruim boven Belgisch grondgebied gelegen is waar de Belgische Staat autoriteit heeft. De

Belgische richtlijnen betreffende bebakening van hindernissen zoals beschreven in de circulaire CIR-GDF03 (12/06/06 – FOD Mobiliteit en Vervoer) zijn dan ook van toepassing voor het luchtverkeer.

5.7.4 Radar en scheepscommunicatie

In overleg met de bevoegde overheid (BMM) werd beslist om de risico's en effecten door de bouw van een Offshore High Voltage Station (Alpha) voor het Belgian Offshore Grid op radar en scheepscommunicatie te onderzoeken. Daarbij werden de effecten bekeken vanuit zowel het Belgische als het Nederlandse oogpunt.

De bespreking en beoordeling van de effecten op radar en scheepscommunicatie werd opgemaakt in een deelstudie door Flemtek-IMDC (2013, externe bijlage). Deze studie bevat:

Een literatuurstudie en opsomming van de effecten op de radars en marifone installaties: SRK radarstations, scheepsradar, VHF radiocommunicatiesystemen, RDF (Radio Direction Finder), DGPS zender in Oostende en AIS (Automatic Information System). Het gaat om zeven mogelijke effecten:

- Zichtbaarheid: Line of Sight (LoS)
- Mogelijke detectie door sidelobes
- Shadowing en mogelijke dode zones
- Vrije Fresnel doorgangen (ook voor de radio communicatie)
- Multiple reflecties en valse echo's
- Diffractie en multipath, met range en azimuth errors;
- Een overzicht van de belangrijkste conclusies.

Het volledige rapport wordt weergegeven in de externe bijlage Flemtek-IMDC (2013).

De bespreking en beoordeling van de cumulatieve effecten op radar en scheepscommunicatie wordt weergegeven in hoofdstuk 6 'Cumulatieve effecten' (§ 6.3.8.2). De bespreking rekening houdend met de effecten op Nederlands grondgebied wordt besproken in hoofdstuk 7 'Grensoverschrijdende effecten' (§ 7.6.2).

6. CUMULATIEVE EFFECTEN

6.1 INLEIDING

De potentiële effecten ten gevolge van de aanleg, exploitatie en mogelijke ontmanteling van het BOG kunnen in combinatie met andere activiteiten op zee leiden tot een cumulatie van effecten. Het aantal activiteiten in de Noordzee neemt immers snel toe. In dit hoofdstuk zal vooral aandacht worden besteed aan de cumulatieve effecten met de 7 (geplande) windmolenparken (Figuur 6-1), aangezien ze naast het BOG project gelegen zijn, verbonden zijn met de opzet van het BOG en vaak gelijkaardig effecten veroorzaken:

C-Power NV heeft in 2008 de eerste zes turbines geplaatst (gravitaire funderingen), die momenteel reeds operationeel zijn. In de periode 2012-2013 werden 48 turbines (jacket funderingen) geplaatst. Eind 2013 zal het volledige park operationeel zijn. Het concessiegebied voor windenergie ligt op de Thorntonbank en is opgesplitst in twee gebieden. In totaal wordt een oppervlakte van 19,9 km² ingenomen.

Belwind NV heeft de nodige vergunningen verkregen voor een grootschalig windturbineproject van 35,4 km² op de Blighbank. Het windmolenpark zal bestaan uit 110 turbines, waarvan momenteel reeds 55 turbines (monopile funderingen) geplaatst zijn. De overige 55 turbines zullen vermoedelijk eveneens geplaatst worden met monopile funderingen.

Northwind NV heeft een vergunning verkregen voor de bouw en de exploitatie van een windmolenpark van 72 monopile turbines (totale oppervlakte: 14,30 km²) op de Lodewijkbank. Tijdens het voorjaar 2013 is men van start gegaan met de constructiefase en in het voorjaar 2014 zal het park hoogstwaarschijnlijk operationeel zijn.

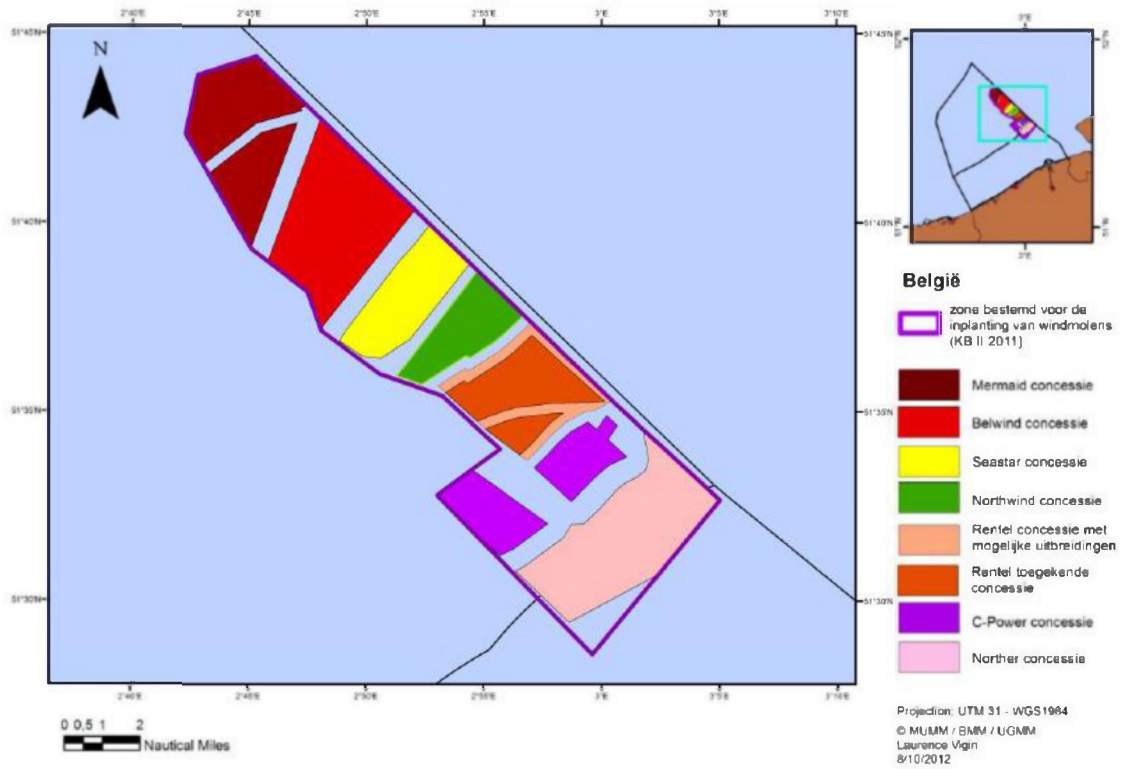
Norther NV heeft een milieuvergunning gekregen voor de bouw van windmolenpark ten zuidoosten van de Thorntonbank. Dit park van 44 km² zal zich het dichtste bij de Belgische kust bevinden, op ca. 21 km. De exacte configuratie is momenteel nog niet gekend maar het aantal turbines zal variëren tussen de 47 en 100.

Rentel NV heeft recentelijk een vergunning gekregen voor een project tussen de Thorntonbank en de Blighbank, op ca. 31 km van de kust. Dit park met een oppervlakte van 18,5 km² (met mogelijke uitbreiding tot 26,9 km²) biedt plaats voor 47 tot 78 turbines.

SeaStar THV zal tijdens de zomer 2013 een milieuvergunning aanvragen voor de bouw van een park tussen de Lodewijkbank en de Blighbank. Op een oppervlakte van 18,4 km² (met mogelijke uitbreiding tot 21,2 km²) kunnen 41 tot 62 turbines geplaatst worden.

Tenslotte heeft ook Mermaid een domeinconcessie verkregen voor de bouw en exploitatie van een windmolenpark ten noordwesten van de Blighbank. Over de mogelijke configuraties is echter nog niets gekend.

Rentel, SeaStar en Mermaid plannen voor hun bekabeling een aansluiting op het Alpha-eiland. Norther zal aansluiten op het Beta-platform. Dit zorgt voor een optimale bundeling van de exportkabels en een minimaal ruimtebeslag.



Figuur 6-1: Overzicht van de domeinconcessies voor offshore windmolenparken in het Belgisch deel van de Noordzee (BMM, 2012).

Al deze projecten vinden echter niet plaats over dezelfde tijdspanne. C-Power en de 1ste fase van Belwind zijn reeds afgerond, en ook Northwind zal in 2014 reeds operationeel zijn. Wat betreft de andere projecten heerst er echter nog onduidelijkheid. De parken die aansluiten op het BOG zullen mogelijk hun constructie afwachten tot het BOG volledig is gerealiseerd. De constructiefases zullen dus verspreid zijn over een periode van meer dan 10 jaar. Bovendien wordt er niet continu gewerkt, maar vooral in het voorjaar en de zomer.

Tabel 6-1: De geplande constructiefases van de 7 windmolenparken en het BOG. De timing van de 2e fase van Belwind en de timing van Mermaid zijn nog niet gekend.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C-Power													
Belwind													
Northwind													
Norther													
Rentel													
SeaStar													
Mermaid											?	?	?
BOG													

Naast potentiële cumulatieve effecten ten gevolge van de windmolenparken, kunnen eveneens cumulatieve effecten optreden ten gevolge van de andere geplande menselijke activiteiten op zee die (deels) gelijksoortige effecten veroorzaken. In de periode 2014-2017 wordt de aanleg door Elia en National Grid van de HVDC interconnector Nemo Link voorzien die een kabelverbinding maakt tussen België en het Verenigd Koninkrijk. De werken in het

BDNZ zullen echter maar 2 maanden in beslag nemen, en afgezien van de aanlanding in Zeebrugge zal de kabel op een grote afstand van het BOG verwijderd liggen. De cumulatieve effecten met Nemo Link zullen dan ook verwaarloosbaar zijn.

Ook zandextractie in het BDNZ kan bijdragen tot cumulatieve effecten. Mariene aggregaatextractie op het BDNZ wordt uitgevoerd door drie partijen:

- Privésector (in 2012: 2.175.246 m³)
- De Vlaamse Overheid, Departement Mobiliteit en Openbare werken, Afdeling Maritieme Toegang (in 2012 waarschijnlijk meer dan 3.000.000 m³)
- Agentschap Maritieme Dienstverlening en Kust, Afdeling kust (1.650.000 m³/3 jaar).

Voor de constructie van het Alpha-eiland zal een grote hoeveelheid zand nodig zijn (ca. 5 miljoen m³ in een worst case benadering). De zandwinning nodig voor de opbouw van het eiland wordt niet in dit MER besproken, aangezien een aparte MER zandwinning zal ingediend worden in een later stadium. In dat MER zullen de cumulatieve effecten van zandwinningsactiviteiten in het BDNZ in combinatie met zandwinning op de Blighbank ten behoeve van de aanleg van het Alpha-eiland, uitvoerig worden besproken.

In de nabije toekomst zullen bovendien de hoeveelheden zand die ontgonnen worden significant toenemen onder meer voor de realisatie van het Masterplan Kustveiligheid dat o.a. het Geïntegreerd Kustveiligheidsplan (GKVP), het OW-plan Oostende en het Zwinproject omvat (www.kustveiligheid.be). Voorlopige inschattingen geven hierbij aan dat voor de periode 2010-2015 ca. 14 miljoen m³ nodig is (rekening houdend met baggerverliezen) (www.kustveiligheid.be, Resource Analysis, 2010). Jaarlijks zal tot 2050 ongeveer 500.000 m³ nodig zijn voor onderhoud (www.kustveiligheid.be).

6.2 CUMULATIEVE EFFECTEN

Bij de cumulatie van effecten van de verschillende activiteiten kan het gaan om een relatief simpele optelsom van alle effecten van de afzonderlijke activiteiten, maar het zou ook zo kunnen zijn dat bepaalde effecten elkaar versterken, of juist geheel of gedeeltelijk opheffen. Tenslotte kan het zo zijn dat afzonderlijke effecten weliswaar bij elkaar moeten worden opgeteld, maar dat dit niet leidt tot significante problemen voor het leven in en op zee en de betrokken habitats, tot dat een vooralsnog onbekende drempelwaarde wordt overschreden, waarna plotseling wel significante problemen ontstaan. In dit laatste geval is er sprake van een niet-lineaire respons.

Enkel effecten die een niet verwaarloosbare (positief of negatief) invloed hebben op een bepaalde discipline zullen worden besproken. Op deze regel kan een uitzondering gemaakt worden indien de effecten een bepaalde drempelwaarde dicht benaderen, waardoor het cumulatieve effect zich in een andere grootteklasse van effecten (matig tot significant) bevindt.

In de meeste gevallen zal het cumulatief effect de som van de effecten zijn (1+1=2). In bepaalde gevallen zal echter het cumulatieve effect afwijken van de som van de effecten (1+1>2 of 1+1<2). Beide gevallen zullen worden besproken en indien mogelijk kwantitatief uitgewerkt, het spreekt voor zich dat dit voor het laatste geval met nog meer detail zal uitgewerkt worden.

6.3 BESCHRIJVING EN BEOORDELING VAN DE CUMULATIEVE EFFECTEN PER DISCIPLINE

De cumulatieve effecten zullen worden besproken per discipline voor zowel de constructie-, operationele, als ontmantelingsfase en de bekabeling. Eerst en vooral worden per discipline in een overzichtstabel de effecten weergegeven ten gevolge van de windmolenparken en het BOG samen. Hierbij wordt in eerste instantie uitgegaan van de worst case situaties (kan variëren naar gelang het beschouwde effect) en worden deze lokaal beoordeeld. Indien er nog geen definitieve configuratie is bepaald voor een windmolenpark (Norther, Rentel, SeaStar, Mermaid) wordt er uitgegaan van een worst case scenario op vlak van milieu.

Daarnaast wordt in de overzichtstabel ook aangegeven of het cumulatief effect gelijk is aan, groter dan of kleiner dan de som van de effecten.

6.3.1 Bodem

Tabel 6-2: Overzicht van de cumulatieve effecten op water.

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Constructiefase eiland		
Invloed op de geologie	Ja	nvt
Invloed op de bodemkwaliteit	Ja	nvt
Invloed op het globale sedimenttransport door eilandconstructie	Neen	<S
Operationele fase eiland		
Invloed op de geologie	Ja	nvt
Invloed op de bodemkwaliteit	Ja	nvt
Invloed op het globale sedimenttransport en morfologie door de eilandconstructie	Neen	<S
Ontmantelingsfase eiland		
Invloed op de geologie	Ja	nvt
Invloed op de bodemkwaliteit	Ja	nvt
Invloed op het globale sedimenttransport en de morfologie door eilandconstructie	Neen	S

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan som van de effecten; <S: cumulatief effect is kleiner dan som van de effecten)

6.3.1.1 Constructiefase

Invloed op morfologie en het globale sedimenttransport

Door nivelleren en baggeren van funderingsputten in naburige windmolenparken, zandextractie op de Hinderbanken en de creatie van het eiland treden bagger- en dumpverliezen op die een sedimenttransport veroorzaken bovenop het natuurlijke. Bovendien wordt door de bagger- en dumpwerken de locale morfologie veranderd.

Voor de bouw van het eiland wordt rekening gehouden met een verlies van ca. 2 miljoen m³ materiaal. Bij de windmolenparken wordt in geval van gravitaire funderingen (worst case) het gebaggerd materiaal van de funderingsputten eerst tijdelijk gestockeerd en daarna gebruikt als backfill.

In het worst-case scenario worden enkel gravitaire funderingen in het Norther park en maximaal aantal gravitaire funderingen in het Rentel park (78 WTG's) en SeaStar park (62 WTG's) voorzien. Voor de andere windmolenparken is uitgegaan van de huidige beslissingen rond het funderingstype: Belwind en Northwind (monopile); C-Power (combinatie gravitaire en jacket fundering). De totale volumes werden overgenomen uit het MER Norther (Arcadis, 2011) en aangevuld met data van Rentel en SeaStar. Voor de cijfers werd rekening gehouden met bagger- en dumpingsverliezen.

Indien gekozen wordt voor gravitaire funderingen voor het Norther, Rentel en SeaStar windmolenpark, zal in totaliteit voor de zes vergunde windmolenparken ca. 3,6 miljoen + 5 miljoen m³ (Rentel) + 4 miljoen m³ zand (SeaStar) gestockeerd worden ten gevolge van de benodigde uitgraving. Hierbij gaat bij de vergunde parken 1,5 miljoen m³ + 1,7 miljoen m³ bij SeaStar + 2,2 miljoen m³ materiaal bij Rentel verloren (totaal 5,4 miljoen m³).

Bij het hergebruiken van het gestockeerde materiaal zullen opnieuw bagger- en dumpingsverliezen optreden dus zal meer gebaggerd moeten worden dan er gestockeerd werd. In het geval van C-Power was dit 468.000 m³, in het geval van Rentel verwachten we 78 x 25.600 m³ (ca. 1.996.800 m³), in het geval van Norther zal dit ca. 1.200.000 m³ (47 x 25.600 m³) zijn en in het geval van SeaStar zal dit ca. 1.675.800 m³ (63 x 26.600 m³) zijn. Cumulatief zal dit dus gaan om een extra volume van ca. 4.872.600 m³ dat bovenop het gestockeerde materiaal gebaggerd zal worden.

In totaal zal door al deze bagger- en dumpactiviteiten 12,3 miljoen m³ materiaal als extra bovenop het natuurlijke sedimenttransport komen.

Het is echter zo dat er een tijdsverschil zal optreden tussen de effecten. De zes windmolenparken zullen slechts gedeeltelijk overlappen qua constructieperiode. Het cumulatieve effect zal daarom kleiner zijn dan de som van de individuele effecten.

Ter vergelijking, op het BDNZ is er de voorbije jaren ongeveer een jaarlijks volume van 2 miljoen m³ aan zand- en grindextractie voor commercieel gebruik geweest, verspreid over een aantal locaties alsook ongeveer 16 miljoen m³ gebaggerd en terug in zee gedumpt op de voorziene stortplaatsen.

6.3.1.2 Operationele fase

Invloed op sedimenttransport en morfologie

De lokale erosie door de aanwezigheid van de funderingen wordt voor alle windmolenparken tegengegaan door het a priori aanleggen van een erosiebescherming. Indien nodig, wordt voor de zes windmolenparken dus mitigerend opgetreden. Ook bij het artificieel eiland wordt een erosiebescherming en breuksteen aangebracht om erosie van en rondom het eiland tegen te gaan.

Gezien de lokale erosie rondom individuele funderingen echter niet zal optreden voor elke windturbine tegelijkertijd en dit effect weggewerkt wordt door herstellen en bijkomend storten van erosiebescherming is het cumulatieve effect kleiner dan de som van de individuele effecten. De erosie rondom het artificieel eiland reikt bovendien niet tot aan de windmolenpark concessiezones.

De lokale erosie rond een artificieel eiland vormt vandaag een onduidelijkheid: ook hier illustreren ontbrekende monitoringsgegevens, wetenschappelijke kennis en praktijkervaring de actuele leemte in de kennis inzake dit topic.

6.3.1.3 Ontmantelingsfase

In elk geval moet later bestudeerd worden en op het einde van de exploitatieperiode beslist worden of volledige verwijdering van het artificieel eiland en zijn erosiebescherming, en de funderingen en erosiebescherming voor elk van de zes windmolenparken de beste optie is voor het milieu.

Invloed op het globale sedimenttransport en de morfologie

Indien in de windmolenparken de erosiebescherming verwijderd wordt, zal er in essentie een put ontstaan ter hoogte van elke fundering. Het herstelgedrag van dergelijke putten verloopt trager dan voor ondiepe baggersleuven. Het herstel van de funderingsputten is op basis van de huidige kennis niet in te schatten in ruimte en tijd. Het is wel zo dat er geen beïnvloeding zal zijn van de diverse funderingsputten zodat het cumulatieve effect niet groter is dan de som van de individuele effecten.

Bij ontmanteling en verwijdering van het artificieel eiland zal de oorspronkelijke morfologie niet hersteld worden en blijft een vlakte achter. Hoe snel de oorspronkelijke duinen zich herstellen is onbekend. Het is wel zo dat er geen beïnvloeding zal zijn van de diverse funderingsputten en de eilandlocatie zodat het cumulatieve effect niet groter is dan de som van de individuele effecten.

6.3.1.4 Bekabeling

Voor het cumulatieve effect van de Norther exportkabels (B1 en B2 in BOG), waarvan de milieu- en kabelvergunning overgedragen zal worden aan ELIA, wordt verwezen naar § 5.1.4.1.2. Dit aangezien de B1 en B2 kabels in dat hoofdstuk reeds onmiddellijk mee in rekening gebracht zijn.

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Constructiefase bekabeling		
Invloed op de geologie	Ja	nvt
Invloed op morfologie en sedimentologie	Ja	nvt
Invloed op het sedimenttransport	Neen	<S
Invloed op bodemkwaliteit	Ja	nvt
Operationele fase bekabeling		
Invloed op de geologie	Ja	nvt
Invloed op het globale sedimenttransport en de morfologie door bekabeling	Ja	nvt
Erosie langsheen de kabels	Ja	nvt
Invloed op bodemkwaliteit	Ja	nvt
Ontmantelingsfase bekabeling		
Invloed op de geologie	Ja	nvt
Invloed op morfologie en sedimentologie	Ja	nvt
Invloed op het sedimenttransport	Neen	<S
Invloed op bodemkwaliteit	Ja	nvt

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan som van de effecten; <S: cumulatief effect is kleiner dan som van de effecten

Invloed op het globale sedimenttransport

De impact op het globale sedimenttransport van het BDNZ door de aanleg (en mogelijke ontmanteling) van de kabels is niet verwaarloosbaar maar aanvaardbaar wegens zijn tijdelijk karakter. Maar een gelijktijdige gezamenlijke installatie van kabels in een versmalde corridor betekent een geringere impact dan indien elk van de vier projecten verschillende trajecten hanteert. Deze optie is echter enkel nog van toepassing voor het Norther, Rentel, SeaStar en later Mermaid project, daar de andere exportkabels reeds gelegd zijn. Maar gezien de verschillende status (al dan niet vergund) van de projecten is hier operationeel een expliciete afstemming tussen de respectievelijke projectontwikkeling van de verschillende partijenprojecten nodig om tot een gezamenlijke invulling verder te komen. Tijdens de operationele fase worden geen cumulatieve effecten verwacht.

Door het baggeren van de sleuven waarin de kabels terechtkomen komt 3 miljoen m³ sediment in de waterkolom terecht bovenop het natuurlijke sedimenttransport. Ook bij de backfill treden opnieuw bagger- en dumpingsverliezen op in de grootteorde van 2 miljoen m³ bovenop de 2 miljoen m³ die verloren gaat bij het creëren van het eiland.

De kans echter dat het kabelleggen gelijkloopt met het creëren van het Alpha-eiland en het baggeren van funderingsputten voor GBF in de nabijgelegen windmolenparken is klein. Het cumulatief effect is dus kleiner dan de som van de effecten.

6.3.2 Water

Tabel 6-3: Overzicht van de cumulatieve effecten op water.

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Constructiefase		
Effecten op de hydrodynamica door eiland	Ja	nvt
Effecten op de waterkwaliteit door eiland	Ja	nvt
Impact op de turbiditeit door eiland	Neen	S
Operationele fase		
Effecten op de hydrodynamica door eiland	Neen	S
Effecten op de waterkwaliteit door eiland	Ja	nvt
Impact op de turbiditeit door eiland	Ja	nvt
Ontmantelingsfase		
Analoge effecten als constructiefase	Ja	nvt

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan som van de effecten; <S: cumulatief effect is kleiner dan som van de effecten)

6.3.2.1 Constructiefase

Impact op de turbiditeit

De constructie van artificieel eiland zal een lokale en tijdelijke verhoging van de turbiditeit veroorzaken. Deze zal het grootst zijn en meest uitgestrekt tijdens springtij.

De kans bestaat dat de bagger- en dumppluimen, ontstaan bij het creëren van het eiland, de turbiditeitspluimen ontstaan bij het creëren van funderingsputten in nabijgelegen windmolenparken versterken. Hun oriëntatie is bij beide activiteiten volgens de dominante ZW-NO richting georiënteerd en de locaties liggen in elkaars verlengde. In IMDC (2013c) wordt een invloedsstraal vermeld van 2,4 km voor baggerwerken in het SeaStar projectgebied.

Wegens een deels gelijklopende planning is het mogelijk dat beide activiteiten met elkaar interfereren. Het cumulatief effect zal gelijk zijn aan de som van de effecten.

6.3.2.2 Operationele fase

De beïnvloedingszone van het eiland op het residueel watertransport reikt tot in de zuidelijke delen van het SeaStar en Northwind park (verlaging stroomsnelheid aan de lijzijde van het eiland ten opzicht van de dominante stromingsrichting). Het cumulatief effect zal gelijk zijn aan de som van de effecten van het eiland en de windturbines. Al is de impact van de funderingen in het windmolenpark op de hydrodynamica verwaarloosbaar klein en cumuleren de impacten van funderingen onderling niet.

6.3.2.3 Ontmantelingsfase

De effecten tijdens de ontmantelingsfase zullen gelijkaardig zijn als in de inrichtingsfase. Voor de meeste effecten zal de impact bovendien geringer zijn dan tijdens de constructiefase daar de intensiteit van de activiteiten afneemt (bvb. geen nivelleringen van de zeebodem meer, geen baggeractiviteiten gekoppeld aan de aanleg van funderingsputten voor gravitaire funderingen).

6.3.2.4 Bekabeling

Voor het cumulatieve effect van de Norther exportkabels (B1 en B2 in BOG), waarvan de milieu- en kabelvergunning overgedragen zal worden aan ELIA, wordt verwezen naar § 5.1.4.1.2. Dit aangezien de B1 en B2 kabels in dat hoofdstuk reeds onmiddellijk mee in rekening gebracht zijn.

Tabel 6-4: Overzicht van de cumulatieve effecten op water.

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Constructiefase		
Effecten op de hydrodynamica door bekabeling	Ja	nvt
Effecten op de waterkwaliteit door bekabeling	Ja	nvt
Impact op de turbiditeit door bekabeling	Neen	<S
Operationele fase		
Effecten op de hydrodynamica door bekabeling	Ja	nvt
Effecten op de waterkwaliteit door bekabeling	Ja	nvt
Impact op de turbiditeit door bekabeling	Ja	nvt
Ontmantelingsfase		
Effecten op de hydrodynamica door verwijdering	Ja	nvt
Effecten op de waterkwaliteit door verwijdering	Ja	nvt
Impact op de turbiditeit door verwijdering bekabeling	Neen	<S

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten; <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten)

Impact op de turbiditeit

De impact op de turbiditeit wordt voor de aanleg van de kabels als tijdelijk en lokaal beoordeeld, zeker in vergelijking met de natuurlijke turbiditeit. Het cumulatief effect dat ontstaat door het leggen van andere kabels of het cumulatief effect door zandextractie in de buurt wordt als aanvaardbaar beoordeeld.

Bovendien zou de gezamenlijke (zelfde trajecten) en gelijktijdige installatie van kabels een geringere impact(zone) kunnen betekenen. Hieraan wordt deels voldaan door de kabeltracés van verschillende projecten zoveel mogelijk op elkaar af te stemmen. Een gelijktijdige installatie van de exportkabel is in de praktijk enkel nog mogelijk voor Norther, Rentel, SeaStar, en later Mermaid. Maar gezien de verschillende status (al dan niet vergund) van de projecten is hier operationeel een expliciete afstemming tussen de respectievelijke projectontwikkeling van de verschillende partijenprojecten nodig om tot een gezamenlijke invulling verder te komen. Tijdens de operationele fase worden er geen cumulatieve effecten verwacht. Indien verschillende parken en Elia tegelijk tot ontmanteling overgaan worden dezelfde effecten op turbiditeit verwacht als tijdens de constructiefase.

6.3.3 Klimaat en atmosfeer

Tabel 6-5: Overzicht van de cumulatieve effecten op klimaat en atmosfeer.

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Constructiefase (inclusief bekabeling)		
Emissies tijdens de transport- en bouwfase	Ja	nvt
Operationele fase (inclusief bekabeling)		
Impact op temperatuursklimaat o.i.v. kabels	Ja	nvt
Emissies tengevolge van inspectie en onderhoud	Ja	nvt
Ontmantelingsfase (inclusief bekabeling)		
Emissies tijdens de transport- en afbraakfase	Ja	nvt

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten; <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten)

6.3.3.1 Constructiefase

Er worden geen cumulatieve effecten verwacht op het klimaat of de atmosfeer tijdens de constructiefase.

6.3.3.2 Operationele fase

Er worden geen cumulatieve effecten verwacht op het klimaat of de atmosfeer tijdens de operationele fase.

6.3.3.3 Ontmantelingsfase

Er worden geen cumulatieve effecten verwacht op het klimaat of de atmosfeer tijdens de ontmantelingsfase.

6.3.4 Geluid en trillingen

Tabel 6-6: Overzicht van de cumulatieve effecten van geluid en trillingen.

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Constructiefase		
Scheepvaart	Ja	nvt
Baggerwerken	Ja	nvt
Operationele fase		

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Scheepvaart tijdens onderhoudswerken	Ja	nvt
Ontmantelingsfase		
Analoog constructiefase	Ja	nvt
Bekabeling		
Baggeren van de kabel	Ja	nvt

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten; <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten)

6.3.4.1 Constructiefase

Het effect van het geluid en de trillingen tijdens de constructiefase is tijdelijk. Bovendien zijn de verhoogde geluidsniveaus veroorzaakt door de constructie van het BOG veel lager dan voor de windmolenparken waarbij de funderingen ingeheid worden. Er worden dus geen cumulatieve effecten verwacht voor de constructie van het BOG.

6.3.4.2 Operationele fase

Er worden geen cumulatieve effecten verwacht op geluid en trillingen tijdens de operationele fase.

6.3.4.3 Ontmantelingsfase

Er worden geen cumulatieve effecten verwacht tijdens de ontmantelingsfase.

6.3.4.4 Bekabeling

De installatie van de BOG-kabels zal een minder lange geluidstoename met zich meebrengen dan wanneer de kabels voor elk van de windmolenparken afzonderlijk worden aangelegd en er verschillende trajecten gehanteerd worden of wanneer kabels langs eenzelfde traject maar op een ander tijdstip gelegd worden.

6.3.5 Fauna, flora & biodiversiteit

6.3.5.1 Benthos

Tabel 6-7: Overzicht van de cumulatieve effecten op benthos.

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Constructiefase		
Biotoopverstoring	Neen	S
Verlies aan organismen	Neen	<S
Verstoring door sedimentatie	Neen	S
Operationele fase		
Andere vormen van verstoring	Ja	nvt
Ontmantelingsfase		
Andere vormen van verstoring	Ja	nvt
Bekabeling		
Biotoopverstoring	Neen	<S
Verstoring door turbiditeit	Neen	nvt
Elektromagnetische velden	Ja	nvt

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Opwarming	Ja	nvt

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten; <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten)

6.3.5.1.1 Constructiefase

Biotoopverstoring

De grootte van de cumulatieve biotoopverstoring is afhankelijk van de uiteindelijke oppervlakte-inname van het eiland, van het aantal windturbines en het type funderingen dat uiteindelijk gebruikt wordt. Voor de windmolenparken wordt de biotoopverstoring opgedeeld in een permanent direct biotoopverlies en een (al dan niet tijdelijke) indirecte biotoopverstoring tengevolge van stockage van gebaggerd zand.

Tabel 6-8 geeft de totale biotoopverstoring weer voor de windmolenparken en het BOG. Momenteel heeft C-Power zes gravitaire funderingen en 48 jacket funderingen geplaatst en Belwind 56 monopiles. Northwind plaatst 72 monopiles en de overige windturbines van Belwind (55) zullen hoogstwaarschijnlijk ook bestaan uit monopiles. Voor Norther, Rentel en SeaStar is de configuratie nog niet gekend en wordt er uitgegaan van een worst case scenario, zijnde respectievelijk 47, 78 en 62 gravitaire funderingen. Voor Mermaid is er nog geen configuratie gekend. Voor het MER-ontwerp bedraagt de biotoopverstoring ca. 47 ha voor de aanleg van Alpha en ca. 60 ha voor de bekabeling.

Tabel 6-8: Biotoopverstoring windmolenparken + BOG. Voor de windmolenparken wordt uitgegaan van een tijdelijke stockage van 5 m van het uitgebaggerd zand.

	C-Power	Northwind	Belwind	Norther	Rentel	SeaStar	Mermaid	BOG	Totaal
Totaal biotoopverlies (m^2)	116.100	2.095.200	64.700	1.066.300	3.116.000	2.492.800	?	1.067.600	10.018.700
Relatieve oppervlakte t.o.v. BDNZ	0,003%	0,06%	0,002%	0,03%	0,09%	0,07%	?	0,03%	0,29%

De oppervlakte-inname voor deze worst case scenario's blijft echter relatief klein in vergelijking met het gehele BDNZ (max. slechts 0,3%). Bovendien neemt dit relatieve verlies niet plaats in een natuurbeschermingsgebied of een gebied gekenmerkt door een hoge ecologische waarde en wordt verwacht dat verstoorde oppervlakte opnieuw gekoloniseerd zullen worden. Er kan dus besloten worden dat het cumulatieve verlies aan biotoop voor benthische organismen een gering tot matig negatief effect zal hebben.

Verlies aan organismen

Het verlies aan organismen is recht evenredig met het biotoopverlies. De totale biomassa van het BDNZ wordt na extrapolatie geschat op >100.000 ton. Reeds eerder werd erop gewezen dat offshore zandbanken niet geïdentificeerd worden als gebieden met een zeer hoge natuurwaarde. Er kan dus verwacht worden dat het relatieve verlies ten opzichte van de Belgische wateren nog kleiner zal zijn dan dat een ruwe extrapolatie van deze biomassa voor het volledige BDNZ zou geven.

In vergelijking met andere sectoren zoals de boomkorvisserij is het impactgebied van het BOG zeer klein. Bovendien bestaat de basis voor Alpha uit zand waardoor 0,3 km^2 van het 0,5 km^2 verstoorde oppervlak opnieuw kan gekoloniseerd worden. Daarenboven moet bij dit

cumulatieve effect rekening gehouden worden met het mogelijke refugiumeffect dat ontstaat door de sluiting van de gebieden rond het BOG en de windmolenparken voor de visserij. In totaal gaat het om een oppervlakte (incl. veiligheidszone 500 m) van 240 km² of m.a.w. ca. 7% van het BDNZ. Tenslotte kan er nog op gewezen worden dat door de creatie aan nieuw hard habitat de biodiversiteit zal toenemen. Er kan verwacht worden dat deze positieve bijdrage relatief groter zal zijn bij het afsluiten of creëren van een groter aaneensluitend gebied (vandaar cumulatief effect <S).

Het cumulatieve effect moet dus gezien worden als het negatieve effect aan verlies aan organismen door de 7 parken en het BOG, gecorrigeerd met het positieve effect van het refugium en de creatie aan nieuw habitat. Voor het cumulatieve scenario wordt het totale effect als matig tot gering negatief beoordeeld, afhankelijk van de beschouwde schaal (t.o.v. Belgisch concessiegebied versus BDNZ). Gezien hier het worst case cumulatieve scenario (GBF turbines + grootst mogelijk eiland oppervlakte-inname) wordt voorgesteld, wordt dit effect voor de kleiner ingeschat. Er kan dus besloten worden dat ongeacht het scenario het verlies aan organismen tengevolge van de windmolenparken als aanvaardbaar kan beschouwd worden.

Verstoring door sedimentatie

Dit type van verstoring is voornamelijk gerelateerd met de baggeractiviteiten. De grootte van de impact zal dan ook nauw samenhangen met de biotoopverstoring (zie hoger) en kan voor de verschillende cumulatieve scenario's als gering negatief worden beoordeeld.

6.3.5.1.2 Operationele fase

Er worden geen cumulatieve effecten verwacht op het benthos.

6.3.5.1.3 Ontmantelingsfase

Er worden eveneens geen cumulatieve effecten verwacht tijdens de ontmantelingsfase.

6.3.5.1.4 Bekabeling

Biotoopverstoring

Algemeen kan gesteld worden dat de biotoopverstoring tengevolge van de kabels van de verschillende windmolenparken naar de kust niet significant zal zijn. Bovendien zal er door het aanleggen van het BOG een bundeling worden voorzien van de kabeltrajecten van de afzonderlijke parken. Hierdoor moeten minder kabels worden gelegd dan wanneer elk windmolenpark zijn eigen kabels zou leggen. Door een kleiner ruimtebeslag wordt ook het cumulatieve effect geminimaliseerd en wordt gekozen voor het best beschikbare alternatief voor het milieu. De som van de effecten is dus kleiner.

6.3.5.2 Vissen

Tabel 6-9: Overzicht van de cumulatieve effecten op de vissen.

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Constructiefase		
Biotoopverstoring	Neen	S
Verlies aan organismen	Ja	nvt
Verstoring door sedimentatie	Ja	nvt

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Geluidsverstoring en trillingen	Ja	nvt
Operationele fase		
Geluidsverstoring en trillingen	Ja	nvt
Andere vormen van verstoring	Ja	nvt
Ontmantelingsfase		
Analoog constructiefase	Ja	nvt
Bekabeling		
Biotoopverstoring	Ja	nvt
Verstoring door turbiditeit	Ja	nvt
Elektromagnetische velden	Ja	nvt
Opwarming	Ja	nvt

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten; <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten)

6.3.5.2.1 Constructiefase

Biotoopverstoring

De effecten van biotoopverstoring op de vissen zijn gelijkaardig met de effecten op het benthos (§ 6.3.5.1). Ongeacht het gekozen scenario worden de cumulatieve effecten als aanvaardbaar beoordeeld.

6.3.5.2.2 Operationele fase

Er worden geen cumulatieve effecten verwacht tijdens de operationele fase.

6.3.5.2.3 Ontmantelingsfase

Er worden eveneens geen cumulatieve effecten verwacht tijdens de ontmantelingsfase.

6.3.5.2.4 Bekabeling

Er worden geen cumulatieve effecten verwacht tengevolge van de bekabeling.

6.3.5.3 Vogels

Tabel 6-10: Overzicht van de cumulatieve effecten op de vogels.

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Constructiefase		
Verstoring door sedimentatie	Ja	nvt
Geluidsverstoring	Ja	nvt
Operationele fase		
Aanwezigheid eiland	Neen (?)	>S (?)
Ontmantelingsfase		
Analoog constructiefase	Ja	nvt
Bekabeling		
Algemene verstoring	Ja	nvt

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten; <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten)

6.3.5.3.1 Constructiefase

De effecten op vogels tijdens de constructiefase worden als gering negatief tot onbestaande geschat. Er kan wel gesteld worden dat het mogelijke effect van verstoring kleiner zal zijn indien er geen overlapping bestaat in bouwperiodes van de verschillende windmolenparken en het BOG. Op die manier zal de zone waar verstoring zal optreden kleiner zijn dan wanneer alle parken tegelijk worden gebouwd. Echter zal hierdoor wel de tijdsduur van de verstoring toenemen. In alle gevallen (afzonderlijk bouwen of samen bouwen) zal de som van de verstoringseffecten aanvaardbaar zijn, en worden er geen significante effecten verwacht op de verschillende vogelsoorten.

6.3.5.3.2 Operationele fase

Het Alpha-eiland zal een grote aantrekking uitoefenen op vogelsoorten aangezien het kan gebruikt worden als rustplaats op zee. Ook de toename van harde substraten kan mogelijk zorgen voor een verbetering in voedselbeschikbaarheid. Er wordt bijgevolg verwacht dat het BOG een gering positief effect kan hebben op vogels. Door de aanwezigheid van honderden turbines nabij het eiland kan dit echter de aanvaringskans verhogen. Verdere monitoring naar de wisselwerking tussen het eiland en de windmolenparken is dan ook aangewezen.

6.3.5.3.3 Ontmantelingsfase

Er worden bijgevolg geen significante cumulatieve effecten verwacht op de verschillende vogelsoorten.

6.3.5.3.4 Bekabeling

Er worden geen cumulatieve effecten verwacht tengevolge van de bekabeling.

6.3.5.4 Zeezoogdieren

Tabel 6-11: Overzicht van de cumulatieve effecten op de zeezoogdieren.

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Constructiefase		
Algemene verstoring	Neen	S
Operationele fase		
Verstoring en voedselbeschikbaarheid	Ja	nvt
Ontmantelingsfase		
Analoog constructiefase	Ja	nvt
Bekabeling		
Algemene verstoring	Ja	nvt
Elektromagnetische velden	Ja	nvt

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten; <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten)

6.3.5.4.1 Constructiefase

Algemene verstoring

Wanneer de constructiefase van het BOG met één of meerdere windmolenparken tegelijkertijd zou doorgaan, zullen zeezoogdieren over een groot gebied verstoord worden door

baggerwerken, verhoogde scheepvaartintensiteit en aanleggen van kabels en erosiebescherming. Mogelijk ontstaat er in bepaalde windmolenparken eveneens een verhoging van het geluidsniveau door heiactiviteiten.

Er wordt verwacht dat zeezoogdieren de zone voor een langere periode zullen verlaten. Het effect zal gelijk zijn aan de som van de effecten. De langere duur van blootstelling aan hoge geluidsniveaus kan echter leiden tot een cumulatief effect dat groter is dan de som van de effecten. Het effect van verstoring dient daarom goed opgevolgd te worden in het monitoringsprogramma. Vooral de windmolenparken zullen bijdragen tot hogere geluidsniveaus door het mogelijke heien van de palen. Bruinvissen zijn bovendien vooral in grotere aantallen aanwezig tussen januari en april, terwijl de constructiefase meestal tijdens de zomermaanden plaatsvindt. Tenslotte is de bouwfase tijdelijk. Zodra de werken zijn voltooid, kan verwacht worden dat zeezoogdieren na de terugkeer van hun voornaamste prooiorganismen, eveneens zullen terugkeren naar het windmolenparkgebied en haar omgeving.

Indien rekening gehouden wordt met de voorgestelde milderende maatregelen en aanbevelingen (o.a. heiwerkzaamheden uitvoeren in een zo kort mogelijke periode) en het feit dat de bouwfase slechts tijdelijk van aard is, wordt het effect als matig negatief beoordeeld.

6.3.5.4.2 Operationele fase

De onderhoudswerken kunnen een verstorend effect hebben op zeezoogdieren. Anderzijds kan tijdens de operationele fase echter een toename optreden van zeezoogdieren in de omgeving van het park door het wegvallen van visserij in het gebied, door het beschikbaar zijn van meer voedsel en door het beschikbaar komen van andere voedselbronnen. Bovendien kan een gedeelte van de constructies (vb. aanmeerplatform) eventueel tijdelijk (gedurende laagtij) een rustplaats vormen voor zeehonden.

Het effect van de fysische aanwezigheid van het eiland en waarschijnlijk ook de windmolenparken op zeezoogdieren zal verwaarloosbaar zijn. Observaties bij verscheidene operationele windmolenparken geven momenteel nog geen eenduidig effect op Bruinvissen weer. In sommige gevallen wordt een significante afname van gebruik van het park waargenomen, terwijl er bij andere parken geen enkele aanwijzingen voor gedragswijziging zijn. Er kan waarschijnlijk ook gewenning optreden.

Het cumulatief effect van alle windmolenparken en het BOG is momenteel nog moeilijk te voorspellen en een gepaste monitoring is noodzakelijk.

6.3.5.4.3 Ontmantelingsfase

Er worden geen cumulatieve effecten verwacht tijdens de ontmantelingsfase.

6.3.5.4.4 Bekabeling

De bekabeling zal eveneens geen cumulatieve effecten veroorzaken op zeezoogdieren.

6.3.5.5 Harde substraten

Tabel 6-12: Overzicht van de cumulatieve effecten op de fauna van harde substraten.

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Constructiefase		

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Toename hard substraat	Neen	S
Operationele fase		
Verandering habitat	Neen	S
Ontmantelingsfase		
Analoog constructiefase	Ja	nvt

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten; <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten)

6.3.5.5.1 Constructiefase

Tabel 6-13 geeft een overzicht van de hard substraten die aanwezig zullen zijn wanneer C-Power, Northwind, Belwind, Norther, Rentel en SeaStar volledig gebouwd zijn. Voor Norther, Rentel en SeaStar wordt uitgegaan van een worst case scenario. Voor Mermaid zijn er nog geen configuraties gekend, maar waarschijnlijk ligt de oppervlakte hard substraat in een zelfde grootorde als de andere windmolenparken. Voor het BOG zal een grondoppervlakte van 178.700 m² ingenomen worden door erosiebescherming, breuksteen en mogelijk caissons. Door het onregelmatig oppervlak van de stenen en de onzekerheid over het uiteindelijke ontwerp van het eiland, kan de effectieve oppervlakte hard substraat onmogelijk bepaald worden in dit stadium. Indien er rekening wordt gehouden met het gegeven dat de erosiebescherming van zowel de windmolenparken als het BOG gedeeltelijk opnieuw onder het zand zal verdwijnen door sedimentatie, dan is de impact van dit worst case cumulatief scenario te relativeren.

Tabel 6-13: Cumulatieve bijdrage introductie hard substraat (HS).

	C-Power	Northwind	Belwind	Norther	Rentel	SeaStar	Totaal
Opp HS (m²)	139.400	390.000	105.100	203.000	778.800	277.000	1.893.300

6.3.5.5.2 Operationele fase

In de discipline 'Fauna, flora & biodiversiteit' (§ 5.4.3.5) werd uitvoerig ingegaan op de mogelijke voor- en nadelen van de introductie van hard substraat.

Er valt in de zuidelijke Noordzee een globale toename te constateren van allerlei kunstmatige harde substraten. Men kan verwachten dat windmolenparken, mogelijke energie-eilanden, boeien, meetpalen, installaties voor maricultuur, wrakken, etc. die elk op zich slechts een kleine oppervlakte innemen, kunnen werken als opstap voor de verspreiding van allerlei sessiele organismen, waaronder zuidelijke soorten dan wel exoten die warmer water verkiezen (het zogenaamde "stepping stone effect"). Dit werd tijdens discussies in de ICES WGITMO Group (Working Group on Introductions and Transfers of Marine Organisms) erkend als een van de belangrijke effecten van windmolenparken en andere harde substraten. Er werd reeds aangehaald dat niet minder dan 68 niet-inheemse soorten zich reeds in de Belgische kustwateren gevestigd hebben. De monitoring resultaten van het C-Power windmolenpark (Kerckhof *et al.*, 2009, 2010, 2011, 2012) bevestigen de toenemende druk van niet-inheemse soorten.

Ongeacht de voor- en nadelen van deze introductie, wordt het effect als aanvaardbaar beschouwd. Enige voorzichtigheid is wel op zijn plaats en verdere monitoring om deze resultaten te bevestigen zijn wenselijk.

6.3.5.5.3 Ontmantelingsfase

Er worden eveneens geen cumulatieve effecten verwacht op de fauna van harde substraten tijdens de ontmantelingsfase.

6.3.6 Zeezicht & cultureel erfgoed

Tabel 6-14: Overzicht van de cumulatieve effecten op zeezicht en cultureel erfgoed.

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Constructiefase		
Effect op het zeezicht	Neen	S
Effect op het cultureel erfgoed	Ja	nvt
Operationele fase		
Effect op het zeezicht	Neen	<S
Effect op het cultureel erfgoed	Ja	nvt
Ontmantelingsfase		
Analoog constructiefase	Neen	S
Bekabeling		
Effect op het zeezicht	Ja	nvt
Effect op het cultureel erfgoed	Ja	nvt

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten; <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten)

6.3.6.1 Constructiefase

De constructieactiviteiten kunnen een effect hebben op de beleving van toeristen, bewoners en vissers. De scheepvaart zal verhogen en ook de bouwwerkzaamheden kunnen het zeezicht op zee beïnvloeden. De bouw van de verschillende windmolenparken is al enkele jaren aan de gang en zal vermoedelijk nog doorgaan tot 2018-2019. De bouwperiodes van het BOG en de parken kunnen deels overlappen waardoor de verstoring zal verminderen in duur, maar wel een verhoogde intensiteit van verstoring met zich mee zal brengen. Gezien de concentratie van activiteiten binnen één afgebakende windconcessiezone en aanpalend het BOG, zal de verstoring grotendeels aan de oostkust voelbaar zijn. Langs de andere kant kunnen de werkzaamheden ook als een extra toeristische attractie gezien worden. Ongeacht dit gegeven, wordt het cumulatieve effect als gering negatief beoordeeld.

6.3.6.2 Operationele fase

Aangezien Alpha niet zichtbaar zal zijn vanuit de kust wordt er geen bijkomend cumulatief effect verwacht ten gevolge van het BOG.

6.3.6.3 Ontmantelingsfase

De cumulatieve effecten die tijdens de ontmantelingsfase zullen optreden zijn analoog met de constructiefase.

6.3.6.4 Bekabeling

Langsheen de tracés voor de kabels zijn enkele wrakken gesitueerd. Wanneer het ontwijken van scheepswrakken telkens maximaal nagestreefd wordt door het uitvoeren van een voorafgaande side-scan sonar survey (of een gelijkwaardig onderzoek) langsheen het traject,

wordt het effect op het maritiem cultureel erfgoed tot een minimum beperkt. Het cumulatieve effect op het maritiem archeologisch erfgoed wordt bovendien verder gereduceerd doordat de kabeltracés van Norther, Rentel, SeaStar en Mermaid worden vervangen door de BOG-kabels.

6.3.7 Interactie met andere menselijke activiteiten

De cumulatieve effecten onder het hoofdstuk 'Interactie met andere menselijke activiteiten' worden besproken per gebruiksfunctie. Er wordt enkel een onderscheid gemaakt tussen de constructie-, operationele en ontmantelingsfase en de bekabeling indien dit relevant blijkt te zijn.

Tabel 6-15: Overzicht van de cumulatieve effecten op menselijke activiteiten.

Effect	Verwaarloosbaar	Cumulatief
Effect op visserij	Neen	>S
Effect op maricultuur	Ja	nvt
Effect op militaire activiteiten	Ja	nvt
Effect op kabels en pijpleidingen	Ja	nvt
Effect op zand- en grindontginning	Ja	nvt
Effect op wetenschappelijk onderzoek	Neen	S

(S: cumulatief effect = som van de effecten; >S: cumulatief effect is groter dan de som van de effecten; <S: cumulatief effect is kleiner dan de som van de effecten)

6.3.7.1 Visserij

De zone rond het eiland (veiligheidsafstand) dat afgesloten wordt voor de visserij is minimaal in vergelijking met het afsluiten van de concessiezone voor windenergie. Gebaseerd op algemene gegevens van de beschikbare studies zijn bovendien zowel de Thorntonbank, de Blighbank als de Lodewijkbank van minder belang voor de Belgische visserij (Arcadis, 2008, 2011; Ecolas, 2003, 2007). Dekker *et al.* (2009) heeft berekend dat het afsluiten van windmolenparken (en ook mariene beschermde gebieden) slechts een minimaal effect zal hebben op de hoeveelheid te vangen vis en dus op de visserij. Maricultuur biedt eveneens mogelijkheden om de economische activiteit van de visserij deels vervangen. Op basis van deze gegevens wordt het cumulatieve effect (beperkte omvang, permanent karakter) van verlies aan traditionele visserijgronden door de windmolenparken en het BOG als matig negatief ingeschat en dus als aanvaardbaar beoordeeld. Daarnaast wordt de Belgische visserijsector reeds meer onder zware druk gezet door het Europese visserijbeheer (opgelegde TAC's en quota, beperkingen visserij-inspanning), en dat het beschreven cumulatief effect door de windmolenparken hierbij gerelativeerd kan worden.

De afsluiting van een groot aaneengesloten gebied er wel toe leiden dat de vaartijd van vissersschepen toeneemt.

Naast het ruimtelijke verlies spelen de cumulatieve korte en langetermijneffecten tijdens de constructie- en operationele fase op de vissen een rol voor de visserijsector. Mogelijke cumulatieve negatieve effecten worden veroorzaakt door het heien van de palen (monopile, jacket funderingen) en het ontstaan van elektromagnetische stralingen (kabels). Momenteel bestaat er nog veel onzekerheid rond de impact van deze effecten. Voorlopig wordt dit effect als matig negatief (heigeluid tijdens constructie) tot gering negatief (elektromagnetische

straling) ingeschat, maar verder onderzoek is wenselijk. Mits gebruik van milderende maatregelen kunnen beide effecten als aanvaardbaar beoordeeld worden.

Daarnaast kan een afsluiting van het gebied voor visserij en scheepvaart een positief effect hebben op de vispopulaties. Ook de introductie van harde substraten kan resulteren in een toename van vis. Voor een inschatting van deze effecten wordt verder verwezen naar de discipline 'Fauna, flora & biodiversiteit' (§ 5.4).

Tenslotte wordt er op gewezen dat er geen cumulatieve effecten te verwachten zijn van de aanleg van de kabeltracés naar de kust op de visserij. Zij liggen voldoende diep om beschadiging van de kabels door vissersschepen te voorkomen.

6.3.7.2 Wetenschappelijk onderzoek en oceanologische waarnemingen

De uitgebreide monitoring van de windmolenparken en het eiland zal een positieve bijdrage leveren aan de wetenschappelijke kennis van het BDNZ. Ook de mogelijkheid tot gemeenschappelijk onderzoek tussen de offshore industrie en Belgische universiteiten en andere wetenschappelijke instellingen biedt nieuwe opportuniteiten. Het cumulatief effect op het wetenschappelijk onderzoek wordt dus als matig positief beoordeeld.

6.3.8 Risico's en veiligheid

Er wordt verwacht dat de belangrijkste cumulatieve effecten voor de discipline Risico's en veiligheid zullen optreden voor de deelaspecten 'Scheepvaart' en 'Radar en scheepscommunicatie'. Zodoende worden enkel deze aspecten verder besproken.

6.3.8.1 Scheepvaart

Binnen dit onderdeel wordt ingegaan op de potentiële effecten op de scheepvaart door de aanwezigheid van het eiland en de hiermee verbonden milieuverontreiniging.

6.3.8.1.1 Methodologie

In overleg met BMM is Elia overeen gekomen om zowel de situatie te simuleren waarin alle windmolenparken (Norther-C-Power-Rentel-Northwind-SeaStar-Belwind-Mermaid) reeds gerealiseerd zijn, als de situatie waarin de nog niet vergunde parken (SeaStar en Mermaid) nog vrij toegankelijk zijn voor de scheepvaart. Het is immers niet zeker of deze parken in hun huidige voorziene vorm zullen worden vergund en gerealiseerd, en zo ja, of deze gerealiseerd zullen worden voordat het eiland is aangelegd. Wanneer het eiland eerder is geconstrueerd dan de windmolenparken, resulteert dit in tijdelijk nog afwijkende verkeersstromen rond het eiland dan na de aanleg van de windmolenparken. Bovendien worden 2 eilandlocaties in rekening gebracht: naast de effectieve locatie (Alpha 1) op de Lodewijkbank, wordt voor de veiligheidsstudie ook de alternatieve locatie (Alpha 2) op de Blighbank bestudeerd.

Tabel 6-16: Overzicht van de scenario's.

	Geen eiland	**Eiland locatie Alpha 1**	**Eiland locatie Alpha 2**
Alle windmolenparken gerealiseerd	Basisscenario	Scenario 1 Alpha 1 (Sc1A1)	Scenario 1 Alpha 2 (Sc1A2)
Windmolenparken Mermaid en Seastar niet aanwezig		Scenario 2 Alpha 1 (Sc2A1)	Scenario 2 Alpha 2 (Sc2A2)

De potentiële effecten op de scheepvaart door de aanwezigheid van het Alpha-eiland in combinatie met de windmolenparken werden gekwantificeerd op basis van AIS-data van 2012 en het SAMSON-model ('Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea'), waarmee de kans op aanvaring/aandrijving van een schip berekend werd (MARIN, 2013, cf. externe bijlage).

Het totale SAMSON-model bestaat uit verschillende submodellen voor de verschillende ongevallen. Om het verwachte aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar met het artificiële eiland te bepalen, worden de volgende modellen gebruikt:

- Contact met een vast object (het eiland, gemodelleerd door 12 pieren)
  - als gevolg van een navigatie fout (ramming)
  - als gevolg van een motorstoring (drifting)

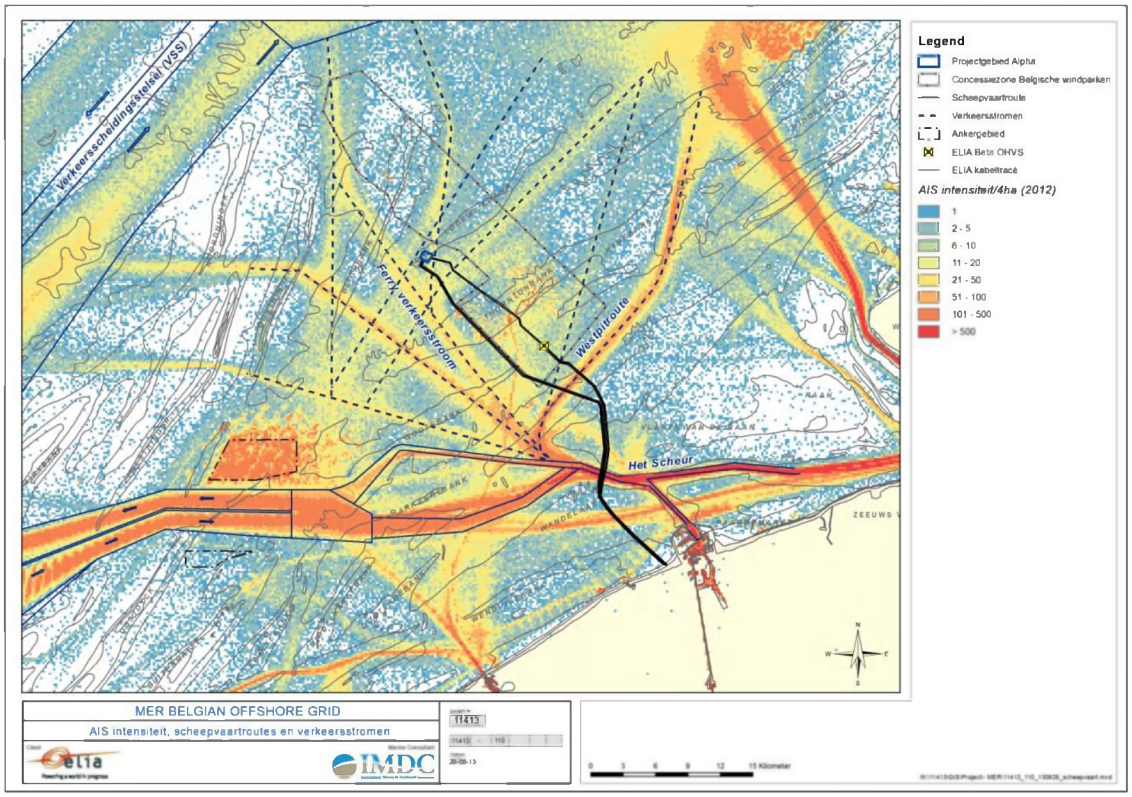
Om het effect van de aanwezigheid van het artificiële eiland op de scheepvaart buiten de windparklocatie te schatten, wordt het risiconiveau met en zonder het eiland vergeleken. Om het "algemene" risiconiveau vast te stellen worden de volgende modellen gebruikt:

- Schip-schip aanvaringen
- Contact met een platform
  - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
  - als gevolg van een motorstoring (drifting)
- Contact met een pier
  - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
  - als gevolg van een motorstoring (drifting)
- Stranden
  - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
  - als gevolg van een motorstoring (drifting)

De toename van de afgelegde scheepsmijlen, de extra kosten en de CO_2 uitstoot worden berekend door de resultaten voor de scenario's met het BOG-eiland te vergelijken met de situatie zonder eiland, de zogenaamde autonome situatie, of het basis scenario. De autonome situatie is hier de verkeersafwikkeling waarbij alle zeven windparken in het gebied gerealiseerd zijn, dus Norther, C-Power, Rentel, Northwind, SeaStar, Belwind en Mermaid.

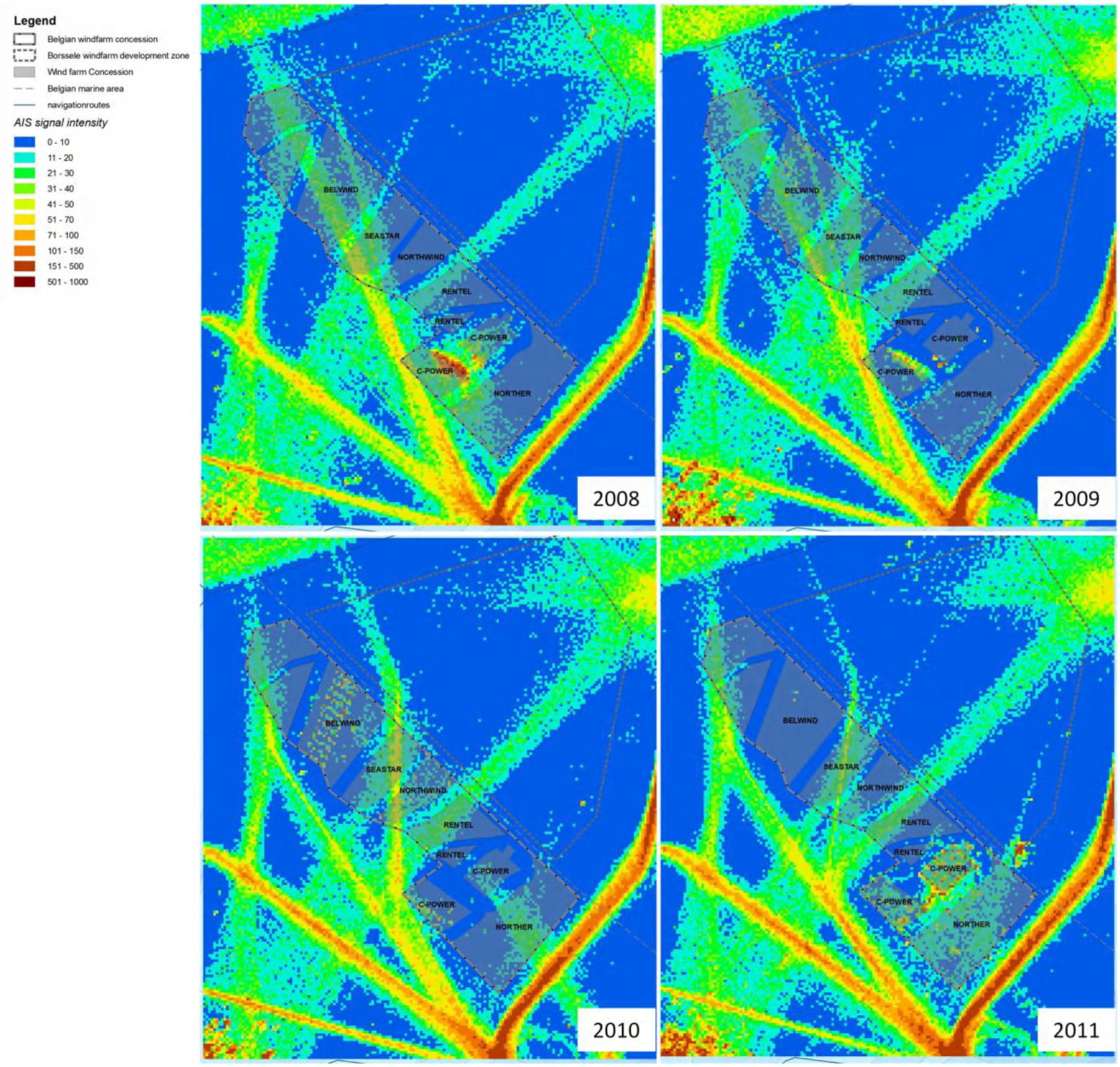
6.3.8.1.2 Referentiesituatie en autonome ontwikkeling

Om een beeld te krijgen van de huidige verkeersafwikkeling is een jaar AIS-data van 2012 geanalyseerd en weergegeven in een densiteitskaart (aantal schepen per gridcel van 200 x 200 m), weergegeven in Figuur 6-2. Deze kaart toont hoe een belangrijke secundaire vaarroute doorheen het SeaStar concessiegebied en nabij het Alpha projectgebied naar het noorden gevolgd wordt. Om de autonome ontwikkeling naar de toekomst toe te kunnen inschatten, kan gekeken worden naar de evolutie van het scheepvaartverkeer tijdens de afgelopen jaren onder invloed van het in gebruik nemen van windmolenparken C-Power en Belwind (Figuur 6-3).



Figuur 6-2: Scheepvaartverkeer in 2012 (bron AIS-data: Beheer- en Exploitatie Team Schelderadarketen, J. Raes, Hoofdbeheerder BET-SRK (VL), A. Descamps, Afdelingshoofd Scheepvaartbegeleiding) (zie Bijlage E voor A3 kaart).

In 2009 ontstond een nieuwe secundaire scheepvaartroute doorheen de Seastar concessiezone, waarschijnlijk mede door werkzaamheden in het Belwind park. In 2009 is ook de intensiteit in scheepvaartverkeer toegenomen in de NW-ZO route ten zuiden van het totale concessiegebied. In 2010 werd scheepvaart in de Belwind concessiezone volledig verboden. De secundaire vaarroutes doorheen het park verlegden zich naar een westelijke en een oostelijke route rond het park. In 2011 heeft de scheepvaart zich nog meer geconcentreerd in een NNW-ZZO gerichte route parallel aan de ZW kant van het Belgisch concessiegebied. Ook de route doorheen het Seastar gebied heeft zich iets geheroriënteerd waardoor minder verkeer doorheen het Northwind gebied passeert. Tussen 2011 en 2012 is de scheepvaartintensiteit langsheen alle vaarroutes verminderd, de ligging van de routes is echter ongeveer gelijk gebleven. Enkel de werken in het C-Power gebied hebben zich verlegd van de noordoostelijke deelzone naar de zuidwestelijke deelzone. Het is te verwachten dat door de ingebruikname van de windmolenparken de scheepvaartroutes zich autonoom zullen ontwikkelen tot routes ten ZO en NW rondom de Belgische windmolenzone. Daar zal de intensiteit van de scheepvaart sterk toenemen en zich concentreren in strikte vaarroutes omheen het geheel van de windmolenparken.



Figuur 6-3: Evolutie van het scheepvaartverkeer rondom en tussen de windmolenparken tussen 2008 en 2011 (bron AIS-data: Beheer- en Exploitatie Team Schelderadarketen, J. Raes, Hoofdbeheerder BET-SRK (VL), A. Descamps, Afdelingshoofd Scheepvaartbegeleiding).

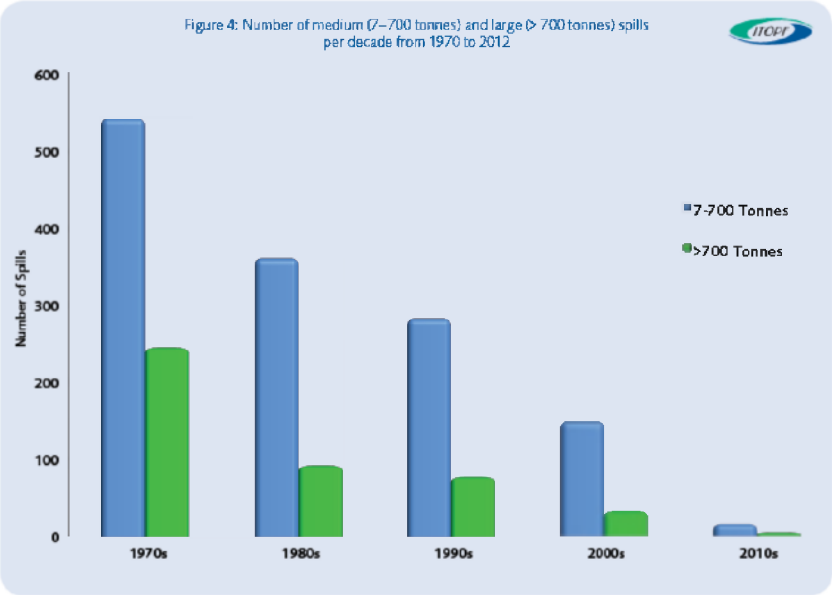
In Nederland is gebleken dat er een sterke daling van de niet-routegebonden visserijbewegingen heeft plaatsgevonden sinds 2000 (MARIN, 2013). Op basis van de VMS-gegevens van 2009 (Vessel Monitoring Through Satellite) is de dichtheid van vissersschepen op het Nederlandse deel van de Noordzee 40% minder dan die op basis van VONOVI (VerkeersOnderzoek NOordzee Visuele Identificatie) in 2000. Deze inkrimping van 40% in de afgelopen 9 jaar wordt ook voor het Belgische deel van de Noordzee als realistisch ervaren door de experts en is dan ook ingebracht in het model. Aangezien niet bekend is, hoe de visserij zich verder gaat ontwikkelen, is er geen verder afname van de visserij gemodelleerd.

Uit voorgaande studies (Ecolas, 2003; Le Roy *et al.*, 2006, DNV, 2008) blijkt dat de raming van scheepsongevallen in de Belgische territoriale wateren een zeer moeilijke berekening is. De getallen variëren van meerdere aanvaringen per jaar tot minder dan 0,0005/jaar afhankelijk van het beschouwde gebied, het scheepstype en het type accident (aanvaring/aandrijving; met een schip/platform) dat in overweging genomen wordt. Een inzicht in de werkelijke kans op een ongeval op het BDNZ is moeilijk in te schatten. Verder blijken vooral RoRo (Roll on/Roll off) schepen, vrachtschepen en in minder mate ook containers, betrokken te zijn bij een aanvaring tussen 2 schepen (DNV, 2008).

Analoog hiermee, blijkt een grote variatie te bestaan voor de inschatting van het aantal accidenten die effectief aanleiding geven tot milieuverontreiniging. In de RAMA-studie (Le Roy *et al.*, 2006) wordt vermeld dat de kans op een accident met een lozing van gevaarlijke goederen (milieuverontreiniging) op eens om de 3 jaar ingeschat wordt. Dit aantal wordt eerder als een overschatting beschouwd omwille van allerlei redenen (o.a. karakteristieken van het model in combinatie met het zandbank-systeem). MARIN berekende die kans op eens om de 31 jaar. In Ecolas (2003) wordt vermeld dat BMM 3 incidenten met milieuvervuiling per 100 jaar, of eens om de ca. 30 jaar, als een aanvaardbaar risico beschouwd.

Een toetsing van deze inschattingen aan de werkelijkheid toont aan dat er gedurende de laatste 40 jaar een 30-tal incidenten geweest zijn met olie, die een potentieel gevaar opleverden voor de Belgische Kust (Ecolas, 2006). De gelekte volumes variëren echter tussen de 10.000 ton (Olympic Allience, Dover Street, 1975, Iranean light crude) en minder dan 10 ton (bvb. Noordpas incident, EEZ, 2001, olie niet verder gespecificeerd). De helft van de vervuiling werd veroorzaakt door stookolie, benzine, ‘crudes’, terwijl de andere helft niet geïdentificeerd werd. Dit resulteerde dus in gemiddelde gelekte hoeveelheden van ongeveer 1.500 ton voor het totaal vervuilde gebied en 500 ton voor het BDNZ. Deze grote hoeveelheid is hoofdzakelijk te wijten aan het accident met de British Trent (1993) waarbij ongeveer 5.000 ton in zee terecht kwam. Een analyse exclusief dit accident geeft voor het BDNZ een gemiddelde gelekte hoeveelheid van ongeveer 50 ton.

Historische gegevens van tankers op wereldschaal (periode 1970-2012) tonen bovendien een duidelijk afnemende trend in het aantal grote (> 700 ton) olieverontreinigingen, met een gemiddeld aantal van 3 grote verontreinigingen per jaar voor de periode 2000-2009 (ITOPF, 2013). In 2011, werd slechts 1 grote verontreiniging geregistreerd en slechts 4 gemiddelde verontreinigingen. In 2012 waren er geen grote verontreinigingen, maar wel 7 gemiddelde. Het totaal aantal verontreinigingen boven 7 ton in 2011 is het laagste aantal tot nu toe (Figuur 6-4). Het is dus bemoedigend om vast te stellen dat ondanks het toenemend scheepvaartverkeer (inclusief olietankers) er een dalende trend in olieverontreiniging vast te stellen is.



Figuur 6-4: Aantal olieverontreinigingen tussen 7-700 ton en groter dan 700 ton (ITOPF, 2013).

Uit een overzicht van verontreiniging met olietankers voor de periode 1974 – 2012 (ITOPF, 2013) (Tabel 6-17), blijkt dat de verontreiniging in 95% van de gevallen < 700 ton is (kleine en middelgrote uitstromen). Een groot aandeel van deze verontreinigingen, 40% en 29% respectievelijk, komen voor tijdens laden en lossen in havens en olieterminals. De oorzaak is meestal onbekend, maar materiaalpech en scheuren in de romp gelden voor ca. 46% van de ongevallen als oorzaak van zowel kleine als middelgrote uitstromen (Tabel 6-17). In 5% van de ongevallen is de uitstroom > 700 ton. In 50% van deze gevallen gebeurde de uitstroom onderweg in open water, door toedoen van vooral aandrijvingen/aanvaringen en het aan de grond lopen van het schip (samen 59%).

Tabel 6-17: Aantal verontreinigingen tijdens bepaalde operaties en mogelijke oorzaken van verontreiniging door tankers (1974-2012) (ITOPF, 2013).

	< 7 ton	7-700 ton	> 700 ton	Totaal
Operaties				
Laden/uitladen	3.157	390	41	3.588
Bunkering	564	33	1	598
Andere	1.281	150	332	1.763
Onbekend	2.842	777	81	3.700
Oorzaken				
Aanvaringen	182	350	134	666
Aan de grond lopen	242	273	149	664
Scheuren in de romp	577	99	60	736
Materiaal problemen	1.681	204	18	1.903
Brand, explosie	173	45	53	271
Andere/ongekende	4.989	379	41	5.409
Totaal	7.844	1.350	455	9.649

Wegens de aanduiding van de Noordzee als speciale zone onder MARPOL, en de strengere regelgeving wordt een daling vastgesteld in opgemerkte lozingen. Terwijl in de jaren '90 jaarlijks ongeveer 50 olielozingen werden opgemerkt, worden er sinds 2000 jaarlijks nog slechts een dertigtal lozingen opgemerkt in de Belgische mariene wateren. Ook het totale volume van de lozingen loopt terug, waarbij de maximale olievlekken tussen de 10-100 m³ bedragen (www.mumm.ac.be – Luchttoezicht). Deze vorm van olievervuiling staat echter los van het BOG en de windmolenparken, en zal niet verder in detail behandeld worden.

6.3.8.1.3 Effecten

Constructiefase

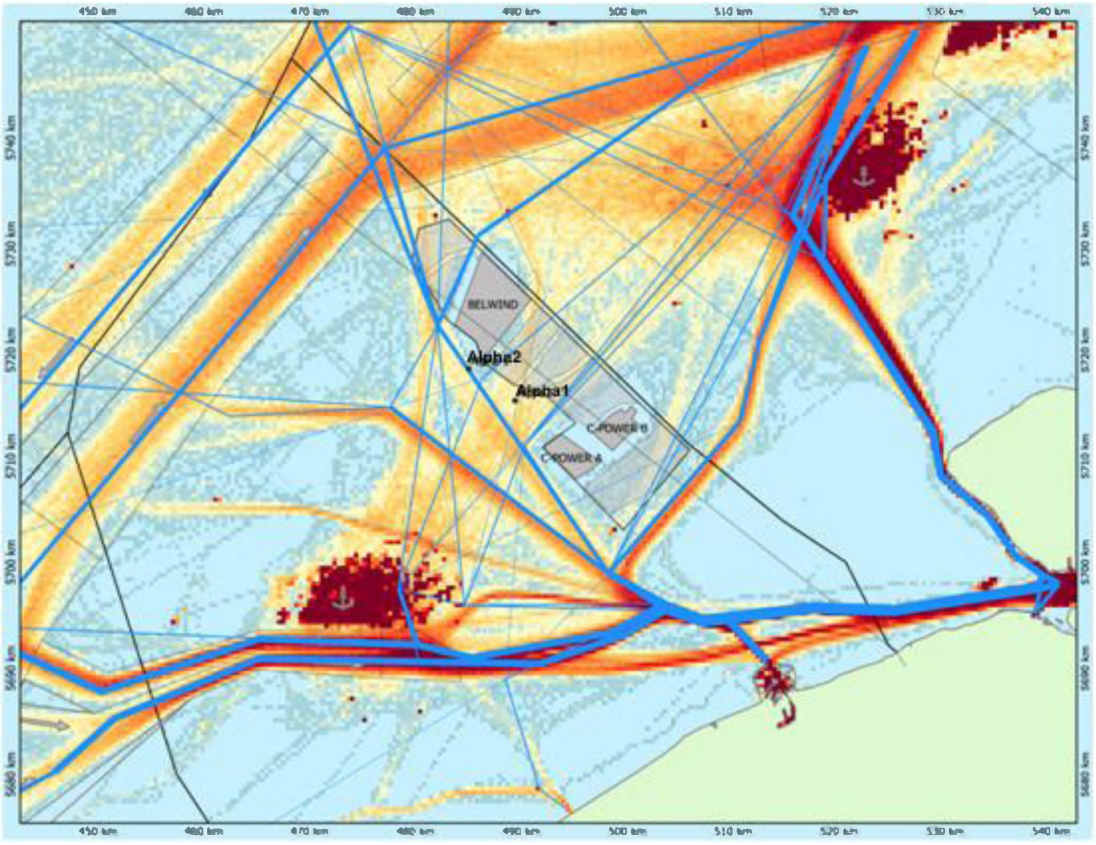
Gedurende de bouwperiode varen dagelijks enkele (afhankelijk van de fase van de werken-schepen van en naar het projectgebied. De meeste van deze vaarbewegingen worden uitgevoerd met normale snelheid en geven daardoor niet meer hinder voor de andere scheepvaart dan een normale scheepsbeweging. Het effect van deze scheepvaart op het totale risico in een gebied hangt af van de drukte in het gebied. Deze vaarbewegingen moeten gezien worden als normale bedrijvigheid. Het verhoogde risico is van tijdelijke aard.

Vermoedelijk zal Zeebrugge of mogelijk Oostende de uitvalsbasis voor het BOG worden.

Operationele fase

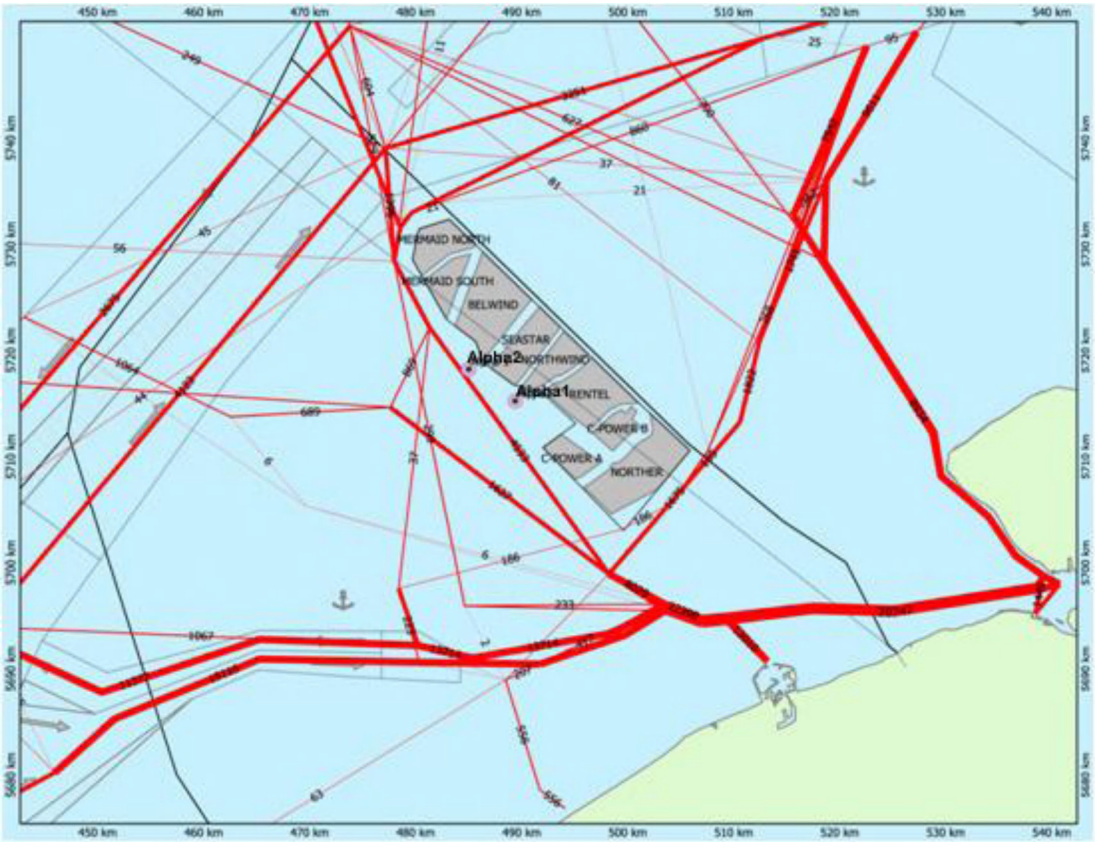
Verkeersstromen

De verkeersdatabases voor de verschillende scenario's zijn afgeleid van de routering die is opgesteld op basis van de 'huidige' situatie met de verkeersintensiteiten en stromen uit de AIS van 2012, en waarbij alleen de windmolenparken C-Power en Belwind aanwezig waren. Deze huidige verkeersdatabase wordt in Figuur 6-5 weergegeven. Hierin zijn de locaties Alpha 1 en Alpha 2 slechts ter indicatie weergegeven (op proportionele grootte). De verkeersstromen en de afgeleide verkeersdatabase houden geen rekening met deze eilanden.



Figuur 6-5: Verkeersbeeld in de huidige situatie, bij aanwezigheid van windmolenparken Belwind en C-Power.

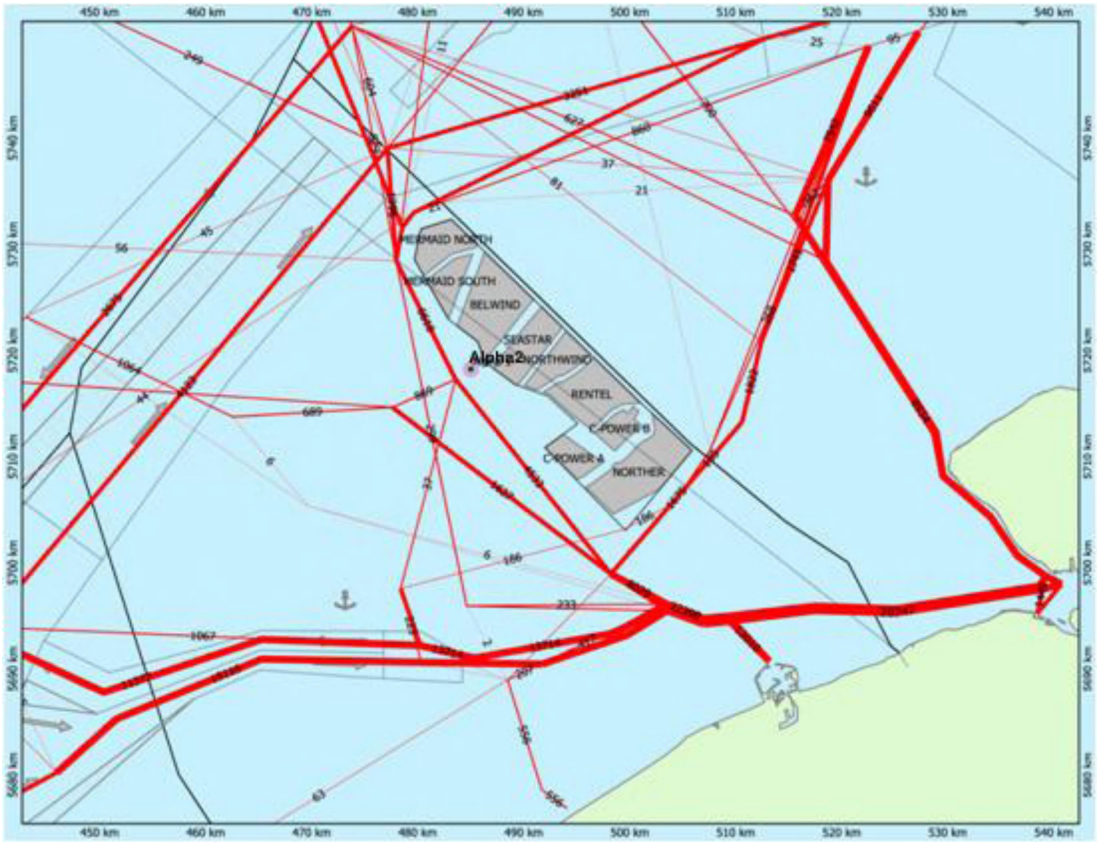
Figuur 6-6 laat de gerouteerde verkeersdatabase zien voor het basisscenario waarin alle windmolenparken gerealiseerd zijn, maar er geen eiland aanwezig is. De locaties Alpha 1 en Alpha 2 zijn puur ter indicatie weergegeven, inclusief een buffer van 500 m rond de locaties.



Figuur 6-6: Verkeerssituatie in het basisscenario waarin alle windmolenparken gerealiseerd zijn, maar het verkeer geen rekening hoeft te houden met een BOG eiland.

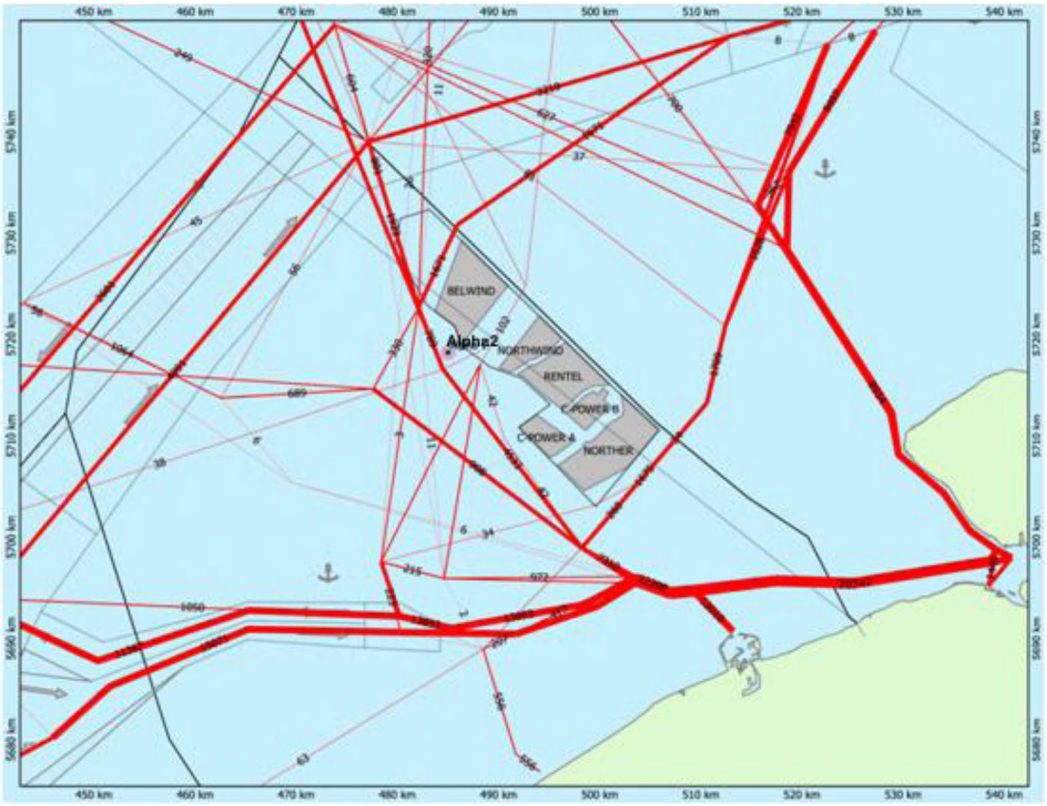
Uit Figuur 6-6 blijkt dat het verkeer over de link ten zuidwesten van de windmolenparken binnen 500 m van het eiland op locatie Alpha 2 langs zou varen. Bij routering van het verkeer voor scenario 1 met eiland op Alpha 2 (Sc1A2) wordt dit verkeer dus verder van het eiland afgelegd (zie Figuur 6-7). De link is hier op 1 mijl van het eiland gelegd. Omdat in de berekeningen rekeningen wordt gehouden met een laterale verdeling van de schepen over de links, betekent dit niet dat alle schepen op 1 mijl passageafstand gemodelleerd worden. De laterale verdeling houdt echter wel op 500 m van het eiland op.

Locatie Alpha 1 ligt zodanig ver van de verkeerslink in het basisscenario (zie Figuur 6-6) dat bij routering voor scenario Sc1A1 de link niet verschuift. Dit scenario komt dus wat verkeer betreft overeen met het basisscenario.

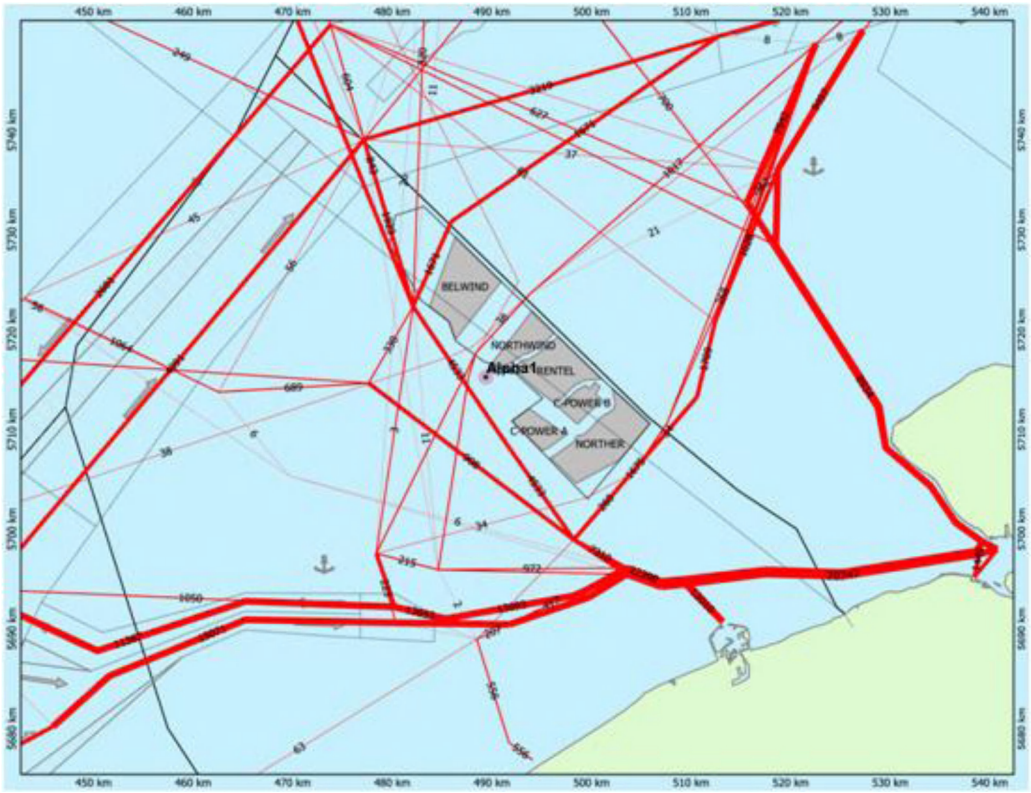


Figuur 6-7: Verkeerssituatie in scenario 1 met BOG eiland op locatie Alpha 2 en alle windmolenparken gerealiseerd. De verkeerslink is verschoven to op 1 mijl van het eiland.

De verkeersdatabases voor scenario's 2 Alpha 1 en Alpha 2 (Sc2A1 en Sc2A2) worden uit scenario's Sc1A1 en Sc1A2 afgeleid door verwijdering van de windmolenparken Mermaid en SeaStar. Deze verkeersdatabases worden Figuur 6-8 en Figuur 6-9 weergegeven. In dit geval is de locatie Alpha 1 nog wel bepalend voor de link die er langs tussen de parken door loopt.



Figuur 6-8: Verkeerssituatie in scenario 2 met BOG eiland op locatie Alpha 2 en windmolenparken Mermaid en SeaStar (nog) niet gerealiseerd.



Figuur 6-9: Verkeerssituatie in scenario 2 met BOG eiland op locatie Alpha 1 en windmolenparken Mermaid en SeaStar (nog) niet gerealiseerd.

Aanvaringsrisico

De aanvaringskansen voor het BOG eiland zijn voor de twee locaties Alpha 1 en Alpha 2 doorgerekend voor de windmolenparkscenario's 1 en 2 (Tabel 6-18). De tabel laat zien dat de totale aanvaringskans voor de Alpha 2 locatie in beide windmolenparkscenario's hoger ligt dan voor de Alpha 1.

Voor Alpha 1 is er een duidelijk verschil tussen de windmolenparkscenario's. Wanneer SeaStar gebouwd is en er geen verkeer meer tussen de windmolenparken door vaart, zal ook de kans op aanvaring aanzienlijk afnemen. De locatie ligt verder van de drukke route af, waardoor de route tussen de parken door de aanvaarkans meer bepaalt.

Voor Alpha 2 wordt kans voornamelijk bepaald door schepen op de drukke route ten zuidwesten langs de windmolenparken waar de locatie niet ver vandaan ligt. Daarom zal het voor deze locatie niet veel verschillen wanneer SeaStar en Mermaid nog open zijn. De kans is dan nog iets lager zelfs; dit heeft te maken met een link die onder scenario 2 tussen de windmolenparken door gaat, terwijl deze onder scenario 1 niet ver van Alpha 2 invoegt in de drukkere route.

De verschillen tussen de scenario's en locaties worden meer bepaald door ram-aanvaringen dan door aanvaringen na driften. Deze laatste hebben steeds dezelfde orde van grootte, en zijn minder gevoelig voor de afstand tot het eiland. De ram-kans zijn meer gevoelig voor de afstand tot het eiland.

Tabel 6-18: Aanvaringskansen per locatie en scenario.

	Rammen	Driften	Totaal	Eens per ... jaar
Alpha 1 - Scenario 1	0,007237	0,003524	0,010761	92,9
Alpha 1 - Scenario 2	0,013165	0,004255	0,017419	57,4
Alpha 2 - Scenario 1	0,017067	0,004510	0,021577	46,3
Alpha 2 - Scenario 2	0,017424	0,004062	0,021486	46,5

Milieuvervuiling door aanvaringen met het BOG-eiland

De schade aan het milieu als gevolg van een aanvaring/aandrijving van het BOG-eiland wordt bepaald door de hoeveelheid olie die uit een schip stroomt. Er worden twee hoofdtypen olie onderscheiden: bunkerolie en ladingolie. In Tabel 6-19 worden de uitstroom frequenties en gemiddelde hoeveelheid voor bunker- en lading olie gegeven.

Om een idee te krijgen van de orde van grootte van uitstroom hoeveelheden, is de uitstroom aan olie ten gevolge van een ongeval (alle verschillende typen) voor het gehele BDNZ toegevoegd. Dit getal geldt voor de situatie zonder windparken en eiland. De uitstroom van bunkerolie en ladingolie als gevolg van een aanvaring met het eiland op locatie Alpha 1 onder scenario 1 is ca. 0,56% van de uitstroom op het BDNZ zonder windparken.

De gemiddelde uitstroom van bijvoorbeeld 0,256 m^3 ladingolie voor Alpha 1 onder scenario 1 dient alleen als vergelijking. Een uitstroom van 0256 m^3 ieder jaar geeft immers een heel andere milieubelasting dan een uitstroom van 25,6 m^3 eens in de 100 jaar op één bepaald moment. In het rapport in de externe bijlage (MARIN, 2013) is voor ieder scenario de verdeling van het uitstroomvolume over verschillende volumeklassen gegeven.

Tabel 6-19: Uitstroomkans en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie.

Scenario	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens per … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens per … jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens per … jaar
Alpha 1 - Scenario 1	0,000157	6 377	0,1099	0,000020	49 149	0,2555	5 644
Alpha 1 - Scenario 2	0,000194	5 145	0,1326	0,000025	40 389	0,2867	4 563
Alpha 2 - Scenario 1	0,000203	4 924	0,1366	0,000034	29 499	0,3757	4 220
Alpha 2 - Scenario 2	0,000182	5 504	0,1258	0,000028	35 166	0,3324	4 759
BDNZ (zonder eiland en windparken)	0,023553	42	6,1	0,008280	121	164,2	31

Naast de uitstroom van olie veroorzaakt ook de uitstroom van chemicaliën schade aan het milieu. Niet alle soorten chemicaliën zijn even schadelijk voor het milieu, de mate waarin een bepaalde stof schadelijk is wordt aangeduid met ecologisch risico. In Tabel 6-20 worden per eiland en scenario de frequenties gegeven van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine voor verschillend ecologisch risico.

Voor locatie Alpha 2 liggen de totale frequenties van uitstroom hoger dan voor Alpha 1 onder scenario 1, en voor scenario 2 zijn deze ongeveer gelijk. Voor Alpha 1 zijn de frequenties van uitstroom met zeer hoog ecologisch risico echter wel groter dan voor Alpha 2, maar nog steeds zeer klein (eens per 76923 jaar onder scenario 1).

Tabel 6-20: Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van het BOG-eiland.

	Alpha 1 - Scenario 1	Alpha 1 - Scenario 2	Alpha 2 - Scenario 1	Alpha 2 - Scenario 2
Zeer hoog ecologisch risico	0,000013	0,000017	0,000000	0,000000
Hoog ecologisch risico	0,000001	0,000001	0,000000	0,000000
Gemiddeld ecologisch risico	0,000001	0,000001	0,000014	0,000012
Gering ecologisch risico	0,000013	0,000018	0,000002	0,000002
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0,000003	0,000004	0,000032	0,000027
Totaal	**0,000031**	**0,000041**	**0,000049**	**0,000041**
Eens per ... jaar	**32 601**	**24 225**	**20 398**	**24 606**

Overige risico's voor de scheepvaart

Buiten de mogelijke aanvaringen met het Belgian Offshore Grid eiland kan de aanwezigheid daarvan ook op andere gebieden effect hebben op de scheepvaart. Zo zorgt mogelijk omvaren van schepen voor extra kosten en zal door omvaren het aantal aanwezige schepen op zee toenemen. Bovendien heeft het verleggen van de routes en een verandering van intensiteiten ook een mogelijk effect op de onderlinge ontmoetingen van schepen, en daarmee ook op het risico van onderlinge aanvaringen.

Aantal aanwezige schepen: In scenario Sc1A2 neemt het aantal schepen ten opzichte van het basisscenario iets toe doordat de schepen iets om moeten varen. De betreffende links die omgelegd worden, zijn relatief drukke links. Hierdoor is de toename ondanks de kleine omlegging in totaal nog groter dan misschien gedacht zou worden: 0,24%. Voor de scenario's Sc2A1 en Sc2A2 is sprake van minder aanwezige schepen op het BDNZ ten opzichte van het basisscenario, doordat schepen tussen Belwind en Northwind door sneller op het Nederlandse Deel van de Noordzee zijn, en ook niet verder om Mermaid hoeven te varen. De schepen zijn dus korter op het BDNZ aanwezig.

Veiligheid: Scenario Sc1A2 laat een stijging van 0,42% van het aantal schepen betrokken bij aanvaringen zien, en verder een lichte stijging van aantallen strandingen door motorstoring en van aantallen zinkende schepen. Deze stijgingen hebben hoofdzakelijk te maken met de lichte toename van het aantal afgelegde zeemijlen en aantal aanwezige schepen, waardoor ook de blootstelling aan deze risico's groter wordt. Scenario's Sc2A1 en Sc2A2 laten ook een lichte stijging van het totaal aantal schepen betrokken bij incidenten zien op het BDNZ. Dit is dus ondanks een daling van het aantal zeemijlen. De incidenten stranding door motorstoring en zinken dalen wel, zoals verwacht bij daling van het aantal zeemijlen. Het aantal schepen betrokken bij aanvaring stijgt echter wel. Dit komt doordat er meer ontmoetingen zijn in deze scenario's waarin schepen tussen de windparken doorvaren en andere links kruisen. Het

aantal strandingen als gevolg van motorstoring in Sc2A2 stijgt overigens ook licht. Dit heeft mogelijk te maken met een verschoven route dichter langs een ondiepte.

Economisch effect: Voor scenario Sc1A2 stijgt het aantal zeemijlen ligt, wat ook extra kosten met zich mee brengt. Voor scenario's Sc2A1 en Sc2A2 dalen de zeemijlen op het BDN. Dit betekent dat in de tabel ook een daling in de kosten te zien is. De reis van de schepen houdt echter niet op aan de grens met het Nederlandse Deel van de Noordzee, en er worden waarschijnlijk juist meer mijlen daar afgelegd wanneer de schepen tussen de parken door varen. Dit beeld vertekent dus iets. De afwezigheid van Mermaid en Seastar zorgt in de meeste gevallen echter wel voor een daadwerkelijke afname van het aantal zeemijlen voor een schip.

Emissies: De extra emissies als gevolg van de windparkscenario's zijn gerelateerd aan de extra zeemijlen, en afhankelijk van scheepstype en scheepsgrootte. Deze extra emissies worden in de onderste rijen van de tabellen gegeven wat betreft CO2, CO, SO2 en NOx door schepen in de gehanteerde verkeersdatabases, en alleen voor het BDNZ. Voor scenario Sc1A2 stijging de emissies door toename van het aantal zeemijlen, en voor de twee andere scenario's dalen deze op het BDNZ.

Ontmantelingsfase

Tijdens de ontmantelingsfase zal er bijkomend scheepvaartverkeer zijn tussen de werf en de projectsite. De risico's tijdens de ontmantelingfase zullen vergelijkbaar zijn met deze tijdens de constructiefase.

Bekabeling

Tijdens het leggen van de kabels worden er werkzaamheden uitgevoerd waarbij de vaargeulen (Het Scheur, Westpitroute) gekruist moeten worden. Zoals reeds besproken in de andere disciplines zullen de verstoringen en dus de risico's slechts binnen een korte periode optreden. Indien de nodige regulering en communicatie voor het aangeven van deze activiteiten strikt nageleefd wordt, zal ook het risico beperkt blijven.

6.3.8.1.4 Besluit bespreking en beoordeling van de effecten op scheepvaart

Tabel 6-21 geeft een samenvatting weer van de effecten op scheepvaart tijdens de volledige levenscyclus van het SeaStar windmolenpark onder scenario 1 t.o.v. een basisscenario. Volgende definities zijn van toepassing: significant positief (++), matig positief (+), gering positief (0/+), (vrijwel) geen effect (0); gering negatief (0/-), matig negatief (-), significant negatief (--).

Tabel 6-21: Overzicht van de cumulatieve effecten op scheepvaart.

Effecten op scheepvaart	Sc1A1	Sc2A1	Sc1A2	Sc2A2
Constructiefase				
Risico's op aanvaring tussen schepen	0/-	0/-	0/-	0/-
Operationele fase				
Veranderende verkeersstromen	0/-	0	0/-	0
Aanvaringen tussen schepen	0	0/-	-	-
Extra zeemijlen	0/-	0	0/-	0
Ontmantelingsfase				
Risico's op aanvaring	0/-	0/-	0/-	0/-
Bekabeling				
Risico's op aanvaring	0/-	0/-	0/-	0/-

6.3.8.2 Radar en scheepscommunicatie

6.3.8.2.1 Inleiding

In overleg met de bevoegde overheid (BMM) werd beslist om de risico's en effecten door de bouw van een Offshore High Voltage Station (Alpha) voor het BOG op radar en scheepscommunicatie te onderzoeken. Daarbij werden de effecten bekeken vanuit zowel het Belgische als het Nederlandse oogpunt.

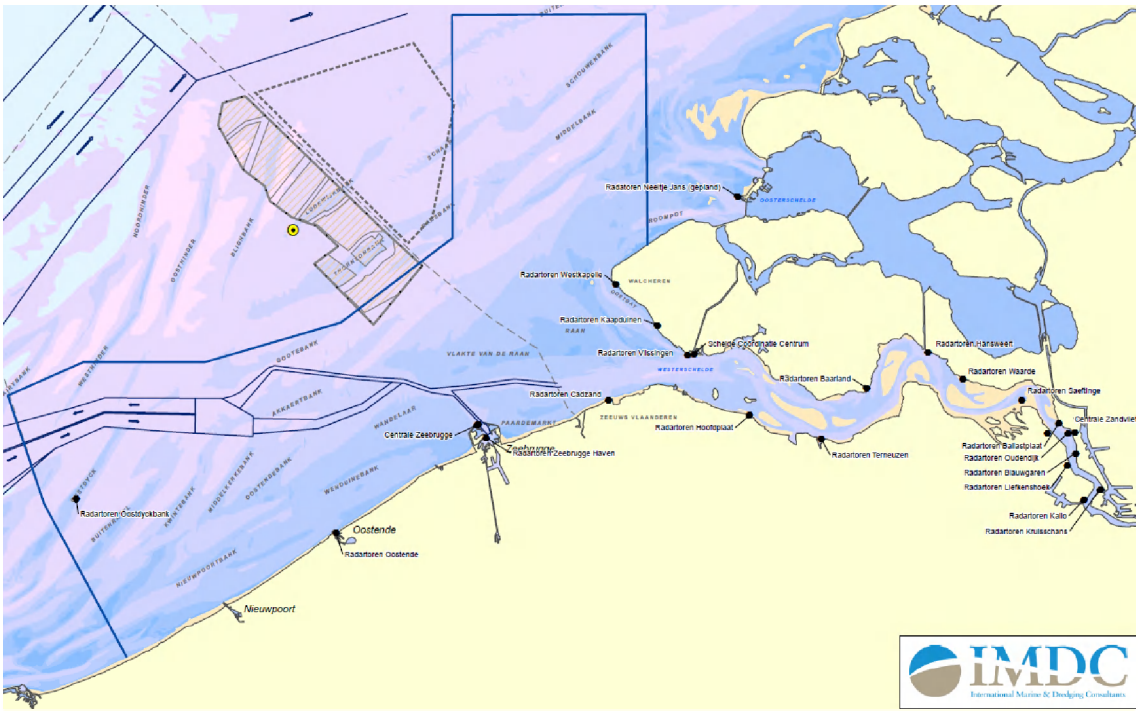
De bespreking en beoordeling van de effecten op radar en scheepscommunicatie werd opgemaakt in een deelstudie door Prof. Dr. Ir. J. Catrysse.

Het volledige rapport wordt weergegeven in de externe bijlage (Flemtek-IMDC, 2013). Hieronder wordt een samenvatting, de belangrijkste conclusies en het besluit gegeven.

6.3.8.2.2 Impact op de waarnemingen van de SRK walradarstations

Eerst en vooral dient opgemerkt te worden dat het transformatorstation BOG Alpha buiten het wettelijke werkingsgebied van de SRK walradarketen ligt, zoals dit duidelijk te zien is op de Figuur 6-10 waar zowel het projectgebied BOG Alpha, het Belgische concessiegebied voor offshore windturbineparken, als het SRK werkingsgebied worden weergegeven.

Dit neemt echter niet weg dat het feitelijke werkingsgebied van de SRK walradarketen zich verder uitstrekt, en dat het scheepvaartverkeer daar ook opgevolgd wordt.

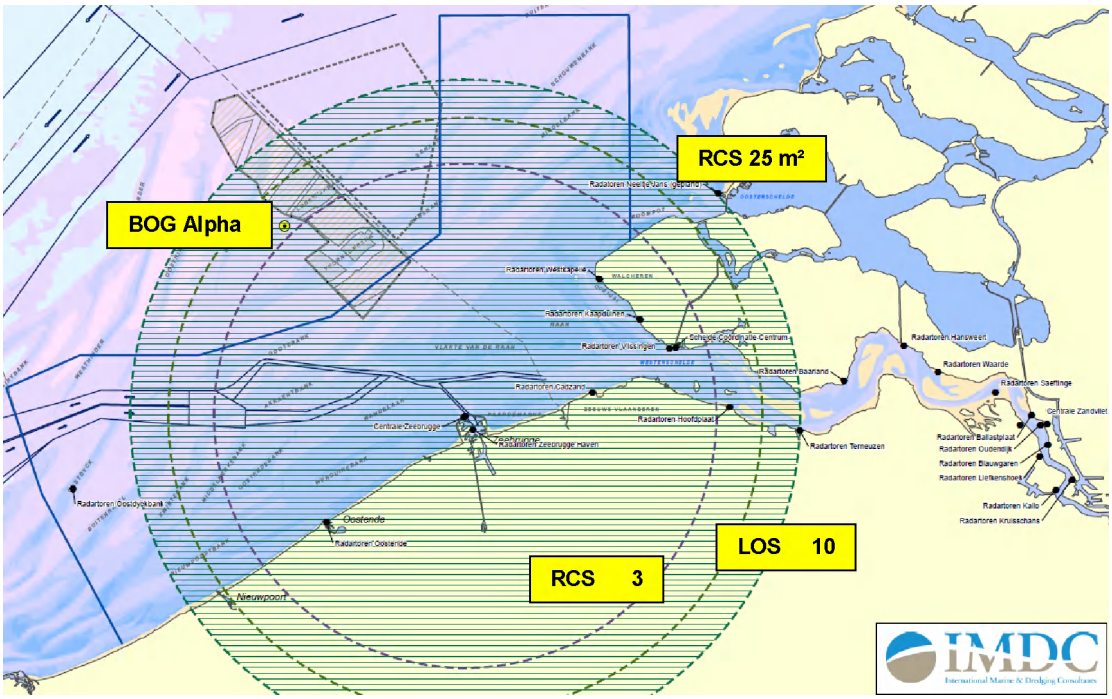


Figuur 6-10: SRK werkingsgebied, hetBelgische concessiegebied voor offshore windparken en het projectgebied BOG Alfa.

Reikwijdte van de SRK radarstations

De reikwijdte van de SRK radarstations wordt enerzijds bepaald door de effectieve LoS (Line of Sight), en anderzijds door de RCS (Radar Cross Section) van de schepen.

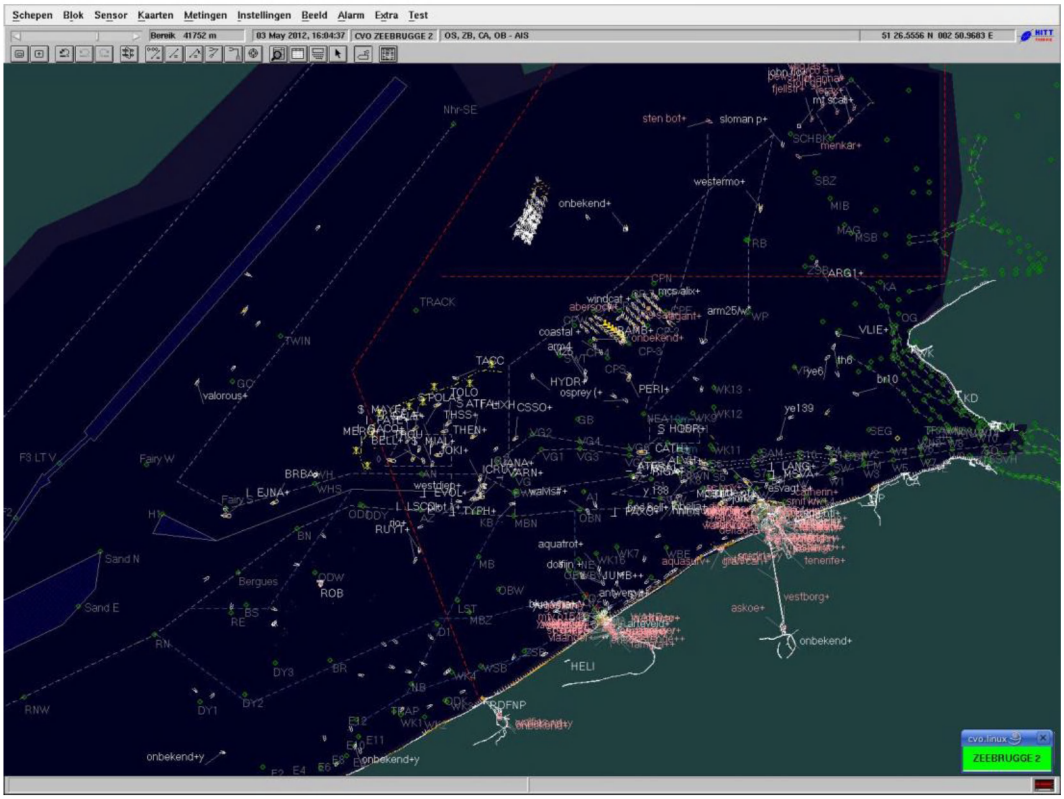
De LoS hangt af van zowel de hoogte van de radar antennemast aan de wal, als de hoogte van de objecten op zee. Maar binnen deze voorwaarden is ook de RCS van de schepen mee bepalend, omdat het gereflecteerde signaal nog voldoende detecteerbaar moet zijn boven de ruis van de ontvanger (Signal/Noise ratio of S/N). Als voorbeeld toont de volgende Figuur 6-11 een combinatie van LoS reikwijdte bij een objecthoogte van 10 m, en het RCS bereik voor een RCS waarde van 1 m² en 25 m², voor het radarstation van Zeebrugge, en waarbij dus in het ene geval de LoS en in het andere geval de RCS de beperkende factor is.



Figuur 6-11: Voorbeeld voor de SRK radar van Zeebrugge omtrent beperking van de reikwijdte in functie LoS en RCS.

Hieruit volgt dat grotere schepen met een grotere hoogte boven de zeespiegel en een grotere RCS waarde meteen tot op een grotere afstand kunnen waargenomen worden dan kleinere schepen.

Deze effecten zijn duidelijk waarneembaar op de screenshot van Figuur 6-12, waarbij het project Belwind duidelijk te zien is, maar nagenoeg alle schepen op grotere afstand “verdwenen” zijn uit het geregistreerde radarbeeld.

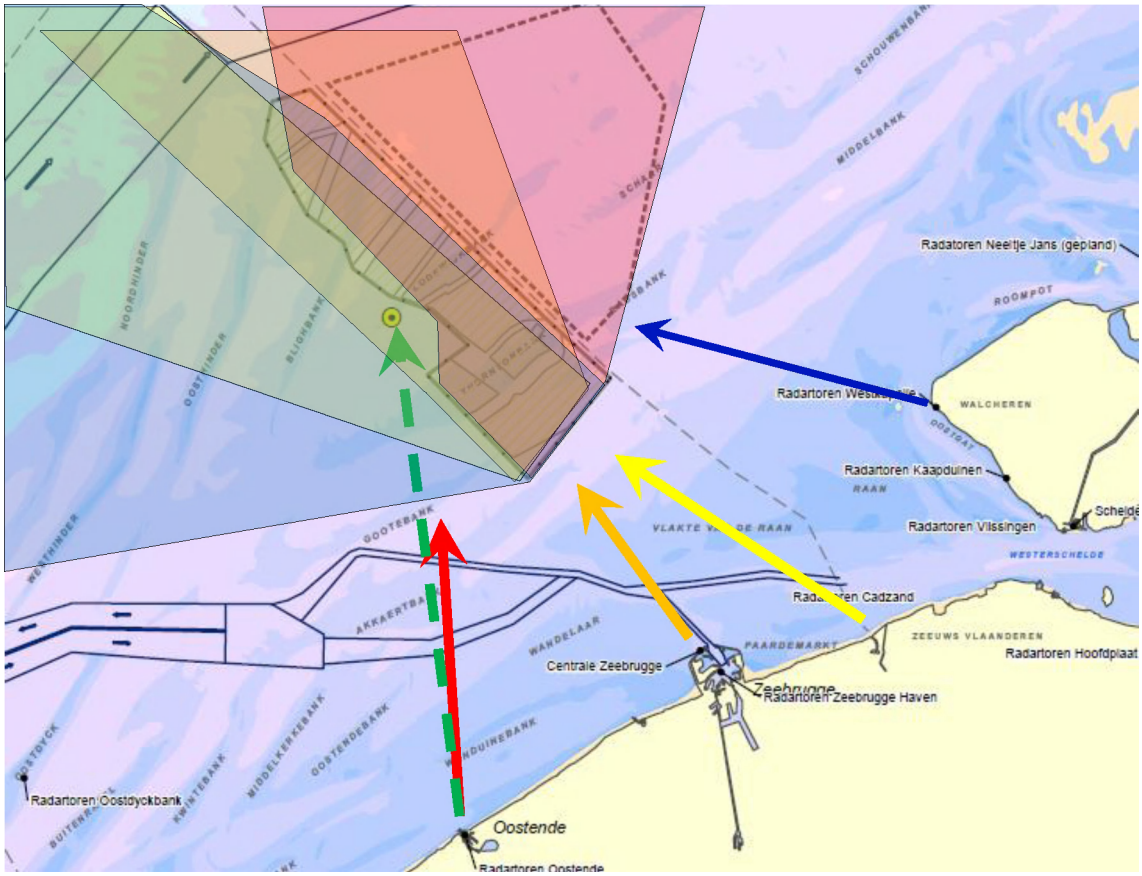


Figuur 6-12: Typisch radar-screenshot van het scheepvaartverkeer (momentopname).

Courtesy van "Afdeling Scheepvaartbegeleiding"

Shadowing en dode zones

Uit de studies en specifieke analyses en simulaties blijkt dat achter de offshore windparken er een radarblinde zone zal ontstaan voor de SRK radar installaties. Dit betekent concreet dat voor de radars van Oostende en Zeebrugge een gedeelte ten oosten van het concessiegebied en voor de radars van Cadzand en Westkapelle een gedeelte ten westen van het Belgische concessiegebied, niet meer zichtbaar zal zijn. Zoals echter reeds hierboven aangehaald, zal dit geen repercussie hebben op de goede werking van de SRK radarketen.



Figuur 6-13: Schematische voorstelling van de richtingen waarin schaduwzones optreden voor de verschillende SRK radarstations, en waardoor het projectgebied BOG Alpha volledig verdoken ligt achter de offshore windparken van Norther en C-Power (oranje en gele pijlen) of toch nog zichtbaar blijft (rodel pijl), of bij niet-invulling van het concessiegebied Borssele (blauwe pijl).

Bovendien dient hier expliciet gesteld te worden dat het projectgebied BOG Alpha verdoken ligt achter de voorliggende windparken van Norther en C-Power voor wat de radarinstallaties betreft van Zeebrugge en Cadzand en dus geen bijkomende cumulatieve effecten met zich zal meebrengen. Het projectgebied BOG Alpha blijft in directe lijn zichtbaar voor de radarinstallatie van Oostende.

Het is hierbij duidelijk dat er een bijkomende dode radarzone ontstaat achter het transformatorstation BOG Alpha voor het radarstation van Oostende.

Mogelijke valse echo's door meervoudige reflecties

Valse echo's door het optreden van meervoudige reflecties zullen zich ten opzichte van de SRK radarketen niet voordoen.

Fouten door diffractie en multipath propagatie

Uit de analyses volgt dat de fouten op range (afstand) zich hoogstens tot één waarnemingscel zullen beperken (maximaal 60 m) en in azimut tot een fout van 0.1°. Deze fouten zijn in de praktijk van de radaropvolging van de scheepvaart dus verwaarloosbaar.

Conclusie

Algemeen kan dus gesteld worden dat er zich enkel een bijkomende verandering zal voordoen voor wat de opvolging van de scheepvaarttrafiek betreft bij een realisatie van het transformatorstation BOG Alpha ten opzichte van de situatie die zich reeds voordoet door de realisatie en uitbouw van de offshore windparken binnen het afgebakende Belgische concessiegebied, voor het SRK radarstation van Oostende. Er ontstaat inderdaad een bijkomende dode radarzone achter het transformatorstation BOG Alpha t.o.v. de SRK radar van Oostende.

Wel dient opgemerkt te worden dat de secundaire navigatieroutes zullen wijzigen, en dat deze wijziging de nodige aandacht verdient in verband met de veiligheid van de scheepvaarttrafiek op deze gewijzigde routes.

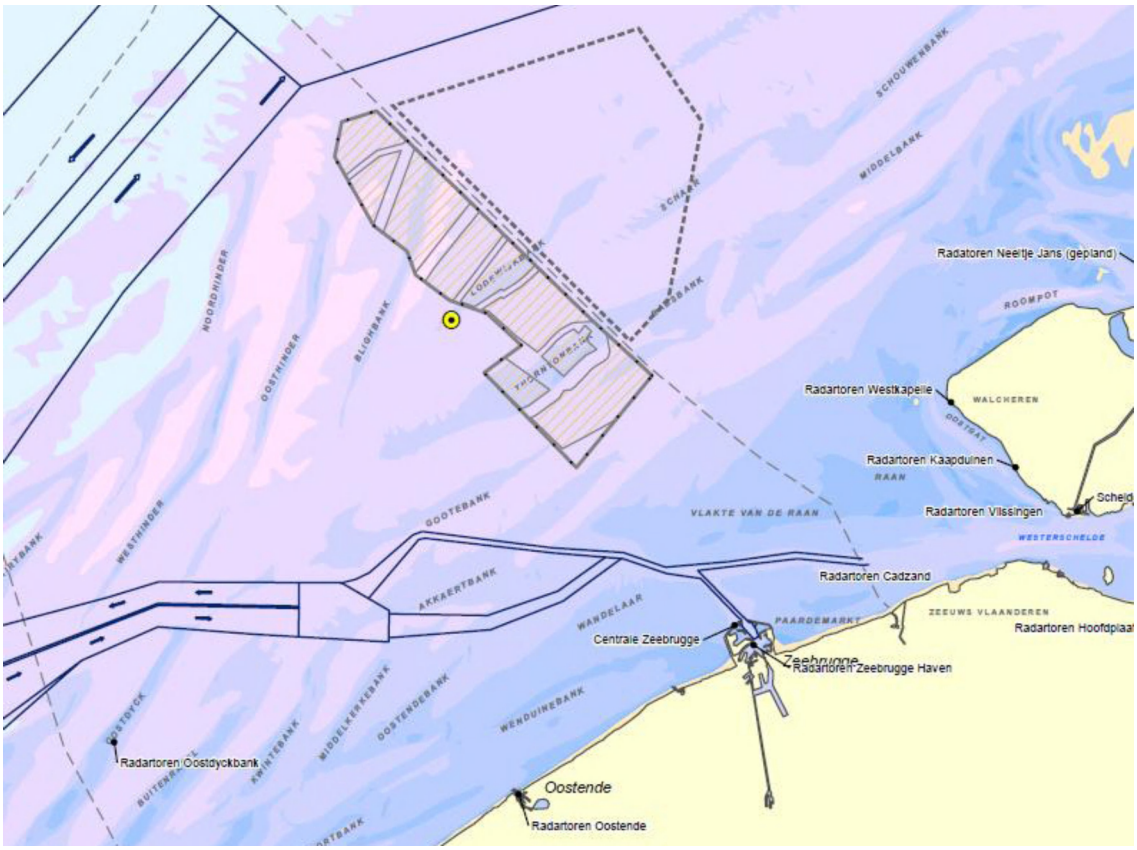
6.3.8.2.3 Impact op de waarnemingen van de scheepsradar

De impact op de scheepsradar heeft te maken met het feit dat de afstanden tussen een scheepsradar en het transformatorstation BOG Alpha relatief klein kunnen worden.

Reikwijdte van een typische scheepsradar

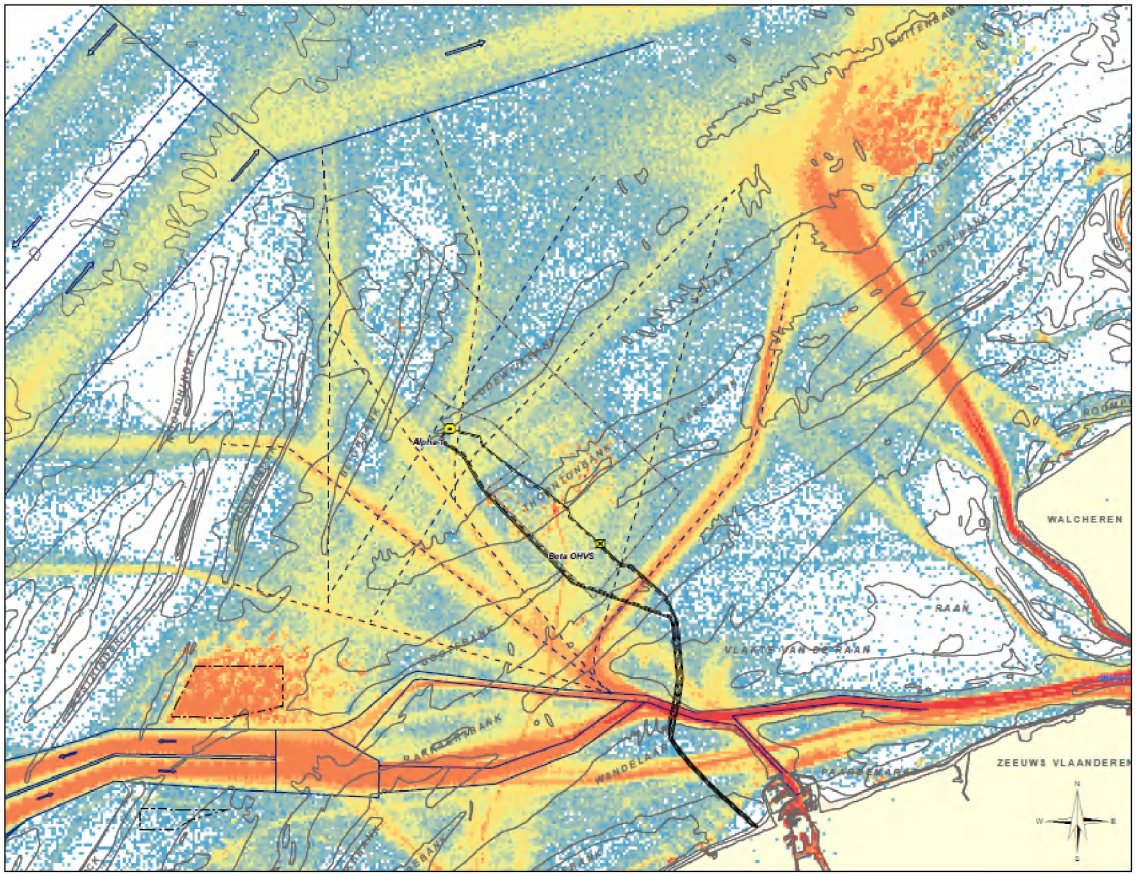
De reikwijdte van een typische scheepsradar kan ingeschat worden op ongeveer 25 km en wordt hoofdzakelijk bepaald door de effectieve LoS.

Het is duidelijk (Figuur 6-14) dat voor de hoofdnavigatieroutes, de aanwezigheid van zowel de offshore windparken als het bijkomende transformatorstation BOG Alpha geen verschil zal uitmaken in vergelijking met de huidige situatie.



Figuur 6-14: Ligging van de hoofdnavigatieroutes tegenover de concessiegebieden.

Voor wat de secundaire navigatieroutes betreft, kan hierbij verwezen worden naar een weergave van de huidige trafiek op Figuur 6-15, en waaruit duidelijk kan worden afgeleid dat deze zullen verleggen om en rond de offshore constructies.



Figuur 6-15: Huidige navigatieroutes, en ligging van het concessiegebied voor windturbineparken en de projectgebieden van het Belgian Offshore Grid.

Het is duidelijk dat voor de nieuwe secundaire routes, en ook voor het scheepvaartverkeer van en naar de offshore windparken en het transformatorstation BOG Alpha, aandacht dient besteed te worden aan die effecten die zich op korte afstand van de offshore constructies manifesteren, en specifiek rond het transformatorstation BOG Alpha.

Deze worden in de volgende paragrafen besproken.

Mogelijke detectie door zijlobes

Uit de analyses blijkt dat detectie van het transformatorstation via de zijlobes van de scheepsradarantenne, mogelijk is binnen een typische afstand tot 2,5 km.

Dit betekent dat er zich een “valse echo” kan voordoen met een virtueel object op het radarscherm. Er dient hierbij opgemerkt te worden dat een dergelijk verschijnsel niet eigen is aan de aanwezigheid van het transformatorstation, maar zich kan voordoen bij alle grotere objecten. Radaroperatoren aan boord kennen normaal gezien dit verschijnsel, en zullen meestal de gevoeligheid van de ontvanger kortstondig verminderen, zodat detectie via zijlobes zich niet meer voordoet.

Shadowing en dode zones

Shadowing en radar blinde zones kunnen optreden voor objecten die in lijn liggen van de scheepsradar en het transformatorstation. Dit verschijnsel is ook van groot belang voor schepen op relatief kortere afstand van het transformatorstation (typisch 2,5 km tot 5 km).

Uit de analyses blijkt dat er zich een volledige radarblindheid zal voordoen in lijn achter het transformatorstation, en een beperkte zichtbaarheid voor wat een zijkant betreft.

Specifieke aandacht zal hierbij dienen besteed te worden voor schepen die de aanmeerkade aandoen in verband met onderhoudswerkzaamheden.

Vrije radarpropagatie onder Fresnel condities

Gegeven het concept van constructie, is er geen vrije radarpropagatie mogelijk doorheen het transformatorstation.

Mogelijke valse echo's door meervoudige reflecties

Meervoudige reflecties kunnen optreden, maar enkel op een relatief korte afstand van maximaal 1,5 km tussen scheepsradar en transformatorstation. Dit is echter geen verschijnsel dat zich specifiek voordoet rond dit transformatorstation, maar ook rond de windturbineparken en zelfs tussen verschillende schepen onderling.

De radaroperatoren kennen dit verschijnsel, en kunnen desgevallend de gevoeligheid van de scheepsradar voor korte tijd verminderen, zodat de beeldvorming op het scherm niet verstoord wordt.

Fouten door diffractie en multipath propagatie

Op korte afstand kunnen zich fouten voordoen ten opzichte van een exacte azimuth bepaling van een object. Gegeven de korte afstand waarbinnen zich grotere fouten dan de eigen resolutie van de radarbundel kunnen voordoen (tot ongeveer 0,5 km), blijft de resulterende fysische fout in azimuthale afstand toch voldoende klein. Vanaf afstanden tussen scheepsradar en objecten van 1 km en meer, worden de fouten verwaarloosbaar tegenover de eigen resolutie van de radarantenne.

Conclusie

Algemeen kan dus gesteld worden dat met betrekking tot de operationele werking van de scheepsradar er zich eerst en vooral een radarblinde zone zal voordoen in lijn achter het transformatorstation. Dit vraagt zeker de nodige aandacht voor scheepvaartverkeer om en rond het transformatorstation, en specifiek voor het verkeer naar de aanmeerkade.

De fenomenen van valse echo’s en multipath zijn voldoende bekend wanneer zich een voldoende groot object (in casu ander schip) in de nabijheid van de eigen scheepsradar bevindt. In de meeste gevallen betreft het zelfs een mast of ander object aan boord van het eigen schip dat de oorzaak van foutieve beeldvorming is. De radaroperatoren aan boord zijn dan ook met deze verschijnselen voldoende vertrouwd.

6.3.8.2.4 Impact op de VHF communicatie en aanverwante marifone systemen (AIS, RDF)

Vooreerst dient gesteld te worden dat de hieronder geformuleerde conclusies zowel gelden voor de VHF communicatie zelf, als voor de AIS en RDF systemen, die ook gebruik maken van een aantal eigen VHF radiokanalen. Er wordt opnieuw onderscheid gemaakt tussen de communicatie van schip naar wal en van schip naar schip.

Hierbij dient ook aangestipt te worden dat slechts een beperkt aantal fenomenen van belang of van toepassing zijn bij de marifone communicatiesystemen, en dat zijlobe detectie en meervoudige reflecties een gelijkaardig verschijnsel opleveren als multipath propagatie.

Reikwijdte van de VHF systemen

Zoals voor de radarinstallaties zal hier de LoS afstand de feitelijke reikwijdte van de VHF systemen bepalen. Dit betekent in de praktijk een typische afstand van 40 km voor de communicatie van schip/wal en 25 km voor schip/schip.

Voor het scheepvaartverkeer op de hoofdnavigatieroutes zal de realisatie van het transformatorstation BOG Alpha geen direct operationeel gevolg hebben en geen verschil uitmaken met de huidige werking en mogelijkheden.

Voor de secundaire navigatieroutes zal de realisatie van het transformatorstation BOG Alpha alleen gevolgen hebben voor de VHF communicatie van het radiostation Oostende, vergeleken met de situatie van volledige invulling van het concessiegebied voor windturbines.

Het transformatorstation ligt immers reeds in de schaduwzone achter de windturbineparken Norther en C-Power, voor wat het radiostation van Zeebrugge betreft.

Enkel voor de radiocommunicatie vanuit het radiostation Oostende ontstaat er achter het transformatorstation een bijkomende dode zone, waarbij radiocontact quasi onmogelijk zal zijn. Dit vergt dus wel de nodige aandacht, zeker voor wat het scheepvaartverkeer betreft van en naar de windparken en naar de aanmeerkade van het BOG Alpha.

Dit geldt evenzeer voor het radioverkeer tussen de schepen onderling, waarbij radiocontact mogelijk zal zijn of blijven, afhankelijk van de relatieve posities onderling en ten opzichte van het transformatorstation.

Shadowing en dode zones, en vrije radiopropagatie onder Fresnel condities

Zoals hierboven reeds besproken zal er zich alleen een effect voordoen voor de VHF communicatie van het radiostation Oostende, in vergelijking met de situatie bij een volledige invulling van het concessiegebied voor windturbines. Het transformatorstation ligt immers reeds in de schaduwzone achter de windturbineparken Norther en C-Power, voor wat het radiostation van Zeebrugge betreft.

Enkel voor de radiocommunicatie vanuit het radiostation Oostende ontstaat er achter het transformatorstation een bijkomende dode zone, waarbij radiocontact quasi onmogelijk zal zijn. Dit vergt dus wel de nodige aandacht, zeker voor wat het scheepvaartverkeer betreft van en naar de windparken en naar de aanmeerkade van het BOG Alpha.

Dit geldt evenzeer voor het radioverkeer tussen de schepen onderling, waarbij radiocontact mogelijk zal zijn of blijven, afhankelijk van de relatieve posities onderling en ten opzichte van het transformatorstation.

Op te merken valt dat door het concept van constructie er geen vrije radiopropagatie (Fresnel condities) doorheen het transformatorstation mogelijk zal zijn.

Mogelijke effecten van multipath propagatie

Mogelijke effecten op de kwaliteit van de radio ontvangst kunnen zich voordoen binnen een afstand van ongeveer 1 km rond het transformatorstation. Dit type effect doet zich echter ook voor door reflecties op andere objecten (aan boord) of andere schepen binnen eenzelfde afstand en zijn dus niet eenzijdig toe te schrijven aan het transformatorstation. Dit geldt zowel voor de communicatie tussen schip en wal, en schip naar schip.

Verder kan expliciet gesteld worden dat de realisatie van het transformatorstation geen directe invloed zal hebben op zowel de werking van de AIS systemen, als van de RDF systemen. Zoals hierboven aangehaald wordt de reikwijdte hiervan evenzeer beperkt door de LoS afstanden van de VHF communicatie systemen, en blijven de mogelijke fouten beperkt binnen de specificaties van beide systemen.

Conclusie

Algemeen kan dus gesteld worden dat met betrekking tot de VHF radiostations er zich enkel ten opzichte van het radiostation Oostende een bijkomende dode zone zal voordoen achter het transformatorstation. Een gelijkaardig effect zal zich voordoen voor de VHF communicatie tussen schepen in dit gebied, wat met betrekking tot het scheepvaartverkeer in de directe omgeving wel de nodige aandacht verdient.

De werking van het AIS systeem en het RDF systeem zal niet beïnvloed worden.

Opnieuw verdienen de aangepaste secundaire navigatieroutes rondom de offshore windparken de nodige aandacht in verband met de veiligheid van de scheepvaarttrafiek, waarbij de radio communicatie doorheen het transformatorstation tussen schip en schip quasi onmogelijk zal zijn.

6.3.8.2.5 Besluit

Algemeen kan dus gesteld worden dat de realisatie en inplanting van het transformatorstation BOG Alpha geen noemenswaardige invloed zal hebben op de bewaking en opvolging van het scheepvaartverkeer op de grote routes, zoals het zich momenteel voordoet. Dit geldt ook voor de VHF radiocommunicatie.

Een bijzonder aandachtspunt is echter wel het scheepvaartverkeer in en om het transformatorstation, en specifiek het verkeer voor onderhoudswerkzaamheden naar de aanlegkade van BOG Alpha.

Zowel voor het kuststation van Oostende, als voor alle waarnemingen en communicatie tussen schip en schip, stelt zich het probleem dat er telkens een radarblinde of radioblinde zone zal ontstaan, in lijn achter het transformatorstation. Specifiek hierbij is de radarblindheid ten opzichte van het grootste deel van de omgeving voor schepen die aanmeren aan de kade van het transformatorstation BOG Alpha.

Het scheepvaartverkeer in deze directe omgeving van het transformatorstation BOG Alpha zal dus met de nodige omzichtigheid dienen te gebeuren.

Verder dient er op gewezen te worden dat in deze studie enkel de effecten van de SRK radarbewaking van de scheepvaart, de radarwaarneming door de scheepsradar en de VHF radio communicatie (schip/wal en schip/schip) besproken zijn.

De bewaking van het hier beschouwde transformatorstation zelf is in de studie niet aan bod gekomen. Hiervoor dienen er uiteraard gepaste maatregelen getroffen te worden, vooral om de scheepvaarttrafiek om en rond het transformatorstation BOG Alpha adequaat op te volgen. Hierbij kan gedacht te worden aan een bijkomende radarinstallatie, op een gepaste locatie en met eventueel een beperkte reikwijdte. Het is echter evident dat een dergelijke extra radarinstallatie niet allen het transformatorstation BOG Alpha, maar meteen alle offshore windturbineparken (Norther, C-Power, Rentel, SeaStar, Northwind, Belwind en Mermaid) kan en zal “bedienen”.

6.4 LEEMTEN IN DE KENNIS

Door het toenemende aantal offshore projecten groeit het bewustzijn dat er meer aandacht moet besteed worden aan de mogelijke milieueffecten tengevolge van de combinatie van meerdere initiatieven en neemt het aantal wetenschappelijke studies toe. De eerste monitoringsresultaten van constructiewerkzaamheden ter hoogte van het C-Power windmolenpark en het Belwind windmolenpark zijn gepubliceerd, maar laten nog niet toe om eventuele cumulatieve effecten te identificeren. Er bestaat dus nog steeds veel onzekerheid over de mogelijke cumulatieve effecten van verschillende windmolenparken onderling en in combinatie met andere mariene activiteiten.

De leemten in de kennis zijn reeds besproken in de afzonderlijke hoofdstukken binnen dit MER.

6.5 MILDERENDE MAATREGELEN

De groei in initiatieven zoals windmolenparken en energie-eilanden wereldwijd zou in de eerste plaats veel baat kunnen halen uit een gesynchroniseerde ruimtelijke planning op internationale schaal om de mogelijke cumulatieve effecten over de grenzen heen beter te beheren en begrenzen. De creatie van het BOG is een milderende maatregel op zich, aangezien het aantal kabeltracés en dus het ruimtebeslag wordt beperkt, ten opzichte van de het aantal kabeltracés elk park op zich zou moeten leggen. Dit laat toe zo veel mogelijk ruimte beschikbaar te houden voor overige gebruiksfuncties.

Gezien de onzekerheid en leemtes in de kennis moeten de eerste resultaten met de nodige voorzichtigheid beoordeeld worden en is de beste mitigerende maatregel bijkomende monitoring van mogelijke cumulatieve effecten.

6.6 MONITORING

Monitoring is noodzakelijk om de geïdentificeerde leemtes in de kennis weg te werken. Als basis voor de monitoring wordt verwezen naar de verschillende hoofdstukken. Indien mogelijk moeten de monitoringsprogramma's van de verschillende parken en het BOG op elkaar afgestemd worden en synergieën gezocht worden, in overleg met de BMM. Dit moet ervoor zorgen dat zoveel mogelijk leemten opgevuld raken en dat financiële inspanningen voor monitoring leiden tot een nuttig resultaat.

7. GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN IN HET KADER VAN HET ESPOO-VERDRAG

7.1 INLEIDING

Het Verdrag van ESPOO (1991) wijst op de verplichtingen van de verschillende lidstaten inzake grensoverschrijdende milieueffecten van de voorgenomen activiteit. Het Verdrag werd opgenomen in het KB van 07 september 2003 (art. 19). Gezien de positie en de afstand van het BOG project ten opzichte van de buurlanden kunnen enkel effecten verwacht worden naar Nederland toe.

Alpha zal zich op ca. 8 km van de Nederlandse grens bevinden en de kabels naar land bevinden zich minimaal op ca .6,5 km van de grens. De meeste effecten zullen zich op deze afstand reeds niet meer voordoen. Hieronder worden kort de effecten in de verschillende disciplines besproken die mogelijk een grensoverschrijdend effect kunnen hebben. Voor een uitgebreide bespreking van de relevante effecten wordt verwezen naar de desbetreffende hoofdstukken in dit MER.

7.2 BODEM EN WATER

Uit de numerieke modelleringsstudie blijkt dat de invloedsfeer van het eiland op de hydrodynamica en het sedimenttransport beperkt is tot de directe omgeving van het eiland en niet reikt tot aan de Belgisch-Nederlandse grens. Ook de turbiditeitspluimen die ontstaan bij de creatie van de zandpannenkoek en de bovenbouw overschrijden de natuurlijke achtergrondconcentraties niet in Nederlands grondgebied.

7.3 KLIMAAT

Tijdens de constructie en ontmantelingsfase wordt een lichte verhoging van emissies verwacht ten gevolge van de toename in scheepsactiviteiten. Door de reeds hoge concentratie aan schepen in Nederlandse wateren en de rest van de Noordzee kan dit effect als verwaarloosbaar beschouwd worden.

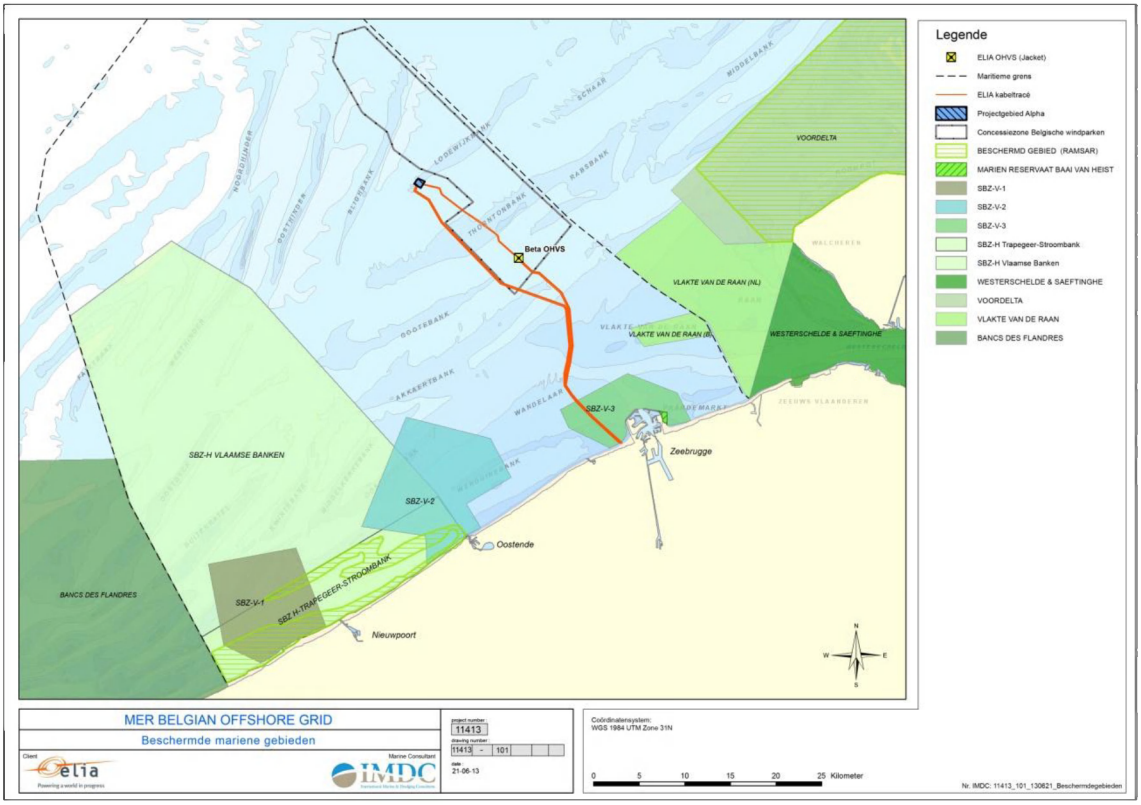
7.4 GELUID EN ZEEZICHT

Alpha zal niet zichtbaar zijn vanaf de Nederlandse kust door de grote afstand (ca. 40 km) en door de ligging achter de Belgische windmolenparken. Ook de geluidshinder van baggerschepen is minimaal en zal aan de Nederlandse grens zich onder het huidig achtergrondsgeluidsniveau bevinden.

7.5 FAUNA, FLORA EN BIODIVERSITEIT

Momenteel bevinden zich twee Natura 2000 gebieden over de grens met Nederland in de nabijheid van Alpha: de Vlakte van de Raan (Habitatrichtlijngebied) op ca. 22 km en de

Voordelta (Vogel- en Habitatrichtlijngebied en aangewezen wetland) op ca. 27 km (Figuur 7-1). De kabels naderen tot ca. 7,5 km van de Vlakte van de Raan. Op 30 december 2010 werd het Nederlandse gedeelte van de Vlakte van de Raan definitief als Natura 2000 gebied aangewezen. Het gebied Voordelta werd door Nederland bij aanwijzingsbesluit aangewezen als Natura 2000 gebied op 19 februari 2008. In het noordelijk deel van de Voordelta zijn er rustgebieden voor zeehonden en vogels aangewezen en is er een zone waar de bodem extra wordt beschermd.



Figuur 7-1: Overzicht van de beschermde natuurgebieden in België en Nederland (zie Bijlage F voor A3 kaart).

7.5.1 Benthos en vissen

De Vlakte van Raan en de Voordelta werden onder meer aangewezen voor Habitat 1110B – permanent overstroomde zandbanken. Dit habitat komt veel voor in de zuidelijke Noordzee. Tijdens de constructie- en operationele fase van het BOG worden geen veranderingen in de bodemdichtheid of bodemsamenstelling verwacht op Nederlandse Natura 2000 gebieden. De BMM (2012 en 2011) stelt dat ook de instandhoudingdoelstellingen voor dit habitattype op Nederlandse bodem worden niet gehypothekeerd bij de aanleg van het Norther en Rentel windmolenpark. Aangezien deze parken dichter bij de Vlakte van Raan en de Voordelta zijn gelegen en een groter effect veroorzaken dan de aanleg van het eiland en de bekabeling, zal dit ook gelden voor het BOG.

Van de beschermde vissen - Zeeprik, Rivierprik en Fint - in de Voordelta en de Vlakte van De Raan zijn geen kwantitatieve data bekend (Jak *et al.,* 2009). Alle in de Voordelta en de Vlakte van de Raan beschermde vissoorten zijn migrerende diadrome vissen. Voor de Voordelta zijn de instandhoudingsdoelstellingen voor vissen niet gekwantificeerd. Voor Vlakte van de Raan

(Jak *et al.*, 2009) bestaan de instandhoudingsdoelstellingen uit het behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied voor uitbreiding van de populatie van deze vissen. De instandhoudingdoelstellingen zullen door de constructie- en exploitatie van het BOG windmolenpark niet aangetast worden. De belangrijkste beperkende factor in de ontwikkeling van deze beschermde vissoorten wordt bepaald door de kwaliteit en beschikbaarheid van zoetwaterhabitats en de moeilijke passeerbaarheid van sluizen (Jak *et al.*, 2009).

7.5.2 Vogels

De Voordelta is aangewezen habitat voor 30 niet broed-vogelsoorten, waaronder de zeevogels Roodkeelduiker, Kuifduiker, Dwergmeeuw, Grote stern en Visdief. Voor deze soorten geldt de doelstelling: 'behoud omvang en kwaliteit van het leefgebied en behoud van de populatie'. De Voordelta is voor deze soorten vooral van belang als foerageergebied (voor Dwergmeeuw is dit meer specifiek tijdens de trekperiode). De Voordelta heeft voor Grote stern en Visdief een belangrijke functie als foerageergebied van de broedkolonies in de aangrenzende Natura 2000-gebieden (zie Figuur 7-1) (BMM, 2012).

Tijdens de constructiefase zijn de voornaamste impacts volgende effecten geïndentificeerd binnen de MER-analyse: verstoring door geluid en trillingen ten gevolge van baggeractiviteiten, het kabelleggen en de toegenomen scheepvaart, en een verhoogde turbiditeit in de waterkolom door baggerwerken. De effecten blijken vooral soortspecifiek te zijn, waardoor de constructiefase voor verstoringsgevoelige soorten gepaard gaat met tijdelijk habitatverlies (Christensen *et al.*, 2003; Petersen *et al.*, 2006). Momenteel is er ook weinig geweten over de positie van kraamgebieden van vissen in deze regio. Indien de constructie een significant negatief effect veroorzaakt voor vislarven dan kan dit een verminderd voedselaanbod betekenen voor visetende vogelsoorten en bijgevolg een verminderde kwaliteit van het foerageergebied (BMM, 2012).

In het kader van dit project werd een pluimmodelleringsstudie uitgevoerd om de turbiditeit tijdens de constructie van het eiland te begroten (IMDC, 2013b, cf. externe bijlage). De simulaties werden uitgevoerd tijdens een springtij om de worst-case effecten te benaderen. Er werden twee scenario's doorgerekend:

- Scenario 1: 1 TSHD van 10.000 m³
- Scenario 2: 2 TSHD van 5.000 m³

Uit deze modelleringen blijkt dat de sedimentpluim de grens met Nederland kan overschrijden, maar dat de concentratie significant kleiner is dan de background value van 4 mg/l.

Wat de effecten tijdens de operationele fase betreft, kunnen er enerzijds directe gevolgen optreden door aantrekkingen van vogels tot het eiland en anderzijds indirecte gevolgen door fysische wijzigingen van het habitat. Hoewel het eiland een rust- en mogelijk broedplaats kan zijn voor vogels, kan de nabijheid van de windmolenparken zorgen voor een verhoogde aanvaringskans. Rekening houdend met deze foerageerafstanden is het niet ondenkbaar dat Meeuwen, Sternen en Aalscholvers vanuit de vogelrichtlijngebieden SBZ-V3 Zeebrugge (BE), Voordelta (NL), Westerschelde – Saeftinghe (NL), Oosterschelde (NL) en Grevelingen (NL) tot aan Alpha komen om te rusten en naar de windmolenparken om te foerageren (BMM, 2011). Van deze soorten zal Kleine mantelmeeuw het gevoeligst zijn voor aanvaringen doordat ze vaak op rotorhoogte vliegen (17% van de waarnemingen op de Thorntonbank; Vanermen *et*

al., 2009) en doordat ze groot en weinig wendbaar zijn (BMM, 2011). De aanvaringskans voor sternen wordt laag ingeschat (Vanermen *et al.*, 2009).

7.5.3 Zeezoogdieren

De dichtstbijzijnde zeehondenkolonies bevinden zich in de Voordelta op bijna 60 km van Alpha (Geoloket Provincie Zeeland, 2013). In de Voordelta heeft men een toename in aantallen Grijze zeehonden waargenomen. Het is echter niet duidelijk of het huidige leefgebied geschikt genoeg is voor een duurzame populatie als er geen immigratie meer zou optreden. De Gewone zeehond heeft in het Deltagebied een te laag geboortecijfer waardoor de populatie zich niet in stand kan houden. Er wordt gestreefd naar een populatie van tenminste 200 exemplaren in zuidwest Nederland, waarbij de Voordelta de grootste bijdrage levert. Hiertoe zal in het Voordelta gebied het areaal rustig gebied moeten toenemen waardoor het gebied meer geschikt wordt voor voortplanting (BMM, 2011).

De aantallen zeehonden in de kolonies in de Voordelta en de Westerschelde leken in 2011 niet lager dan de jaren daarvoor, hoewel vanaf 7 april tot bijna de hele maand augustus 2011 funderingen voor een windmolenpark geheid werden op de Thorntonbank (C-Power fase 2 en 3). De diameter van de geheide palen was relatief beperkt (1,7 m), en de geluidsemissie onder water tijdens het heien was lager dan vastgesteld bij palen met een grotere diameter. Er werd geen hogere sterfte waargenomen onder zeehonden tijdens de heiwerkzaamheden en er werden een aantal pups geboren zowel in de Voordelta als in de Westerschelde (BMM, 2012). De propagatie van het geluid tot de Westerschelde – Saeftinghe of de Oosterschelde werd niet onderzocht, maar wordt als niet relevant beschouwd, gezien de grote afstand. Er wordt vastgesteld dat veel van de zeehonden die zich dicht bij de kust en in de Westerschelde ophouden aan relatief hoge geluidsniveaus blootgesteld worden door scheepvaart; vooral de Westerschelde is een druk bevaren gebied, en het is niet gekend in welke mate de zeehonden die daar verblijven daar hinder van ondervinden. Geluid afkomstig van scheepvaart in het gebied is echter van chronische aard, met mogelijke gewenning, terwijl het geluid van heien ter hoogte van de Thorntonbank, en mogelijk in de toekomst ten zuiden ervan (voor Norther concessie) en ten noorden (voor Rentel park) van de Thorntonbank, en mogelijk ter hoogte van de Westerscheldemonding nog hoorbaar voor zeehonden, eerder acuut is (BMM, 2012).

De grensoverschrijdende effecten zullen dus verwaarloosbaar zijn, gezien de afstand tot de Nederlandse Natura 2000 gebieden en de beperkte hoorbaarheid voor zeezoogdieren.

7.5.4 Besluit grensoverschrijdende effecten op fauna en flora

De effecten op benthos, vissen, vogels en zeezoogdieren in Nederlandse Natura 2000 gebieden worden als aanvaardbaar geacht omwille van volgende redenen (BMM, 2012):

- De verstoring is tijdelijk en lokaal;
- De grote afstand tot zeehondenkolonies in de Nederlandse Delta;
- Het uitgebreide foerageergebied van zeehonden en vogels;
- Het ruime verspreidingsgebied van Bruinvissen.

7.6 RISICO'S EN VEILIGHEID

7.6.1 Scheepvaart

De aanwezigheid van het BOG zal weinig tot niets veranderen aan de scheepvaart in Nederlands grondgebied wanneer alle windmolenparken gebouwd zijn. Het eiland zal zich immers aan de andere kant van de windmolenparken situeren, waardoor de aanwezigheid van Alpha de scheepsroutes niet beïnvloedt.

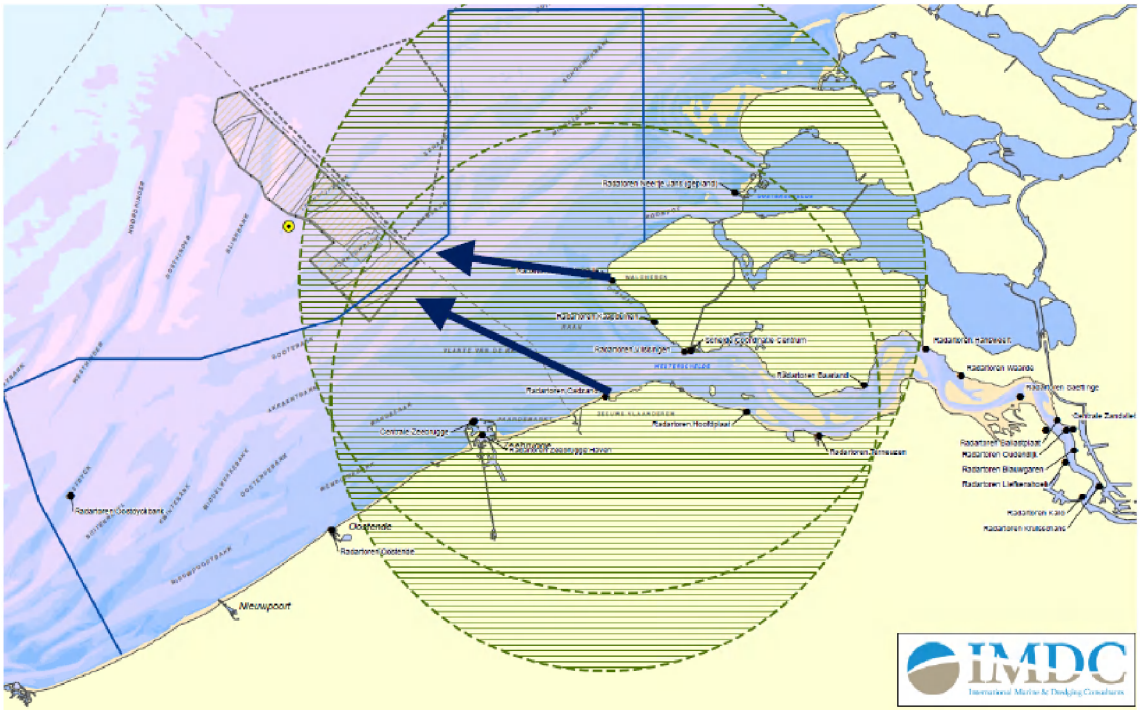
Indien er echter wordt gestart met de constructie van het eiland terwijl de doorgang door het SeaStar windmolenpark nog niet is afgesloten, kan de verkeersstroom tussen België en Nederland door deze parken leiden tot een verhoogde aanvaringskans met het eiland.

Uit de MARIN studie (2013, externe bijlage) blijkt dat wanneer de doorgang door het SeaStar en Mermaid windmolenpark nog niet is afgesloten, er een lichte stijging van het totaal aantal schepen betrokken bij incidenten zien op het BDNZ. Dit is ondanks een daling van het aantal zeemijlen. De incidenten stranding door motorstoring en zinken dalen wel, zoals verwacht bij daling van het aantal zeemijlen. Het aantal schepen betrokken bij aanvaring stijgt echter wel. Dit komt doordat er meer ontmoetingen zijn in deze scenario's waarin schepen tussen de windmolenparken doorvaren en andere links kruisen.

7.6.2 Radar en scheepscommunicatie

De risico's en effecten door de bouw van een OHVS (Alpha) voor het BOG op radar en scheepscommunicatie werd onderzocht vanuit zowel het Belgische als het Nederlandse oogpunt. Het rapport is bijgevoegd als externe bijlage (Flemtek-IMDC, 2013).

Uit de verschillende afzonderlijke studies omtrent de mogelijke impact van de windparken met betrekking tot de SRK radars, blijkt duidelijk dat het project BOG Alpha in de schaduwzones komt te liggen voor de Nederlandse radarstations. Figuur 7-2 toont een schematische voorstelling van het bereik van de Nederlandse SRK radarstations. Ter illustratie wordt het LoS bereik van de SRK radarstations aangegeven voor een gemiddeld schip, met een waarnemingshoogte tot 10 m. Rekening houdend met de windmolenparken in het Belgische concessiegebied, en de Nederlandse projectzone Borsseele, is het eerst en vooral duidelijk dat alleen de Vlaamse SRK radarstations in deze studie dienen betrokken te worden. De LoS zones in Figuur 7-2 geven telkens het geografische bereik van de SRK radarstations zonder enige invloed van de windparken op zee, zodat het effectieve en feitelijke bereik in de praktijk kleiner zal zijn.



Figuur 7-2: LoS van de Nederlandse radarinstallaties voor een objecthoogte van 10 m.

8. SYNTHESE EN CONCLUSIES

In dit MER werden de geassocieerde milieueffecten geïdentificeerd en geëvalueerd op basis van de projectbeschrijving, de beschikbare literatuur en door overleg met de belanghebbende partijen. Hierbij werd telkens een onderscheid gemaakt tussen de constructie-, operationele en ontmantelingsfase van het project (inclusief de in situ surveys), alsook de elektrische bekabelingsinfrastructuur. Om de significantie van een impact te bepalen, werd rekening gehouden met de grootteorde, de omvang of reikwijdte en de duur (tijdelijk of permanent karakter). De beschreven effecten worden in de vorm van een relatieve plusmin-beoordeling weergegeven (Tabel 8-1). Positieve effecten duiden op een verhoging, ondersteuning of versterking van de betrokken (natuurlijke of gewenste) eigenschap van het milieu, een negatieve beoordeling wijst op het verdwijnen, een verlaging of een aantasting van een bepaalde (natuurlijke of gewenste) eigenschap.

Tabel 8-1: Gehanteerde definities voor de beschrijving en beoordeling van de milieueffecten.

Symbool	Effect niveau	Beschrijving	Beoordeling milieu/organismen
++	Significant positief	Meetbaar positieve verbetering in de kwaliteit van de milieuomstandigheden op grote schaal (BDNZ). Tijdelijk of permanent karakter.	Zeer positief
+	Matig positief	Meetbaar positieve verbetering in de kwaliteit van de milieuomstandigheden op beperkte schaal (projectgebied). Tijdelijk of permanent karakter.	Positief
0/+	Gering positief	Meetbaar kleine positieve verbetering in de kwaliteit van de milieuomstandigheden op beperkte schaal (projectgebied). Tijdelijk karakter.	Neutraal
0	Geen	Onmeetbaar effect of niet relevant.	Geen
0/-	Gering negatief	Meetbaar kleine negatieve modificatie op de kwaliteit van de milieuomstandigheden op beperkte schaal (projectgebied). Tijdelijk karakter.	Verwaarloosbaar
-	Matig negatief	Meetbaar negatieve modificatie op de kwaliteit van de milieuomstandigheden op beperkte schaal (projectgebied). Tijdelijk of permanent karakter.	Aanvaardbaar
--	Significant negatief	Meetbaar negatieve modificatie op de kwaliteit van de milieuomstandigheden op grote schaal (BDNZ). Tijdelijk of permanent karakter.	Onaanvaardbaar

8.1 VERWACHTE EFFECTEN VAN HET BOG

Tabel 8-2 geeft een overzicht van de ingreep-effecten voor de verschillende disciplines tijdens de constructiefase, operationele fase en de ontmantelingsfase voor het Alpha-eiland en de bekabeling.

Tabel 8-2: Overzicht van de ingreep-effecten.

	Alpha			Bekabeling		
	Construc-tie	Exploitatie	Ontman-teling	Construc-tie	Exploitatie	Ontman-teling
ABIOTISCHE OMGEVING						
Effecten op de bodem	-	-	0/-	-	0/-	0/-
Effecten op het water	0/-	-	0/-	0/-	0	0/-
Effecten op klimaat en atmosfeer	0/-	0	0/-	0/-	0	0/-
Effecten op geluid en trillingen	0/-	0	0/-	0/-	0	0/-
Effecten op zeezicht	0/-	0	0/-	0/-	0	0/-
Effecten op cultureel erfgoed	0	0	0	0	0	0
BIOTISCHE OMGEVING						
Effecten op benthos	0/-	0	0/-	0/-	0	0/-
Effecten op vissen	0/-	0	0/-	0/-	0 (?)	0/-
Effecten op vogels	0/-	0/+	0/-	0/-	0	0/-
Effecten op zeezoogdieren	0/-	0/+	0/-	0/-	0	0/-
Effecten op fauna van harde substraten	0/- of 0/+	0/- of 0/+	0/- of 0/+	nvt	nvt	nvt
MENSELIJKE ACTIVITEITEN						
Effecten op visserij	0	0	0	0	0	0
Effecten op maricultuur	0	0	0	0	0	0
Effecten op militaire activiteiten	0	0	0	0	0	0
Effecten op kabels en pijpleidingen	0	0	0	0	0	0
Effecten op zand- en grindontginning	0	0	0	0	0	0
Effecten op andere windmolenparken	+	+	+	+	+	+
Effecten op wetenschappelijk onderzoek	+	+	+	+	+	+
VEILIGHEID						
Effecten op radar en scheepscommunicatie	0	0/-	0	0	0	0
Effecten op scheepvaart	0/-	0	0/-	0/-	0	0/-

8.2 CUMULATIEVE EFFECTEN

In Tabel 8-3 wordt een overzicht gegeven van de evaluatie van de cumulatieve effecten per discipline ten gevolge van de ontwikkeling van het BOG in combinatie met de 7 (geplande) windmolenparken in het BDNZ. Aangezien voor Norther, Rentel en SeaStar vandaag noch het aantal turbines, noch het funderingstype al expliciet gekend is, is men voor elke discipline uitgegaan van een worst case scenario.

Tabel 8-3: Overzicht van de cumulatieve ingreep-effecten voor de verschillende disciplines.

Fase	Constructie	Exploitatie	Ontmanteling	Bekabeling
ABIOTISCHE OMGEVING				
Effecten op de bodem	-	0/-	-	0/-
Effecten op het water	0/-	-	0/-	0/-
Effecten op klimaat en atmosfeer	0/-	0	0/-	0
Effecten op geluid en trillingen	-	0/-	0/-	0/-
Effecten op zeezicht	0/-	0/-	0/-	0/-
Effecten op cultureel erfgoed	0	0	0	0
BIOTISCHE OMGEVING				
Effecten op benthos	-	0	0/-	0/-
Effecten op vissen	-	0/- of 0/+	0/-	0/-
Effecten op vogels	0/-	0/- of 0/+	0/-	0
Effecten op zeezoogdieren	-	0/- of 0/+	0/-	0
Effecten op fauna van harde substraten	0/- of 0/+	0/- of 0/+	0/- of 0/+	nvt
MENSELIJKE ACTIVITEITEN				
Effecten op visserij	0	0/+	0	0
Effecten op maricultuur	0	0/+	0	0
Effecten op militaire activiteiten	0	0	0	0
Effecten op kabels en pijpleidingen	0	0	0	0
Effecten op zand- en grindontginning	0	0	0	0
Effecten op andere windmolenparken	0	0	0	0
Effecten op wetenschappelijk onderzoek	+	+	+	+
VEILIGHEID				
Risico's op scheepvaartaccidenten	0/-	-	0/-	0/-
Effecten op radar en scheepscommunicatie	0	0/-	0	0

8.3 CONCLUSIES

In dit overzicht volgt een opsomming van de belangrijkste conclusies per fase van het project. Enkel effecten die op basis van de uitgebreide analyse als betekenisvol werden geïdentificeerd worden hier herhaald. Indien voor bepaalde effecten relevante verschillen worden gevonden tussen de verschillende configuraties, worden deze afzonderlijk vermeld.

Voor leemten in de kennis, milderende maatregelen en voorgestelde monitoring maatregelen wordt verwezen naar de specifieke hoofdstukken.

8.3.1 Constructiefase

8.3.1.1 Bodem

- De benodigde hoeveelheid zand voor het MER-ontwerp voor Alpha (zandpannenkoek en kern van zand in bovenbouw) is ongeveer 5 miljoen m³. Rekening houdend met baggerverliezen van ca. 30% na dumpen (Van den Eynde *et al.,* 2010), zal ongeveer 7 miljoen m³ zand nodig zijn dat zal ontgonnen worden op de Blighbank. Dit komt neer op verliezen van ca. 2 miljoen m³ sediment.
- De natuurlijke morfologie en korrelgrootteverdeling van de Lodewijkbank zal over een oppervlakte van minstens 47 ha veranderen. Waar nu de zandduinen gemiddeld 5 m tot

maximaal 7 m hoog zijn en de bathymetrie in het gebied tussen -17 m en -28 m LAT is, zullen na bouw van het eiland de duinen verdwenen zijn (opgenomen in de zandpannenkoek) en zal de locale bathymetrie boven het wateroppervlak uitsteken.
- Door deze veranderingen in morfologie zullen de locale stromingspatronen veranderen en kan lokaal scour optreden rond het eiland.

8.3.1.2 Water

- Tijdens de constructie van het eiland zal een lokale verhoging van de turbiditeit kunnen vastgesteld worden bij het creëren van de zandpannenkoek en de het opspuiten van de kern van de bovenbouw.
- De modelresultaten tonen dat de achtergrondwaarde in de regio van 4 mg/l (Van den Eynde, 2010) niet langer dan 8,7u (20% van de tijd) overschreden wordt voor de gemodelleerde periode voor het scenario met 1 TSHD van 10.000 m³ (Scenario 1). Voor scenario 2 (2 TSHD van 5.000 m³), waarbij frequenter gebaggerd en gedumpt wordt, wordt de achtergrondwaarde van 4 mg/l niet langer dan 30% van de tijd overschreden (13,2u). Het is vooral de baggeractiviteit die de hoogste turbiditeit veroorzaakt. In Scenario 2 is deze baggerpluim hoger in concentratie maar kleiner in omvang. De pluimcontour is maximaal 1.300 m lang en beweegt over een afstand van maximaal 2,5 km.
- De constructie van het eiland zal een lokale en tijdelijke verhoging van de turbiditeit veroorzaken met, in vergelijking met turbiditeitsconcentraties die van nature optreden tijdens stormen, een gering negatief effect.

8.3.1.3 Klimaat en atmosfeer

- De energieconsumptie en daaraan gerelateerde emissies zijn het grootst tijdens de periode van het winnen van de grondstoffen en het transport van materialen.
- De emissies ten gevolge van scheepvaart zullen slechts een zeer beperkte invloed hebben op de lokale luchtkwaliteit ter hoogte van het BDNZ.

8.3.1.4 Geluid en trillingen

- Als er hei-activiteiten zouden plaatsvinden, zal het gaan om activiteiten die enerzijds heel beperkt zijn in duur en anderzijds om palen met een beperkte diameter
- De baggerwerken produceren vrij lage geluidniveaus en hebben een verwaarloosbaar effect t.o.v. de dagelijkse geluidsimmissie door scheepvaart inde Noordzee

8.3.1.5 Fauna en flora

- Voor het MER-ontwerp van het eiland zal de biotoopverstoring maximaal 67,2 ha bedragen. De effectieve biotoopverstoring zal afhankelijk zijn van de uiteindelijke dimensies van het eiland.
- Het verlies aan organismen is sterk gerelateerd met het biotoopverlies en zal dus afhangen van het uiteindelijke design van het eiland.
- Er wordt expliciet een beperkte en tijdelijke verstoring van de benthische fauna en vissen ten gevolge van het omwoelen van de zeebodem en de daaruit voortvloeiende verhoogde turbiditeit beschreven. Door de productie van geluid en trillingen ten gevolge van de toegenomen scheepstrafiek en mogelijk het heien van tijdelijke constructies, treedt er ook verstoring op.

- De aanwezigheid van de stortstenen en erosiebescherming zal leiden tot het ontstaan van een nieuw biotoop en hiermee verbonden gemeenschappen ('reef effect'). De uiteindelijke oppervlakte die wordt ingenomen door harde substraten bedraagt ca. 0,18 km² (inclusief 33 m erosiebescherming). De oppervlakte is beperkt t.o.v. de toename van hard substraat in de windmolenparken en de vele wrakken die reeds aanwezig zijn in de Noordzee.
- Tijdelijke verstoring van verstoringsgevoelige vogelsoorten kan optreden tijdens de bouw van het eiland als gevolg van de werkzaamheden. Waarschijnlijk zullen verstoringsgevoelige soorten het gebied tijdelijk verlaten, maar terugkeren na het beëindigen van de constructiefase.
- Zeezoogdieren kunnen tijdelijke hinder (gering negatief effect) ondervinden als gevolg van toenemende turbiditeit, onderwaterbewegingen, toegenomen werfverkeer en veranderingen in voedselbeschikbaarheid. Waarschijnlijk zullen ze daardoor het gebied tijdelijk verlaten.

8.3.1.6 Zeezicht en cultureel erfgoed

- Tijdelijke visuele wijziging van het zeezicht en het kustlandschap door werfverkeer en bouwactiviteiten blijft binnen aanvaardbare grenzen; terwijl de impact op de beleving (rustverstoring versus toeristische attractie) als verwaarloosbaar wordt ingeschat.

8.3.1.7 Menselijke activiteiten

- Voor radar en scheepvaart, zie cumulatieve effecten
- Voor de andere gebruikers worden er geen effecten verwacht.

8.3.1.8 Risico's en veiligheid

- Zie cumulatieve effecten.

8.3.1.9 Conclusie

Tijdens de constructiefase zal er een tijdelijke milieuverstoring plaatsvinden ten gevolge van de werkzaamheden. Er dient een aanzienlijke hoeveelheid gebaggerd zand gedumpt worden voor de opbouw van het eiland. Hierdoor treedt er een tijdelijke habitatverstoring van de benthische fauna, vissen en zeezoogdieren. Als gevolg van de activiteiten (varen, baggeren, gebruik van de kraan , …) zal er een tijdelijk een beperkt verhoogd geluidsniveau aanwezig zijn onder en boven water. Er is onzekerheid over de grootte van de impact van geluid en trillingen op het mariene leven. Als gevolg van de erosiebescherming en de stortstenen zal er beperkt verlies zijn aan zandbodem als leefomgeving. De creatie van harde substraten zal leiden tot een verhoogde en veranderde biodiversiteit. Waarschijnlijk zullen verstoringsgevoelige soorten en zeezoogdieren het gebied tijdelijk verlaten. Er worden geen effecten verwacht voor de andere gebruikers binnen het BDNZ.

8.3.2 Operationele fase

8.3.2.1 Bodem

- Uit modellering blijkt dat het residueel sedimenttransport sterk toeneemt in de nabijheid van het eiland, maar ook in het verlengde ervan, ter hoogte van de kam van de Lodewijkbank en naar het ZW, is het sedimenttransport toegenomen. In de nabijheid

van het eiland resulteert dit in voornamelijk sedimentatie aan de lijzijde van het eiland (ten opzichte van de dominante stromingsrichting) en erosie waar de stroming rond het eiland beweegt waar ze geblokkeerd wordt. De patronen zijn gelijkaardig voor zomer en wintercondities. Bij wintercondities zijn de erosie en sedimentatiezones wel uitgestrekter.

- Modelresultaten die de erosie/sedimentatiepatronen (ook de natuurlijke) tonen na telkens 5 jaar getijdenwerking, tonen aan dat de morfologische evolutie vertraagt.
- Na 25 jaar heeft de sedimentatiezone zich uitgebreid tot de SeaStar concessiezone, de erosiezone heeft zich verder lateraal uitgebreid dwars op de dominante stromingsrichting, en reikt over een groot deel van de SEA-ME-WE3 kabel. De impact blijft echter beperkt tot een straal van 2 km rond het eiland.

8.3.2.2 Water

- De impact van het eiland op de stroming en het residueel watertransport is beperkt tot een zone nabij het artificieel eiland en uitgestrekt in de richting van de dominante vloedstroming, zowel voor de zomer als voor de wintercondities (met 1-jarige storm). Het verschil tussen winter en zomercondities is miniem.
- De grootte van het eiland bepaalt sterk de uitgestrektheid van de invloedzone, en ook de oriëntatie speelt een belangrijke rol.

8.3.2.3 Klimaat en atmosfeer

- De impact op klimaat en atmosfeer tijdens de operationele fase wordt als onbestaand geschat.

8.3.2.4 Geluid en trillingen

- Het OHVS op het eiland zal een geluidsniveau van maximaal 105 dB(A) produceren dat tot ca. 250 m afstand kan waargenomen worden in een worst-case benadering.

8.3.2.5 Fauna en flora

- Voor de meeste soorten zullen (nagenoeg) geen effecten optreden.
- Het eiland zal waarschijnlijk grote aantallen vogels aantrekken als rust- en eventueel broedplaats.
- De fauna die zich zal ontwikkelen op de harde substraten kan voor een verhoogde voedselbeschikbaarheid zorgen. De versnelde introductie van invasieve soorten kan het ecosysteem echter negatief beïnvloeden.

8.3.2.6 Zeezicht

- Alpha is niet rechtstreeks zichtbaar vanaf de kust.

8.3.2.7 Menselijke activiteiten

- De toename in monitoring en onderzoek ter hoogte van de windmolenparken zal zorgen voor meer wetenschappelijke kennis.
- Er worden geen effecten verwacht op andere gebruikers van het BDNZ mits het respecteren van de vereiste veiligheidszones en een goede communicatie met betrokken partijen.

8.3.2.8 Risico's en veiligheid

- Zie cumulatieve effecten.

8.3.2.9 Conclusie

Tijdens de operationele fase treden eveneens een aantal effecten op. Potentiële erosie wordt tegengaan door het a priori aanleggen en/of monitoren van een erosiebescherming. De kans op verontreiniging van water en bodem is verwaarloosbaar. Het eiland zal niet waarneembaar zijn vanuit verschillende kuststeden, aangezien het achter C-Power en Norther ligt. Voor de meeste fauna-soorten zullen (nagenoeg) geen effecten optreden. Verder onderzoek is echter wenselijk om deze voorlopige inschattingen te bevestigen.

8.3.3 Ontmantelingsfase

Algemeen mag worden gesteld dat de effecten van de ontmantelingfase gelijkaardig zullen zijn aan die van de constructiefase, maar dat de intensiteit van voorkomen veel lager zal zijn. Geluidsverstoring zal blijven voorkomen. Ook het biotoopverlies en het daarmee gepaard gaande verlies aan organismen blijft beperkt tot de oppervlaktes die effectief verstoord worden tijdens de ontmantelingsfase.

8.3.4 Bekabeling

8.3.4.1 Bodem

- Voor het leggen van de kabels op de vereiste dieptes zal er per kabel een sleuf gebaggerd worden ('trenchen') met bodembreedte 5 m.
- Het gebaggerde materiaal zal tijdelijk gestockeerd worden in een zone toegewezen door BMM. Na het kabelleggen zal het materiaal opnieuw opgepompt worden en gebruikt als 'backfill' (via pijpleiding).
- Voor het leggen van het volledige kabeltraject zal ca. 11 miljoen m³ sediment gebaggerd worden. Dumpverliezen worden ingeschat op ca. 3 miljoen m³ materiaal voor het gestockeerd wordt.
- Tussen het oppompen in de tijdelijke stortzone en de backfill zal opnieuw ca. 2 miljoen m³ materiaal verloren gaan, gerekend voor het hele kabeltraject. Er zal ongeveer 0,5 miljoen m³ materiaal in stortzone permanent gestockeerd blijven.
- Waar het kabeltraject de Thorntonbank de Vlakte van de Raan, de Wandelaar en kustnabije zone kruist bestaat het overgrote deel van het gebaggerde materiaal uit zand. Ook in Het Scheur, waar de grootste hoeveelheid materiaal gebaggerd zal worden is het voornaamste aandeel zand. In de tussenliggende geulen echter bevindt zich meestal een dunne grove zandlaag met grind (< 1m dik) bovenop Tertiaire klei of Tertiair zand.
- Een grove inschatting is dat ca. 70% van het totale gebaggerde materiaal uit zand zal bestaan en de overige 30% uit grof materiaal en klei. Het backfill materiaal zal bestaan uit een mengeling van bovenstaande beschreven sedimenten.
- De kabels worden voldoende diep gelegd zodat de kans dat een kabel bloot komt te liggen, vrij gering is. Een mogelijk effect door lokale erosie waarbij de kabels als obstructie op de zeebodem optreden, wordt daarom als gering negatief beoordeeld.

- Bij het overkruisen van andere (pijp)leidingen of kabels worden de kabels ter hoogte van de kruising niet in een sleuf gelegd maar aan de oppervlakte over een beschermingsmat over de leiding heen. De kabel vormt op die manier een lokale verhoging in de morfologie.
- Indien de kabels verwijderd worden, zullen ze waarschijnlijk vrij gemaakt worden door middel van jetten en niet door middel van baggeren. Er treden dan effecten op die kleiner zijn dan de effecten die optreden tijdens de constructiefase.

8.3.4.2 Water

- Het aanleggen van deze kabels zal een tijdelijke verhoging van de turbiditeit veroorzaken vooral in de kustnabije zone waar slib voorkomt. Aangezien dit tevens de zone is waar van nature een hoger turbiditeitsmaximum heerst, is de impact van de werken verwaarloosbaar.
- Tijdens de operationele fase hebben ondergrondse kabels geen invloed op de turbiditeit.

8.3.4.3 Klimaat

- De kabels kunnen een geringe en zeer lokale opwarming van de zeebodem veroorzaken.

8.3.4.4 Geluid en trillingen

- Een tijdelijke verhoging van het geluid boven en onder water tijdens kabelleggen (kabellegschip).

8.3.4.5 Fauna en flora

- Een lokale, tijdelijke verstoring van het benthos door bekabeling.
- Een mogelijk gelokaliseerde verstoring van gedrag van (kraakbeen)vissen o.i.v. elektromagnetische velden. Grootte impact is momenteel nog niet voldoende duidelijk.
- Tijdelijke verstoring van avifauna en zeezoogdieren als gevolg van de aanwezigheid van kabellegschepen, omwoeling van het sediment. De aanwezigheid van de kabels en het opgewekte elektromagnetische veld zal waarschijnlijk geen rechtstreeks effect hebben op de zeezoogdieren tijdens de operationele fase.

8.3.4.6 Cultureel erfgoed

- Langsheen beide kabeltracés liggen meerdere (gekende) wrakken. Op basis van de resultaten van een screening van de zeebodem zal het kabeltracé indien nodig lokaal gewijzigd worden zodat het effect op het maritiem beschermd erfgoed tot een minimum beperkt blijft.

8.3.4.7 Menselijke activiteiten

- Er wordt een gering negatief effect verwacht voor de aanleg van kabeltracés naar de kust voor de speciale beschermingszone SBZ-V3 (Zeebrugge) en voor de visserij (tijdelijke hinder).
- Er worden geen effecten verwacht voor de andere gebruikers.

8.3.4.8 Risico's en veiligheid

- Zie cumulatieve effecten.

8.3.4.9 Conclusie

De voornaamste invloed van het kabelleggen is de lokale en tijdelijke verstoring van de bodem en de daarin levende organismen. Deze invloed zal beperkt zijn tot de onmiddellijke omgeving rond het kabeltracé en na een tijd verdwenen zijn (gering negatief effect). De invloed van de elektromagnetische straling en de lokale opwarming van de zeebodem (door de warmteontwikkeling in de elektrische kabels) op benthos, vissen en zeezoogdieren tijdens de exploitatie van het windmolenpark is onzeker, maar blijft absoluut beperkt tot de nabije omgeving.

8.3.5 Cumulatieve effecten

8.3.5.1 Bodem

- In het hypothetisch geval dat voor de parken Norther, Rentel en SeaStar zou gekozen worden voor gravitaire funderingen (worst case scenario), dient tijdelijk een groot volume zand gestockeerd te worden voor de uitgraving van de gravitaire funderingen, waarna het hergebruikt wordt. Daarbij zal ca. 12,3 miljoen m³ materiaal als extra bovenop het natuurlijk sediment transport komen door bagger- en dumpverliezen. Voor de bouw van het eiland wordt rekening gehouden met een verlies van ca. 2 miljoen m³ materiaal.
- De impact op het globale sedimenttransport van het BDNZ door de aanleg (en mogelijke ontmanteling) van de kabels is niet verwaarloosbaar maar aanvaardbaar wegens zijn tijdelijk karakter. Maar een gelijktijdige gezamenlijke installatie van kabels in een versmalde corridor betekent een geringere impact dan indien elk van de projecten verschillende trajecten hanteert.
- Gezien lokale erosie rondom individuele funderingen in de windmolenparken niet zal optreden voor elke windturbine tegelijkertijd en dit effect weggewerkt wordt door herstellen en bijkomend storten van erosiebescherming is het cumulatieve effect kleiner dan de som van de individuele effecten. De erosie rondom het artificieel eiland reikt bovendien niet tot aan de windmolenpark concessiezones.

8.3.5.2 Water

- De kans bestaat dat de bagger- en dumppluimen, ontstaan bij het creëren van het eiland, de turbiditeitspluimen ontstaan bij het creëren van funderingsputten in nabijgelegen windmolenparken versterken. Hun oriëntatie is bij beide activiteiten volgens de dominante ZW-NO richting georiënteerd en de locaties liggen in elkaars verlengde.
- De impact op de turbiditeit wordt voor de aanleg van de kabels als tijdelijk en lokaal beoordeeld, zeker in vergelijking met de natuurlijk turbiditeit. Het cumulatief effect dat ontstaat door het leggen van andere kabels of het cumulatief effect door zandextractie in de buurt wordt als aanvaardbaar beoordeeld.
- Bovendien zou de gezamenlijke (zelfde trajecten) en gelijktijdige installatie van kabels een geringere impact(zone) kunnen betekenen. Hieraan wordt deels voldaan door de kabeltracés van verschillende projecten zoveel mogelijk op elkaar af te stemmen.

8.3.5.3 Klimaat en atmosfeer

- Er worden geen cumulatieve effecten verwacht op klimaat en atmosfeer

8.3.5.4 Geluid en trillingen

- Tijdens de constructiefase brengt het heien van de funderingspalen van de windmolenparken en damplanken van het eiland een impulsgeluid voort. Deze heiactiviteiten komen slechts tijdelijk voor en bovendien zal het geluidsniveau voor de constructie van het eiland lager liggen dan voor een windmolenpark. Bijgevolg zal het cumulatieve effect niet groter zijn dan de som van de effecten (de kans dat de puls van het heien samenvalt is namelijk zeer klein).
- De installatie van de BOG-kabels zal een minder lange geluidstoename met zich meebrengen dan wanneer de kabels voor elk van de windmolenparken afzonderlijk worden aangelegd en er verschillende trajecten gehanteerd worden of wanneer kabels langs eenzelfde traject maar op een ander tijdstip gelegd worden.

8.3.5.5 Fauna en flora

- Voor de meeste effecten op benthos en vissen (biotoopverlies/ verstoring, verlies organismen, introductie hard substraat, geluid) geldt dat het cumulatieve effect de som is van de afzonderlijk effecten per windmolenpark. Deze zijn bovendien vaak recht evenredig met het ruimtebeslag. De totale oppervlakte van de 7 parken samen (inclusief veiligheidszones) plus het BOG blijft relatief klein t.o.v. het BDNZ. Er kan algemeen besloten worden dat de effecten aanvaardbaar zullen zijn.
- Er heerst nog een onzekerheid omtrent de grootte van het cumulatieve effect van geluidsverstoring onder water en elektromagnetische straling ten gevolge van de bekabeling. Verder onderzoek is aangewezen.
- Het Alpha-eiland zal een grote aantrekking uitoefenen op vogelsoorten aangezien het kan gebruikt worden als rustplaats op zee. Ook de toename van harde substraten kan mogelijk zorgen voor een verbetering in voedselbeschikbaarheid. Door de aanwezigheid van honderden turbines nabij het eiland kan dit echter de aanvaringskans verhogen. Verdere monitoring naar de wisselwerking tussen het eiland en de windmolenparken is dan ook aangewezen.
- Voor zeezoogdieren wordt verwacht dat de meeste cumulatieve effecten (verstoring, geluid, fysische aanwezigheid windmolenpark, wijziging in voedselbeschikbaarheid…) de som van de afzonderlijke effecten zullen zijn.

8.3.5.6 Zeezicht en cultureel erfgoed

- De verstoring van het zeezicht tijdens de overlappende bouwfases van de windmolenparken en het BOG zal verminderen in duurtijd, maar wel een verhoogde intensiteit van verstoring met zich meebrengen.
- Voor het cumulatief effect van de aanwezigheid van de diverse windmolenparken op het zeezicht zijn de dichtst bijgelegen windmolenparken (Norther en C-Power) van belang gezien deze het zeezicht vanaf de kust bepalen.
- Het cumulatief effect op het cultureel erfgoed is verwaarloosbaar.

8.3.5.7 Menselijke activiteiten

- De zone rond het eiland (veiligheidsafstand) dat afgesloten wordt voor de visserij is minimaal in vergelijking met het afsluiten van de concessiezone voor windenergie.
- Voor visserij en maricultuur kan de bouw en exploitatie van de verschillende windmolenparken en het BOG indirect ook positieve gevolgen hebben daar zij de vispopulatie ten goede komen (sluiting gebieden voor boomkorvisserij, scheepvaart, …) én dus ook de visserij in de nabije omgeving, of de mogelijkheid bieden tot het ontwikkelen van alternatieve vormen van visserij.
- Er worden geen negatieve cumulatieve effecten verwacht voor de andere gebruikers van de Noordzee.

8.3.5.8 Risico's en veiligheid

- De aanvaringskansen voor de Alpha 2 locatie zijn hoger dan voor locatie Alpha 1, omdat deze locatie dichter bij de drukke route ten zuidwesten van de windmolenparken ligt. Het afsluiten van de gehele windmolenparkstrook zorgt voor Alpha 1 voor een sterke afname van de aanvaringskans, maar voor Alpha 2 maakt dit weinig verschil.
- Voor locatie Alpha 2 liggen de totale frequenties van uitstroom van chemicaliën hoger dan voor Alpha 1 onder scenario 1, en voor scenario 2 zijn deze ongeveer gelijk. Voor Alpha 1 zijn de frequenties van uitstroom met zeer hoog ecologisch risico echter wel groter dan voor Alpha 2, maar nog steeds zeer klein (eens per 76.923 jaar onder scenario 1).
- Doordat in windmolenparkscenario 2 (zonder Mermaid en SeaStar) nog routes tussen de windmolenparken door varen en sneller van het BDNZ verdwijnen, zorgt dit er ook voor dat de verkeerseffecten onder scenario 2 veelal een afname tonen. Wanneer de schepen onder scenario 1 (alle parken gerealiseerd) langer op het BDNZ varen, levert dit juist een toename.
- Het aantal schepen neemt onder windmolenparkscenario 1 en aanwezigheid van het BOG eiland op Alpha 2 toe met 0,24%, en het aantal schepen betrokken bij ongevallen met 0,42%. Aanwezigheid van het eiland op Alpha 1 beïnvloedt onder scenario 1 de routes niet, zodat er ook geen verschillen zijn.
- Onder scenario 2, dus bij afwezigheid van windmolenparken SeaStar en Mermaid, zijn minder schepen aanwezig op het BDNZ, maar er is wel een lichte stijging van het aantal incidenten. Dit komt doordat er meer ontmoetingen zijn in deze scenario's waarin schepen tussen de windmolenparken doorvaren en andere links kruisen.
- De toename van het aantal zeemijlen op het BDNZ onder scenario 1, en de afname onder scenario 2, zorgen tot slot voor een navenante toe- en afname van de emissies.
- Alpha zal geen noemenswaardige invloed hebben op de bewaking en opvolging van het scheepvaartverkeer op de grote routes, zoals het zich momenteel voordoet. Dit geldt ook voor de VHF radiocommunicatie.
- Voor het scheepvaartverkeer in en om het transformatorstation zal wel een radar- of radioblinde zone ontstaan ten opzichte van het grootste deel van de omgeving.

8.3.5.9 Conclusie

Bij de cumulatieve effecten (gezamenlijke effecten van de 7 windmolenparken + het BOG) worden enkel de effecten verder besproken die niet verwaarloosbaar zijn voor een enkel windmolenpark. Voor deze niet-verwaarloosbare effecten zal het cumulatieve effect meestal gelijk of kleiner zijn dan de som van de individuele effecten. Het cumulatieve milieueffect ten

gevolge van het stockeren en dumpen van zand zal door de fasering kleiner zijn dan de som van de effecten. Voor de meeste effecten op benthos en vissen geldt dat het cumulatieve effect de som is van de afzonderlijk effecten - vaak recht evenredig met het ruimtebeslag dat in totaliteit relatief klein blijft t.o.v. het BDNZ. Voor vogels en zeezoogdieren geldt eveneens dat het cumulatieve effect de som is van de afzonderlijke effecten. Het Alpha-eiland zal een grote aantrekking uitoefenen op vogelsoorten aangezien het kan gebruikt worden als rustplaats op zee. Door de aanwezigheid van honderden turbines nabij het eiland kan dit echter de aanvaringskans verhogen. Verdere monitoring naar de wisselwerking tussen het eiland en de windmolenparken is dan ook aangewezen.Er worden geen noemenswaardige negatieve cumulatieve effecten verwacht voor de verschillende gebruikers van de Noordzee.

De kans op aanvaring van windturbines is voor het Alpha-eiland relatief laag (eens in de 46 à 93 jaar afhankelijk van het scenario), in vergelijking met de parken aan de NW en ZO uiteindes van de Belgische windmolenzone (eens in de 15 jaar voor Belwind en eens in de 11 jaar voor Norther). Er wordt geen significant negatieve invloed verwacht van de aanwezigheid en exploitatie van de windmolenparken op de bewaking van en communicatie met het scheepvaartverkeer.

8.3.6 Grensoverschrijdende effecten

8.3.6.1 Bodem en water

- Uit de numerieke modelleringsstudie blijkt dat de invloedsfeer van het eiland op de hydrodynamica en het sedimenttransport beperkt is tot de directe omgeving van het eiland en niet reikt tot aan de Belgisch-Nederlandse grens.
- De turbiditeitspluimen die ontstaan bij de creatie van de zandpannenkoek en de bovenbouw overschrijden de natuurlijke achtergrondconcentraties niet in Nederlands grondgebied.

8.3.6.2 Klimaat

- Tijdens de constructie en ontmantelingsfase wordt een lichte verhoging van emissies verwacht ten gevolge van de toename in scheepsactiviteiten.

8.3.6.3 Geluid en zeezicht

- Alpha zal niet zichtbaar zijn vanaf de Nederlandse kust door de grote afstand en door de ligging achter de Belgische windmolenparken.
- De geluidshinder van baggerschepen is minimaal en zal aan de Nederlandse grens zich onder het huidig achtergrondsgeluidsniveau bevinden.

8.3.6.4 Fauna en flora

- Er bevinden zich twee Natura 2000 gebieden over de grens met Nederland op ca. 22 km van het SeaStar windmolenpark: de Vlakte van de Raan en de Voordelta.
- De effecten op benthos, vissen, vogels en zeezoogdieren in Natura 2000 gebieden worden als aanvaardbaar geacht omwille van de tijdelijk en lokale aard van de verstoring, de grote afstand tot zeehondenkolonies in de Nederlandse Delta, het uitgebreide foerageergebied van zeehonden en vogels, en het ruime verspreidingsgebied van Bruinvissen.

8.3.6.5 Risico's en veiligheid

- De aanwezigheid van het BOG zal weinig tot niets veranderen aan de scheepvaart in Nederlands grondgebied wanneer alle windmolenparken gebouwd zijn.
- Uit de MARIN studie blijkt dat wanneer de doorgang door het SeaStar en Mermaid windmolenpark nog niet is afgesloten, er een lichte stijging van het totaal aantal schepen betrokken bij incidenten zien op het BDNZ.
- Er zullen zich geen wezenlijke veranderingen voordoen voor wat de radar en radio opvolging van de scheepvaarttrafiek betreft binnen het afgebakende Belgische concessiegebied, en dit zowel vanuit de Vlaamse als de Nederlandse SRK radarstations.

8.3.6.6 Conclusie

Gezien de positie achter de windmolenparken en afstand ten opzichte van de grens worden zo goed als geen effecten verwacht worden naar Nederland toe. Gezien de afstand van het projectgebied tot de Nederlandse kust worden de effecten als aanvaardbaar beschouwd.

9. REFERENTIES

3E (2011). “Opbrengstberekening Offshore windpark zone 7” dd 16/05/2011.

Adriansens, J. (2009). Vissen met quota – Belgische zeevisserij, Departement Landbouw en Visserij, Afdeling Monitoring en Studie.

Aguado, A. (2011). Towards a European supergrid. PSCC.

Ahlén, I. *et al.* (2007). Bats and offshore wind turbines studied in Southern Scandinavia. Swedish EPA report 5571.

Ahlén, I., Baagoe, J. & Bach, L. (2009). Behaviour of Scandinavian Bats during migration and foraging at sea. Journal of Mammalogy, 90 (6): pp. 1318 – 1323.

Andersson, M.H. (2011). Offshore wind farms - ecological effects of noise and habitat alteration on fish. Doctoral thesis. Stockholm: Department of Zoology, Stockholm University.

Andrulewicz, E., Napierska, D. & Otremba, Z. (2003). The environmental effects of the installation and functioning of the submarine SwePol Link HVDC transmission line: a case study of the Polish Marine Area of the Baltic Sea. Journal of Sea Research 49 (2003) 337-345.

Arcadis (2008). Milieueffectenrapport voor een offshore windturbinepark op de Bank Zonder Naam. Uitgevoerd in opdracht van Eldepasco NV. 302 + app.+ figuren. 05/10293/PV.

Arcadis (2011). Milieueffectenrapport - Offshore North Sea Power windpark, in opdracht van Norther NV. Project 10296 | versie A | 06-05-2011.

Ashley, G.M. (1990). Classification of large-scale subaqueous bedforms: a new look at an old problem. Journal of Sedimentary Petrology, 60(1): 160-172.

Bach, S., Teilmann, J. & Henriksen, O.D. (2000). Environmental Impact Assessment (EIA) of offshore windfarms at Rødsand and Omø Stålgrunde, Denmark. A technical report on harbour porpoises.

Belderson, R.H. (1986). Offshore tidal and non-tidal sand ridges and sheets: differences in morphology and hydrodynamic setting, Canadian Society of petroleum geologists, pp. 293-301.

Belgische Staat (2012). Omschrijving van Goede Milieutoestand en vaststelling van Milieudoelen voor de Belgische mariene wateren. Kaderrichtlijn Mariene Strategie – Art 9 & 10. BMM, Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, Brussel, België, 34 pp.

Bergman, M.J.N., G.CA. Duineveld & M.S.S. Lavaleye (2005). Long term closure of an area to fisheries at the Frisian Front (SE North Sea): effects on the bottom fauna. NIOZ-Rapport 2005-6.

BERR – Department for Business Enterprise & Regulatory Reform in association with Defra (2008). Review of cabling techniques and environmental effects applicable to the offshore wind farm industry. Technical report.

Bio/consult A/S (2005). Hard Bottom Substrate Monitoring - Horns Rev Offshore Wind Farm. Annual Status Report 2004. Commissioned by Elsam Engineering A/S.

Birdlife International (2004a). Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Birdlife Conservation Series No. 12. Birdlife International, Cambridge.

Birdlife International (2004b). Birds in the European Union: a status assessment. Wageningen, The Netherlands: BirdLife International.

Birdlife International, (2009). Species factsheets. http://www.birdlife.org/ (geraadpleegd op 16 maart 2012).

BMM (2004). Bouw en exploitatie van een windturbinepark op de Thorntonbank in de Noordzee: Milieueffectenbeoordeling van het project ingediend door de NV C-Power. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee, Afdeling Beheer van het Mariene Ecosysteem (BMM), Brussel. 170 pp.

BMM (2006a). Bouw en exploitatie van een windturbinepark op de Thorntonbank in de Noordzee. Milieueffectenbeoordeling van de aanvraag ingediend door de NV C-Power tot wijziging van de vergunning en machtiging voor het bouwen, inclusief de aanleg van kabels, en het exploiteren van een min 216 – max 300 MW farshore windenergiepark op de Thorntonbank. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee, Afdeling Beheer van het Mariene Ecosysteem (BMM), Brussel. 43 pp.

BMM (2006b). Advies van het bestuur. Aanvraag van de leden van Zeegra vzw en de Vlaamse overheid voor de extractie van mariene aggregaten op het “Belgisch Deel van de Noordzee (BDNZ)”. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee, Afdeling Beheer van het Mariene Ecosysteem (BMM), Brussel.

BMM (2007). Milieueffectenbeoordeling van het BELWIND offshore windturbinepark. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee, Afdeling Beheer van het Mariene Ecosysteem (BMM), Brussel. 182 pp.

BMM (2009). Milieueffectenbeoordeling van het ELDEPASCO offshore windmolenpark op de Lodewijkbank. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee, Afdeling Beheer van het Mariene Ecosysteem (BMM), Brussel. 185 pp.

BMM (2011). Milieueffectenbeoordeling van het NORTHER offshore windmolenpark ten zuidoosten van de Thorntonbank. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Beheerseenheid Mathematisch Model van de Noordzee, Afdeling Beheer van het Mariene Ecosysteem (BMM), Brussel. 200 pp.

BMM (2012). Milieueffectenbeoordeling van het RENTEL offshore windmolenpark ten noordwesten van de Thorntonbank en ten zuidoosten van de Lodewijkbank. BMM, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Brussel, 206 pp.

Bochert, R. & M.L. Zettler (2004). Long-term Exposure of Several Marine Benthic Animals to Static Magnetic Fields. Bioelectromagnetics 25: 498-502.

Boehlert, G.W. & Gill, A. (2010). Environmental and ecological effects of ocean renewable energy development. A current synthesis. Oceanography Vol. 23. No. 2: 68-75.

Boshamer, J.P.C. & J. P. Bekker (2008). Nathusius' pipistrelles (*Pipistrellus nathusii*) and other species of bats on offshore platforms in the Dutch sector of the North Sea. Lutra 51 (1): 17-36

BRD Noise & Vibration Control (2013). Defining sound fields. http://brd-nonoise.com/Environmental.aspx , geraadpleegd op 13 juni 2013.

Bruinzeel, L.W., van Belle, J., Davids, L. (2009). The impact of conventional illumination of offshore platforms in the North Sea on migratory bird populations. Altenburg&Wymenga-rapport 1227.

Bruinzeel, L & J. van Belle (2010). Additional research on the impact of conventional illumination of offshore platforms in the North Sea on migratory bird populations. Altenburg&Wymenga-rapport 1439.

Camphuysen, C.J. (2009). Het gebruik van zeetrektellingen bij de analyse van populatieschommelingen. 2. Dwergmeeuwen Larus minutus langs de kust. Sula 22: 49-66.

Cattrijsse, A. & Vincx, M. (2001). Biodiversity of the benthos and avifauna of the Belgian coastal waters. Summary of data collected between 1970 and 1998. Federal Office for Scientific, Technical & Cultural Affairs, Brussels. 48 pp.

Cefas/University of Southampton (2009). A generic investigation into noise profiles of marine dredging in relation to the acoustic sensitivity of the marine fauna in UK waters with particular emphasis on aggregate dredging: PHASE I Scoping and review of key issues.

Ceuleneer, G., Lauwaert, B. (1987). Les sédiments superficiels de la zone des "Vlaamse Banken" UGMM, Bruxelles. 34 pp.

Christensen, T.K, Clausager, I. & Petersen, I.K. (2003). Base-line investigations of birds in relation to an offshore wind farm at Horns Rev, and results from the year of construction. - NERI report 2001. 60 pp.

Christopherson, A. and J. Wilson (2002). Technical Letter Report Regarding the San Francisco-Oakland Bay Bridge East Span Project Noise Energy Attenuation Mitigation. L. Kuhn and L. Campbell George and Strong. Anchorage, AK, Peratrovich, Nottingham, & Drage, Inc.

Clarke D., Dickerson C., Reine K., (2002). Characterization of Underwater Sounds Produced by Dredges Dredging 2002. ASCE, Orlando, Florida, USA, pp. 64-64.

Claus, J & Lebbe, L. (2013). Verslag grondwaterstromingsmodel aanleg on-shore kabeltraject BOG te Zeebrugge. Universiteit Gent.

Coates, D. & Vincx, M. (2010). Monitoring the effects of offshore wind farms on the soft substratum macrobenthos: Year-1 Blighbank and Year-2 Thorntonbank. 83-103 in Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B. (Eds.) (2010). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 287 pp. + annexes.

Coates, D., Vanaverbeke, J., Rabaut, M. & Vincx, M., (2011). Soft-sediment macrobenthos around offshore wind turbines in the Belgian Part of the North Sea reveals a clear shift in species composition. 47-63 in Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B., (Eds.) (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and

targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 157 pp. + annex.

Coates, D., Vanaverbeke, J. & Vincx, M., (2012). Enrichment of the soft sediment macrobenthos around a gravity based foundation on the Thorntonbank pp. 41-54 in Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B., (Eds.) (2012). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Heading for an understanding of environmental impacts. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 155 pp. + annex.

Copejans, E. & Smits, M. (2011). De wetenschap van de zee. Leuven: Acco, 175 pp.

Courtens, W. & E.W.M. Stienen, (2004). Voorstel tot afbakening van een Vogelrichtlijngebied voor het duurzaam in stand houden van de broedpopulaties van kustbroedvogels te Zeebrugge-Heist. Adviesnota IN.A.2004.100. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Courtens, W., E.W.M. Stienen, M. Van de walle & D. Verbelen, (2009). Tussentijds rapport monitoring van de SBZ-V 'Kustbroedvogels te Zeebrugge-Heist' en de SBZ-V 'Poldercomplex': resultaten van het vijfde jaar (2009-2010). INBO.R.2009.58. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Courtens, W., Stienen, E.W.M. & Vanermen, N. (2006). Zeevogels en zeezoogdieren van de Vlakte van de Raan, in: Coosen, J. *et al.* (Ed.) (2006). Studiedag: De Vlakte van de Raan van onder het stof gehaald, Oostende, 13 oktober 2006. VLIZ Special Publication, 35: 59-72.

Danish Wind Industry Association (2013). Measuring and Calculating Sound Levels. www.windpower.org via http://ele.aut.ac.ir/~wind/en/tour/env/db/dbdef.htm , geraadpleegd op 13 juni 2013.

De Backer, A., Moulaert, I., Hillewaert, H., Vandendriessche, S., Van Hoey, G., Wittoeck, J. and Hostens, K. (2010). Monitoring the effects of sand extraction on the benthos of the Belgian Part of the North Sea. ILVO-report. 117 pp.

De Batist, M., (1989). Seismostratigrafie en structuur van het Paleogeen in de Zuidelijke Noordzee. Unpublished PhD. Thesis, RUG, Gent. 107 pp.

De Maersschalck, M., Hostens, K., Wittoeck, J., Cooreman, K., Vincx, M., Degraer, S. (2006). Monitoring van de effecten van het Thornton windturbinepark op de benthische macro-invertebraten en de visfauna van zachte substraten: Referentietoestand. Studie uitgevoerd in opdracht van het KBIN en BMM. 81 pp.

De Moor, G. (1985). Shelf bank morphology off the Belgian coast, recent methodological and scientific developments. In: M. Van Molle (Editor), Recent trends in Physical Geography in Belgium. Liber Amicorum, L. Peeters. V.U.B., Study series of the Vrije Universiteit Brussel, New series, Brussel, pp. 47-90.

De Rouck, J. (2012). Zee- en havenbouw. Universiteit Gent: faculteit ingenieurswetenschappen en architectuur, Gent.

DECC (2011). Guidance Notes for Industry: Decommissioning of Offshore Installations and Pipelines under the Petroleum Act 1998, Offshore Decommissioning Unit, Department of Energy and Climate Change, Aberdeen.

DEFRA (2002). Guidelines for Environmental Risk Assessment and Management, Department for Environment Food and Rural Affairs, September 2002.

Degraer, S., Verfaillie, E., Willems, W., Adriaens, E., Van Lancker, V. & Vincx, M. (2008). Habitat suitability as a mapping tool for macrobenthic communities: An example from the Belgian part of the North Sea. Continental Shelf Research. 28: 369–379.

Degraer, S. & Brabant, R. (Eds.) (2009). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: State of the art after two years of environmental monitoring. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 287 pp. + annexes.

Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B. (Eds.) (2010a). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 184 pp. + annexes.

Degraer, S., Courtens, W., Haelters, J., Hostens, K., Jacques, T., Kerckhof, F., Stienen, E. & Van Hoey, G. (2010b). Bepalen van instandhoudingsdoelstellingen voor de beschermde soorten en habitats in het Belgische deel van de Noordzee, in het bijzonder in beschermde mariene gebieden. Eindrapport in opdracht van de Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, Directoraat-generaal Leefmilieu. Brussel, België. 132 pp.

Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B., (Eds.) (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 157 + annex.

Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B., (Eds.) (2012). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Heading for an understanding of environmental impacts. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 155 pp. + annex.

Degraer, S., Braeckman, U., Haelters, J., Hostens, K., Jacques, T., Kerckhof, F., Merckx, B., Rabaut, M., Stienen, E., Van Hoey, G., Van Lancker, V. & Vincx, M. (2009). Studie betreffende het opstellen van een lijst met potentiële Habitatrichtlijn gebieden in het Belgische deel van de Noordzee. Eindrapport in opdracht van de Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, Directoraat-generaal Leefmilieu. Brussel, België. 93 pp.

Degraer, S., Vincx, M., Meire, P., (1999). Macrobenthic community changes: dynamics versus stability and their importance in coastal zone management. In: Degraer, S. (Ed.), Macrobenthos of Shallow Marine Habitats (Belgian coast) and its Use in Coastal Zone Management. Ph.D. Thesis, Ghent University, Belgium, unpublished.

Degraer, S., Wittoeck, J., Appeltans, W., Cooreman, K., Deprez, T., Hillewaert, H., Hostens, K., Mees, J., Vanden Berghe, W., Vincx, M. (2006). De macrobenthos atlas : van het Belgisch deel van de Noordzee. Federaal Wetenschapsbeleid: Brussel. ISBN 90-810081-5-3. 163 pp.

Dekker, W., Deerenberg, C., Daan, N., Storbeck, F. & Brinkman, A.G. (2009). Marine Protected Areas and commercial fisheries: the existing fishery in potential protected areas, and a modelling study of the impact of marine protected areas on North Sea Plaice. IMARES Rapport number C066/09.

Deleu S., Van Lancker V., Van den Eynde D., Moerkerke G. (2004). Morphodynamic evolution of the kink of an offshore tidal sandbank: the Westhinder Bank (Southern North Sea). Continental Shelf Research, 24, pp. 1587–1610.

Deleu, S. (2001). Zeebodemmobiliteitsstudie van de Hinderbanken regio. Scriptie voorgelegd voor het verkrijgen van het Diploma van licentiaat in de Geologie. Universiteit Gent.

Derous, S., Verfaillie, E., Van Lancker, V., Courtens, W., Stienen, E.W.M., Hostens, K., Moulaert, I., Hillewaert, H., Mees, J., Deneudt, K., Deckers, P., Cuvelier, D., Vincx, M. & Degraer, S. (2007). A biological valuation map for the Belgian part of the North Sea: BWZee, Final report, Research in the framework of the BELSPO programme 'Gobal chance, ecosystems and biodiversity' – SPSD II, March 2007, 99 pp. + Annexes.

Derweduwen, J., Vandendriessche, S. & Hostens, K. (2010). Monitoring of the effects of the Thorntonbank and Blighbank wind farms on the epifauna and demersal fish fauna of soft-bottom sediments: Thorntonbank: status during construction (T2), Blighbank: status during construction (T1). pp. 105-131 in Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B. (Eds.) (2010a). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 184 pp. + annexes.

Derweduwen, J., Hostens, K., Reubens, J., Vandendriessche, S. (2012). Do windmill parks function as a refugium?, ***in***: Mees, J. *et al.* (Ed.) (2012). *Book of abstracts - VLIZ Young Scientists' Day. Brugge, Belgium, 24 February 2012. VLIZ Special Publication,* 55: pp. 28.

DHI (2009). Anholt Offshore Wind Farm. Hydrography, sediment Spill, water quality, geomorphology and coastal morphology. In opdracht van Energinet.dk.

Dickey-Collas, M., Nash, R. D. M., Brunel, T., van Damme, C. J. G., Marshall, C. T., Payne, M. R., Corten, A., Geffen, A. J., Peck, M. A., Hatfield, E. M. C., Hintzen, N. T., Enberg, K., Kell, L. T., and Simmonds, E. J. (2010). Lessons learned from stock collapse and recovery of North Sea herring: a review. – ICES Journal of Marine Science, 67: 1875–1886.

Diederichs A., Brandt M., Nehls G., (2010). Does sand extraction near Sylt affect harbour porpoises? Wadden Sea Ecosystem 26: 199-203.

Dietz, R., Teilmann, J., Henriksen, O.D. (2000). EIA study of offshore wind farm at Rødsand. Technical report about seals. Miljø- og Energiministeriet, National Environmental Research Institute. 46pp.

DNV (2008). Technical report. Navigational Risk Assessment Eldepasco Wind Farm. October 2008.

Dong energy, Vattenfall, Danish Energy Authority & Danish Forest and Nature Agency (2006). Danish offshore wind – key environmental issues. 142.

DTI (2006). Decommissioning of Offshore Renewable Energy Installations under the Energy Act 2004: Guidance Notes for Industry, Department for Trade and Industry, Londen, December 2006.

Duyzer, J.H. (2009). Betere luchtkwaliteit in havengebieden. TNO Magazine. http://www.tno.nl/content.cfm?context=overtno&content=nieuwsbericht&laag1=37&laag2=69&item_id=2009-10-14%2019:56:45.0&Taal=1

Dyer, K.R. and Huntley, D.A. (1999). The origin, classification and modelling of sand banks. Continental Shelf Research, 19, 1285-1330.

Ecofys (2006). Achtergronddocument bij MER Offshore Windturbinepark Scheveningen Buiten. 135 pp.

Ecolas NV - Arcadis Belgium (2008). Milieueffectenrapport voor een offshore windturbine-park op de Bank zonder Naam. Uitgevoerd in opdracht van Eldepasco.

Ecolas NV (2003). Milieueffectenrapport voor een Offshore windturbinepark op de Thorntonbank. Uitgevoerd in opdracht van C-Power. 241 pp. + annexes.

Ecolas NV (2006). Milieueffectenrapport voor de extractie van mariene aggregaten op het BDNZ. Uitgevoerd in opdracht van Zeegra vzw & AWZ Afdelingen Kust en Maritieme Toegang. 194 + annexes.

Ecolas NV (2007). Milieueffectenrapport voor een Offshore windturbinepark op de Blighbank. Uitgevoerd in opdracht van Belwind. 306 + app.

ELIA (2013). 7-voudige ondergrondse 22 kV verbinding tussen de Windenergieparken en Zeebrugge. Effectonderzoek met betrekking tot de magnetische velden.

Elsam Engineering & ENERGI E2 (2005). Review report 2004: The Danish Offshore Wind Farm Demonstration Project: Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farms - Environmental impact assessment and monitoring. Denmark. 135 pp.

Everaert, J. & Stienen, E.W.M. (2006). Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions. Biodiversity and Conservation, online publication DOI 10.1007/s10531-006-9082-1. The publication is available at www.springerlink.com.

Fabi, G., Grati, F., Lucchetti & Trovarelli, L. (2002). Evolution of fish assemblage around a gos platform in the norhtern Adriatic Sea. ICES Journal of Marine Science, 59, Supp. 1, 309-315.

Fettweis, M., Francken, F., Van den Eynde, D., Houziaux, J.-S., Vandenbergh, N., Fontaine, K., Deleu, S., Van Lancker, V., Van Rooij D. (2005). Mud Origin, Characterisation and Human Activities (MOCHA): Characteristics of cohesive sediments on the Belgian Continental Shelf. Scientific Report Year 1, Belgian Science Policy. 70 pp.

Fettweis, M., Francken, F., Van den Eynde, D., Verwaest, T., Janssens, J., Van Lancker, V. (2010). Storm influence on SPM concentrations in a coastal turbidity maximum area with high anthropogenic impact (southern North Sea) Cont. Shelf Res. 30(13): 1417-1427.

Flemtek-IMDC (2013). Studie omtrent de mogelijke invloed van een transformatorstation 'Belgian Offshore Grid'. In opdracht van ELIA, in samenwerking met IMDC. I/RA/11413/13.172/JSN.

Geoloket provincie Zeeland (2013). http://zldags.zeeland.nl/geo/ (geraadpleegd op 12 februari 2013).

Gill, A.B. & Taylor, H. (2001). The potential effects of electromagnetic fields generated by cabling between offshore wind turbines upon elasmobranch fishes, Countryside Council for Wales, Contract Science Report 488.

Gill, A.B., Gloyne-Phillips, I., Neal, K.J. & Kimber, J.A. (2005). The potential effects of electromagnetic fields generated by sub-sea power cables associated with offshore wind farm

developments on electrically and magnetically sensitive marine organisms – a review. Report commissioned by COWRIE. 128 pp.

Gill, A.B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J. & Wearmouth, V. (2009). COWRIE 2.0 Electromagnetic Fields (EMF) Phase 2: EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub-sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. 128 pp.

Gill, A.B., Bartlett, M., Thomsen, F.(2012). Potential interactions between diadromous fishes of U.K. conservation importance and the electromagnetic fields and subsea noise from marine renewable energy developments. Journal of Fish Biology 81, 664–695.

Gordon, J., D. Thompson, D. Gillespie, M. Lonergan, S. Calderan, B. Jaffey, and V. Todd. (2007). Assessment of the potential for acoustic deterrents to mitigate the impact on marine mammals of underwater noise arising from the construction of offshore windfarms. COWRIE, Ltd.

Grontmij (2006). Offshore windmolenpark Katwijk – Milieueffectrapport. Definitief. In opdracht van WEOM. 335 pp.

Grontmij (2010). Studieopdracht – Monitoring van de effecten van far-shore windmolenparken op het landschap - deel socio-landschappelijk onderzoek. Referentie 258468_Eindrapport. Studie op opdracht van BMM. 149 pp.

G-tec (2013). Offshore seabed survey– Geophysical Survey results.

Haelters, J. (2009). Monitoring of marine mammals in the framework of the construction and exploitation of offshore wind farms in Belgian marine water. 237-266 in Degraer, S. & Brabant, R. (2009). Offshore wind farms in the Belgian Part of the North Sea. State of the art after two years of environmental monitoring. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 287 pp. + annexes.

Haelters, J. & Camphuysen, K.C.J. (2009). The harbour porpoise in the southern North Sea: Abundance, threats and research- & management proposals. Project financed by IFAW (International Fund for Animal Welfare). 58 pp.

Haelters, J., Norro, A., Jacques, T.G. (2009). Underwater noise emission during the phase I construction of the C-Power wind farm and baseline for the Belwind wind farm. 17-37. In: Degraer, S. & Brabant, R. (2009). Offshore wind farms in the Belgian Part of the North Sea. State of the art after two years of environmental monitoring.

Haelters, J., Jacques, T.G., Kerckhof, F. & Degraer, S. (2010). Spatio-temporal patterns of the harbor porpoise Phocoena phocoena in the Belgian part of the North Sea. 153-163 in Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B. (Eds.) (2010a). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 184 pp. + annexes.

Haelters, J., Kerckhof, F., Vigin, L. & Degraer, S. (2011). Offshore windfarm impact assessment: monitoring of marine mammals during 2010. 131-146 37 in Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B., (Eds.) (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural

Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 157 pp. + annex.

Haelters, J., Van Roy, W., Vigin, L. & Degraer, S. (2012). The effect of pile driving on harbour porpoises in Belgian waters. pp. 127-143 in Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B., (Eds.) (2012). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Heading for an understanding of environmental impacts. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine ecosystem management unit. 155 pp. + annexes.

Hillewaert, H. & Maertens, B. (2003). Trends in the spatial distribution of macrobenthos along the Belgian coast. ICES WGEXT Report 2003, 93-95.

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. Baggrundsrapport nr. 24. 42 pp.

Hofkens, E., Roosens, I. (Eds.) (2001). Nieuwe impulsen voor de landschapszorg. De landschapsatlas: baken voor een verruimd beleid. M&L-cahier 5. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap: Afdeling Monumenten en Landschappen.

Houbolt, J.J.H.C. (1968). Recent sediments in the Southern Bight of the North Sea. Geologie & Mijnbouw, 47(4): 245-273.

Huddleston, J. (ed.) (2010). Understanding the environmental impacts of offshore windfarms. COWRIE 2010. 138 pp.

ICES (2003). Report of the benthic ecology working group. ICES CM/2003/E:09.

ICPC (2007). ICPC Recommendation n°3, issue 9A: Criteria to be applied to proposed crossings between submarine telecommunication cables and pipelines/power cables.

IMDC (2010a). MER voor de extractie van mariene aggregaten in de exploratiezone van het Belgisch deel van de Noordzee. In opdracht van de Vlaamse Overheid – Afdeling kust. I/RA/11361/10.043/RDS.

IMDC (2010b). Het effect van elektromagnetische velden afkomstig van onderzeese kabels op vissen. In opdracht van C-Power. I/NO/14125/10.297/MSM.

IMDC (2012a). Milieueffectenrapport windmolenpark Rentel. In opdracht van Rentel NV. I/RA/11397/11.188/RDS.

IMDC (2012b). Nota korrelgrootteclassificatie. In opdracht van de Vlaamse Overheid – Afdeling Kust. I/NO/11310/12.021/ABO.

IMDC (2012c). Het effect op vissen van elektromagnetische velden afkomstig van onderzeese kabels van het windmolenpark Belwind. In opdracht van Belwind. I/NO/14168/12.016/CPA.

IMDC (2013a). Environmental Impact Report windmill farm Belgian Offshore Grid. Numeric modelling of sediment transport. I/RA/11413/13.006/LWA.

IMDC (2013b). Environmental Impact Report Belgian Offshore Grid. Numeric modelling of dredging plume dispersion. I/RA/11413/13.167/LWA.

IMDC (2013c). Environmental Impact Assessment wind farm SeaStar. Numeric modelling of dredging plume dispersion. I/RA/11413/13.114/MIM.

IMO (1972). London Convention (1972). Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and other Matter. United Nations Conference on the Human Environment.

IMO (1989). Guidelines and Standards for the Removal of Offshore Installations and Structures on the Continental Shelf and in the Exclusive Economic Zone', International Maritime Organization,19 October 1989.

IMO (1996). 1996 Protocol to the Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter, 1972.

IPCC (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

ITOPF (2013). Overzichtsstatistieken van accidentele olieverontreinigingen. Webpagina beschikbaar op 03/07/2013. http://www.itopf.com/information-services/data-and-statistics/statistics/index.html

Jak, R.G., Bos, O.G., Witbaard, R. & Lindeboom, H.J. (2009). Instandhoudingsdoelen Natura 2000-gebieden Noordzee. Rapport nr. C065/09, IMARES, Wageningen UR, in opdracht van het Ministerie LNV, 177 pp.

Jensen, A.C., Collins, K.J. & Lockwood, A.P.M. (eds.) (2000). Artificial reefs in European seas. Kluwer Academic Publishers. 508 pp.

Jonge Poerink, B.; Lagerveld, S.; Verdaat, J.P. (2013) Pilot study Bat activity in the dutch offshore wind farm OWEZ and PAWP. IMARES report C026/13 - tFC report 20120402.

Kerckhof, F., Haelters, J. & Gollasch, S. (2007). Alien species in the marine and brackish ecosystem: the situation in Belgian waters. Aquatic Invasions 2(3): 243-257.

Kerckhof, F., Norro, A., Jacques, T.G. & Degraer, S. (2009). Early colonisation of a concrete offshore windmill foundation by marine biofouling on the Thornton Bank (southern North Sea). 39-51 in Degraer, S. & Brabant, R. (2009). Offshore wind farms in the Belgian Part of the North Sea. State of the art after two years of environmental monitoring.Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 287 pp. + annexes.

Kerckhof, F., Rumes, B., Norro, A., Jacques, T.G. & Degraer, S. (2010). Seasonal variation and vertical zonation of the marine biofouling on a concrete offshore windmill foundation on the Thornton Bank (southern North Sea). 53-68 in Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B. (Eds.) (2010a). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 184 pp. + annexes.

Kerckhof, F., Degraer, S., Norro, A. & Rumes, B. (2011). Offshore intertidal hard substrata: a new habitat promoting non-indigenous species in the Southern North Sea: an exploratory study. 27-37 in Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B., (Eds.) (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 157 pp. + annex.

Kerckhof, F., Rumes, B., Norro, A., Houziaux, J.-S. & Degraer, S. (2012). A comparison of the first stages of biofouling in two offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea. pp. 17-39 in Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B., (Eds.) (2012). Offshore wind farms in the

Belgian part of the North Sea: Heading for an understanding of environmental impacts. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine ecosystem management unit. 155 pp. + annexes.

Knudzen, V.O., Alford, R.S., Emling, J.W. (1948). Underwater Ambient Noise. Journal Maritime Research, 7:410.

Köhler, J. ; Hansen, P.D. ; Wahl, Martin (1999). Colonization patterns at the substratum-water interface: How does surface microtopography influence recruitment patterns of sessile organisms . Biofouling 14, No. 3, pp 237-248.

Kontovas, C.A., Psaraftis, H.N. (2009). Formal Safety Assessment: A critical review, Marine Technology, Vol. 46, No 1, pp. 45-59.

Krijgsveld K.L., R.C. Fijn, M. Japink, P.W. van Horssen, C. Heunks, M.P. Collier, M.J.M. Poot, D. Beuker & S. Dirksen (2011). Effect studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee: Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds. NoordzeeWind report nr OWEZ_R_231_T1_20111114_flux&flight, Bureau Waardenburg report nr 10-219.

Lanckneus, J., Van Lancker, V., Moerkerke, G., Van den Eynde, D., Fettweis, M., De Batist, M. & Jacobs, P. (2001). Investigation of the natural sandtransport on the Belgian Continental Shelf (BUDGET). Final Report. Federal Office for Scientific, Technical and Cultural Affairs (OSTC), 104 pp. + Annex.

Lauwaert, B., Fettweis, M., Cooreman, K., Hillewaert, H., Moulaert, I., Raemaekers, M., Mergaert, K. and De Brouwer, D. (2004). Syntheserapport over de effecten op het mariene milieu van baggerspeciestortingen (in Dutch). Rapport BL/2004/01.

Le Bot, S., Van Lancker, V., Deleu, S., De Batist, M., Henriet, J.P. & Haegeman, W., (2005). Geological characteristics and geotechnical properties of Eocene and Quaternary deposits on the Belgian continental shelf: synthesis in the context of offshore wind farming. Netherlands Journal of Geosciences — Geologie en Mijnbouw, 84 – 2, 147 – 160.

Le Roy, D., Volckaert, A., Vermoote, S., de Wachter, B., Maes, F., Coene, J. & Calewaert, J.B. (2006). Risk Analysis of Marine Activities in the Belgian part of the North Sea (RAMA). SPSDII, April 2006.

Leonhard, S.B. & Pedersen, P. (2005). Hard Bottom Substrate Monitoring Horns Rev Offshore Wind Farm. Annual Status report 2003: 1-62. Report request. Commissioned by Elsam Engineering A/S.

Leonhard, S.B. (2000). Horns Rev Offshore Wind Farm. Environmental Impact Assessment of Sea Bottom and Marine Biology. Report request. Commissioned by Elsam Engineering A/S.

Lerch, R.N., Blanchard, P.E., and Thurman, E.M. (1998). Contribution of hydroxylated atrazine degradation products to the total atrazine load in Midwestern streams. Environmental Science Technology 32:40-48.

Lopez, J.C., Romero, P.C. (2011). Prediction of the magnetic field generated by a twisted three-core sea cable.

Lucke, K., Dähne, M., Peschko, V., Müller, S., Adler, S., Gilles, A., Krügel, K., Brandecker, A., Sundermeyer, J., Verfuss, U., Benke, H. en Siebert, U. (2011). StUKplus: Investigations in addition to the effects monitoring – marine mammals. Meeresumwelt-Symposium, Hamburg, Proceedings 61-62.

Maes, F., Schrijvers, J., Van Lancker, V., Verfaille, E., Degraer, S., Derous, S., De Wachter, B., Volckaert, A., Vanhulle, A., Vandenabeele, P., Cliquet, A., Douvere, F., Lambrecht, J. & Makgill, R. (2005). Towards a spatial structure plan for sustainable management of the sea. Research in the framework of the BELSPO Mixed Actions – SPSD II, Juni 2005. 539.

Maes, F., Coppens, J., Vanhulle, A. (2012). An ecosystem approach in sustainable fisheries management through local ecological knowledge in Belgium (LECOFISH). Brugge, Vanden Broele, 2012.

MARIN-IMDC (2013). Veiligheidsstudie BOG. In opdracht van ELIA, in samenwerking met IMDC. I/RA/11413/13.189/MSM.

Marquenie, J.M, van der Laar, F. (2004). Protecting migrating birds from offshore production. Shell E&P Newsletter, January Issue.

Marsden, J., Lansky D. (2000). Substrate selection by settling zebra mussels, Dreissena polymorpha, relative to material, texture, orientation, and sunlight. Canadian Journal of Zoology, 2000, 78:787-793.

Mathys, M. (2009). The Quaternary geological evolution of the Belgian Continental Shelf, southern North Sea. Unpublished PhD thesis, Universiteit Gent, XXIV, 382, annexes.

Mathys, M., Van Lancker, V., Versteeg, W., De Batist, M. (2009). Wetenschappelijke begeleiding en geïntegreerde interpretatie van seismisch onderzoek en trilboringen in Exploratiezone 4 op het Belgisch Continentaal Plat. Rapport Vlaamse Overheid, Agentschap voor Maritieme Dienstverlenging en Kust, Afdeling Kust,146.

Mathys, M. (2010). Het onderwaterreliëf van het Belgisch deel van de Noordzee. Grote Rede 26, 16-26, VLIZ.

Meißner, K. & Sordyl, H. (2006). Literature Review of Offshore Wind Farms with Regard to Benthic Communities and Habitats. - In: Zucco, C., Wende, W., Merck, T., Köchling, I. & Köppel, J. (eds.): Ecological Research on Offshore Wind Farms: International Exchange of Experiences - PART B: Literature Review of the Ecological Impacts of Offshore Wind Farms. BfN-Skripten 186: 1-45.

Meißner, K., Bockhold, J. & Sordyl, H. (2007). Problem Kabelwärme? – Vorstellung der Ergebnisse von Feldmessungen der Meeresbodentemperatur im Bereich der elektrischen Kabel im dänischen Offshore- Windmolenpark Nysted Havmøllepark (Dänemark). In:Meeresumwelt-Symposium 2006. Hrsg. Bundesamt für Seeschiffahrt und Hydrographie : pp. 153-161.

Merck, T. (2009). Assessment of the environmental impacts of cables. OSPAR Commission.

Myhre G, Alterskjaer, K. and Lowe, D. (2009). A fast method for updating global fossil fuel carbon dioxide emissions Environ. Res. Lett. 4 034012.

Nehls G., Betke K., Eckelmann S. & Ros, M. et al. (2007). Assessment and costs of potential engineering solutions for the mitigation of the impacts of underwater noise arising from the construction of offshore windfarms. BioConsult SH report, Husum, Germany. On behalf of COWRIE Ltd.

Newell, R.C., Seiderer, L.J., Simpson, N.M. & Robinson, J.E. (2002). Impact of marine aggregate dredging and overboard screening on benthic biological resources in the central

North Sea: Production Licence Area 408; Coal Pit. Marine Ecological Surveys Limited Technical Report No. ER1/4/02 to the British Marine Aggregate Producers Association. 72 pp.

Nedwell, J.R., Langworthy, J. & Howell, D. (2003). Assessment of sub-sea acoustic noise and vibration from offshore wind turbines and its impact on marine wildlife; initial measurements of underwater noise during construction of offshore windfarms, and comparison with background noise. Report No. 544 R 0424 commissioned by COWRIE. 72 pp.

Norro, A., Haelters, J., Rumes, B. & Degraer, S. (2010). Underwater noise produced by the piling activities during the construction of the Belwind offshore wind farm (Blighbank, Belgian marine waters). 37-51 in Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B. (Eds.) (2010). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 184 pp. + annexes.

NSCOGI (2012). The North Seas Countries' Offshore Grid Initiative. Initial Findings. Final Report. Working Group 1 - Grid Configuration.

Öhman M., Sigray P. en Westerberg H. (2007). Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. Ambio 36: 630-633.

OSHA (2013). Physics of sound. Occupational Safety & Health Administration (OSHA), United States Department of Labour. http://www.osha.gov/dts/osta/otm/noise/health_effects/physics.html , geraadpleegd op 13 juni 2013.

OSPAR (2000a). Quality Status Report 2000 Region II - Greather North Sea OSPAR Commission. 136.

OSPAR (2006). Review of the current state of knowledge on the environmental impacts of the location, operation and removal/disposal of offshore wind-farms. Status report April 2006, OSPAR Commission. Publication number 278/2006. 34 pp.

OSPAR (2008a). Assessment of the environmental impact of offshore wind-farms. OSPAR Commission. Publication number 385/2008. 36 pp.

OSPAR (2008b). Background Document on potential problems associated with power cables other than those for oil and gas activities. OSPAR Commission. Publication number 370/2008. 50 pp.

OSPAR (2009a). Assessment of the environmental impact of underwater noise. OSPAR Biodiversity series, publication 436.

OSPAR (2009b). Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment. OSPAR Biodiversity series, publication 441. 134.

OSPAR (2010). Quality status raport 2010. Assessment of the impact of shipping on the marine environment.

Paape, A. (1968). Constructie van golfbrekers en geleidedammen. TU Delft , afdeling weg- en waterbouwkunde.

Paelinckx, D., Sannen, K., Goethals, V., Louette, G., Rutten, J. & Hoffmann M. (2009). Gewestelijke doelstellingen voor de habitats en de soorten van de Europese Habitat- en Vogelrichtlijn voor Vlaanderen. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.M.2009.6. INBO, Brussel.

Petersen, I.K., Christensen, T.K., Kahlert, J., Desholm, M. & Fox, A.D. (2006). Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. NERI Report request. Commissioned by DONG energy and Vattenfall A/S. National Environmental Research Institute. Ministry of the Environment. Department of Wildlife Ecology and Biodiversity. 161pp.

Petersen, J.K. & Malm, T. (2006). Offshore windmill farms: threats to or possibilities for the marine environment. Ambio Vol. 35, No.2, 75-80.

Phua, C., van den Acker, S., Baretta, M. & van Dalfsen, J. (2004). Ecological effects of sand extraction in the North Sea. 22 pp.

Pieters, M., Demerre, I., Lenaerts, T., Zeebroek, I., De BIE, M., De Clercq, W., Dickinson, B., Monsieur, P. (2010). De Noordzee: een waardevol archief onder water. Meer dan 100 jaar onderzoek van strandvondsten en vondsten uit zee in België: een overzicht. Relicta 6, 177-218 pp.

Pilarczy K. W., Zeidler R.B. (1996). Offshore breakwaters and shore evolution control. A. A. Balkema, Rotterdam.

Poléo, A.B.s., Johannessen, H.F. & Harboe, M.jr. (2001). High Voltage Direct Current (HVDC) sea cables and sea electrodes: Effects on marine life – 1st revision of the literature study: 50 pp.

Poot, H., Ens, B. J., de Vries, H., Donners, M. A., Wernand, M. R., & Marquenie, J. M. (2008). Green lights for nocturnally migrating birds. Ecology and Society 13(2):47.

Popper A.N., Carlson T.J., Hawkins A.D., Southall B.L. (2006). Interim criteria for injury of fish exposed to pile driving operations: a white paper, (available at: http://www.wsdot.wa.gov/NR/rdonlyres/84A6313A-9297-42C9-BFA6-750A691E1DB3/0/BA_PileDrivingInterimCriteria.pdf).

Rabaut, M., Guilini K., Van Hoey, G., Magda, V., Degraer, S. (2007). A bio-engineered soft-bottom environment: The impact of Lanice conchilega on the benthic species-specific densities and community structure. Estuar Coast Shelf Sci 75:525-536.

RCMG (2006). Monitoring van het onderwatergeluid op de Thorntonbank – Referentietoestand van het jaar nul – eindrapport JPH/2005/sec15

Reid, P.C., Gorick, G. & Edwards, M. (2011). Climate change and European Marine Ecosystem Research. 53p. Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science, Plymouth, UK.

Resource Analysis (2010). Plan-MER voor het Geïntegreerd Kustveligheidsplan. In opdracht van Afdeling Kust.

Reubens, J., Vanden Eede, S. & Vincx, M. (2009a). Monitoring of the effects of offshore wind farms on the endobenthos of soft substrates: Year-0 Blighbank and Year-1 Thorntonbank. 61-91 in Degraer, S. & Brabant, R. (2009). Offshore wind farms in the Belgian Part of the North Sea. State of the art after two years of environmental monitoring. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 287 pp. + annexes.

Reubens, J., Degraer, S. & Vincx, M. (2009b). The importance of marine wind farms, as artificial hard substrates, on the North Sea bottom for the ecology of the ichthyofauna fish. 53-60 in Degraer, S. & Brabant, R. (2009). Offshore wind farms in the Belgian Part of the North

Sea. State of the art after two years of environmental monitoring. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 287pp. + annexes.

Reubens, J., Degraer, S. & Vincx, M. (2010). The importance of marine wind farms, as artificial hard substrata, for the ecology of the ichthyofauna. 69-82 in Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B. (Eds.) (2010a). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 184pp. + annexes.

Reubens, J., Degraer, S. & Vincx, M. (2011). Spatial and temporal movements of cod (Gadus morhua) in a wind farm in the Belgian part of the North Sea using acoustic telemetry, a VPS study. 39-46. In Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B., (Eds.) (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 157pp. + annex.

Richardson, W.J., Greene Jr, C.R., Malme, M.I. & Thomson, D.H. (1995). Marine mammals and noise. Academic Press, London & New York. 576 pp.

Roberts, C.M., Bohnsack, J.A., Gell, F., Hawkins, J.P. & Goodridge, R. (2001). Effects of marine reserves on adjacent fisheries. Science, Vol. 294 (5548): 1920-1923.

Robinson S.P., Theobald P.D., Hayman G., Wang L.S., Lepper P.A., Humphrey V., Mumford S. (2011). Measurement of underwater noise arising from marine aggregate dredging operations-MEPF report 09/P108, Marine Aggregate Levy Sustainability Fund.

SCANS-II. (2008). Small cetaceans in the European Atlantic and North Sea. Final Report to the European Commission under project LIFE04NAT/GB/000245, SMRU, Gatty Marine Laboratory, University of St Andrews, St Andrews, Fife KY16 8LB, UK.

Schultz-von Glahn, M., Betke, K., Nehls, G. (2006). Underwater noise reduction of pile driving for offshore wind turbines – Evaluation of several techniques under offshore conditions. UFOPLAN Ref. No. 205 53 113, final report. The Federal Environment Agency (Umweltbundesamt), Berlin.

SGS Environmental Services (2003). Milieueffectrapport voor een windturbinepark te Zeebrugge. Projectnummer: 02.6086.

Skiba, R. (2007) Die Fledermäuse im Bereich der Deutsche Nordsee unter Berücksichtigung der Gefährdungen durch Windenergieanlagen. Nyctalus (N.F.), Berlin 12. pp. 199-220.

Söker, H., Rehfeldt, K., Santjer, F., Stracker, M. & Schreiber, M. (2000). Offshore Wind Energy in the North Sea. Technical possibilities and ecological considerations. A Study for Greenpeace. 83 pp.

Southall B.L., Bowles A.E., Ellison W.T., Finneran J.J., Gentry R.L., Greene C.R.J., Kastak D., Ketten D.R., Miller J.H., Nachtigall P.E., Richardson W.J., Thomas J.A., Tyack P. (2007). Marine mammal noise exposure criteria: initial scientific recommendations. Aquatic Mammals 33:411-521.

Spence, J., Fischer, R., Bahtiarian, M., Boroditsky, L., Jones, N., and Dempsey, R. (2007). Review of existing and future potential treatments for reducing underwatersound from oil and gas industry activities, NCE REPORT 07-001, JIP on E&PSound and Marine Life, London.

Stienen, E.W.M., Van Waeyenberge, J. & Kuijken, E. (2002). De avifauna en zeezoogdieren van de Thorntonbank. Studie ter beoordeling en monitoring van de impact van een offshore windmolenpark op de mariene avifauna en zeezoogdieren. Rapport IN.A.2002.244, Instituut voor Natuurbehoud, Brussel. 60 pp.

Stienen, E.W.M., Van Waeyenberghe, J. & Kuijken, E. (2007). Trapped within the corridor of the southern North Sea: the potential impact of offshore wind farms on seabirds. In: de Lucas, M., Guyonne, F.E. & Ferrer, M., 2007. Birds and wind farms: risk assessment and mitigation. pp. 71 – 80.

Strucker, R.C.W.; Arts, F.A.; Lilipaly, S. (2012). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2010/2011. RWS Waterdienst BM, 12.07. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat. Waterdienst: Vlissingen. 122 pp.

Tasker, M.L., Amundin, M., Andre, M., Hawkins, A., Lang, W., Merck, T., Scholik-Schlomer, A., Teilmann, J., Thomsen, F., Werner, S. & Zakharia, M. (2010). Marine Strategy Framework Directive – Task Group 11 Underwater noise and other forms of energy. European Commission, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 55 pp.

Tasker, M.L., Jones, P.H., Dixan, T.J. & Blake, B.F. (1984). Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardized approach. Auk 101: 567- 577.

TE (2013a). Passende Beoordeling BOG Onshore. I/RA/11413/13.139/MSM.

TE (2013b). Milieutoets BOG Onshore. I/RA/11413/13.140/MSM.

Ter Hofstede, R., Heessen, H.J.L. & Daan, N. (2005). Systeembeschrijving Noordzee: Natuurwaardenkaarten vis. RIVO rapport C090/05, 55.

Tessens, E. & Velghe, M. (2012). De Belgische Zeevisserij: aanvoer en besomming. (2011). Departement Landbouw en Visserij. Afdeling Landbouw en Visserijbeleid. Zeevisserij. 121 pp.

Tougaard, J., Kyhn, L.A., Amundin, M., Wennerberg, D. & Bordin, C. (2011). Harbour porpoise are deterred by simulated pile driving noise. 25th Conference of the European Cetacean Society, Book of Abstracts, 21–23 March 2011, Cádiz, Spain.

Turner, S.J., Thrush, S.F., Pridmore, R.D., Hewitt, J.E., Cummings, V.J. & Maskery, M. (1995). Are softsediment communities stable? An example from a windy harbour. Marine Ecology Progress Series 120, 219-230.

UK Government (2005). Environmental protection, England and Wales, Hazardous Waste (England and Wales) Regulations.

UNCLOS (1982). 'United Nations Convention on the Law of the Sea'.

van 't Hoff, J. & Nooy van der Kolff, A.H. (2012). Hydraulic Fill Manual (1st edition). For Dredging and Reclamation Works.

Van Cauwenberghe, C. (1971). Hydrographic analysis of the Flemish banks along the Belgian-French coast [Hydrografische analyse van de Vlaamse banken langs de Belgische-Franse kust]. Het Ingenieursblad 40(19): 563-576.

Van den Eynde, D.; De Sutter, R.; Polet, H.; Verwaest, T.; Maes, F.; Volckaert, A.M.; Vanderperren, E.; Ozer, J.; Ponsar, S.; Van der Biest, K.; Willekens, M. (2009). CLIMAR - evaluation of climate change impacts and adaptation responses for marine activities, in: Mees,

J. *et al.* (Ed.) (2009). VLIZ Young Scientists' Day, Brugge, Belgium 6 March 2009: book of abstracts. VLIZ Special Publication, 41: 68.

Van den Eynde, D., De Sutter, R., Haerens, P. (2012). Evolution of marine storminess in the Belgian part of the North Sea.

Van Gompel, J. (2003). In Verkem, S., De Maeseneer, J., Vandendriessche, B., Verbeylen, G. & Yskout, S. (2003). Zoogdieren in Vlaanderen. Ecologie en verspreiding van 1987 tot 2002. Natuurpunt Studie en JNM-Zoogdierenwerkgroep, Mechelen en Gent, België.

Van Hoey, Degraer, S. & Vincx, M. (2004). Macrobenthic community structure of soft-bottom communities on the Belgian Continental Shelf. Est., coast. And shelf sci. 59: 601-615.

Van Lancker, V., Deleu, S., Bellec, V., Le Bot, S., Verfaillie, E., Schelfaut, K., Fettweis, M., Van den Eynde, D., Francken, Monballiu, J., Giardino, A., Portilla, J., Lanckneus, J., Moerkerke, G. & Degraer, S. (2007). Management, research and budgeting of aggregates in shelf seas related to end-users (MAREBASSE). Final Scientific Report. Belgian Science Policy, SPSDII North Sea.

Van Lancker, V.R.M., Du Four, I., Degraer, S., Fettweis, M., Francken, F., Van den Eynde, D., Monbaliu, J., Toorman, E., Verwaest, T., Janssens, J., Vincx, M., Houziaux, J.-S. (2009). Changes in the marine environment: the Belgian part of the North Sea revisited, in: (2009). 41st International Liège Colloquium on Ocean Dynamics: Science-Based Management of the Coastal Waters, 4-8 May 2009.

Vanagt, T., Calewaerts, J. en Van de Moortel, L. (2011). Onderzoeksmogelijkheden mariene biologie, aquacultuur en duurzame vsserij gekoppeld aan offshore windmolenpark op de Blighbank. 9 pp.

Vanaverbeke, J., Franco, M.A., Remerie, T., Vanreusel A., Vincx, M., Moodley, L., Soetaert, K., van Oevelen, D., Courtens, W., Stienen, E.W.M., Van de walle, M., Deneudt, K., Vanden Berghe, E., Draisma, S., Hellemans B., Huyse, T., Volckaert, F.A.M.J. & Van den Eynde, D. (2007). Higher trophic levels in the southern North Sea (Trophos). Final Report EV/25. Belgian Science Policy, Brussels.

Vandendriessche, S., Derweduwen, J. & Hostens, K. (2011). Monitoring the effects of offshore windmill parks on the epifauna and demersal fish fauna of soft-bottom sediments: baseline monitoring. 65-81 in Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B., (Eds.) (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 157 pp. + annex.

Vandendriessche, S., Hostens, K. & Wittoeck, J. (2009). Monitoring of the effects of the Thorntonbank and Blighbank windmill parks on the epifauna and demersal fish fauna of soft-bottom sediments: Thorntonbank: status during construction (T1), Blighbank: reference condition (T0). 93-150 in Degraer, S. & Brabant, R. (2009). Offshore wind farms in the Belgian Part of the North Sea. State of the art after two years of environmental monitoring. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 287 pp. + annexes.

Vanderperren, E. & Polet, H. (2009). CLIMAR – Evaluation of climate change impacts and adaptation responses for marine activities. Subdocument 'Belgian fisheries - sector analysis' ILVO – Institute for Agricultural and Fisheries Research, Animal Sciences – Fisheries: Ostend, Belgium. 44 pp.

Vanermen, N., Stienen, E.W.M., Courtens, W. & Van de Walle, M. (2006). Referentiestudie van de avifauna van de Thorntonbank. [Reference study of the avifauna of the Thorntonbank]. Rapport Instituut voor Natuurbehoud, A.2006-22. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek: Brussel, Belgium. 131 pp.

Vanermen, N. & Stienen, E. (2009). Seabirds & offshore wind farms: monitoring results 2008. 151-221 in Degraer, S. & Brabant, R. (2009). Offshore wind farms in the Belgian Part of the North Sea. State of the art after two years of environmental monitoring. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 287 pp. + annexes.

Vanermen, N., Stienen, E.W.M., Onkelinx, T., Courtens, W., Van de walle, M. & Verstraete, H. (2010). Monitoring seabird displacement effects by offshore wind farms: a modelling approach. 133-152 in Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B. (Eds.) (2010). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Early environmental impact assessment and spatio-temporal variability. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 184 pp. + annexes.

Vanermen, N., Stienen, E.W.M., Onkelinx, T., Courtens, W. & Van de walle, M. (2011). Seabirds & offshore wind farms: Power and impact analyses 2010. 93-129 in Degraer, S. *et al.* (2011). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Selected findings from the baseline and targeted monitoring. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 157 pp. + annex.

Vanermen, N., Stienen, E.W.M., Onkelinx, T., Courtens, W., Van de walle, M., Verschelde, P. & Verstraete, H. (2012). Seabirds & Offshore Wind Farms: Monitoring Results 2011. pp. 85-109 in Degraer, S., Brabant, R. & Rumes, B., (Eds.) (2012). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: Heading for an understanding of environmental impacts. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models. Marine ecosystem management unit. 155 pp. + annex.

Vella, G., Rushforth, I., Mason, E., Hough, A., England, R., Styles, P., Holt, T. & Thorne, P. (2001). Assessment of the effects of noise and vibration from offshore wind farms on marine wildlife. 107 pp.

Verfaillie, E., Van Lancker, V. and Van Meirvenne, M. (2006). Multivariate geostatistics for the predictive modelling of the surficial sand distribution in shelf seas. Continental Shelf Research 26, 2454-2468.

Verhaeghe, D., DelBare, D., Pollet, H. (2011). Haalbaarheidsstudie passieve visserij en maricultuur binnen de Vlaamse windmolenparken? Eindrapport Maripas.

VLIZ Alien Species Consortium (2012). http://www.vliz.be/wiki/Lijst_niet-inheemse_soorten_Belgisch_deel_Noordzee_en_aanpalende_estuaria (geraadpleegd op 15 maart 2012).

VMM (2009). Luchtkwaliteit in het Vlaamse Gewest – Jaarverslag Immissiemeetnetten, Kalenderjaar 2008. Vlaamse Milieumaatschappij, Afdeling Lucht, Mileieu en Communicatie, Dienst Lucht, Erembodegem.

VMM (2010). Lozingen in de lucht 1990-2008. Vlaamse Milieumaatschappij Aalst.

VMM (2012). Luchtkwaliteit in het Vlaamse Gewest – Jaarverslag Immissiemeetnetten Kalenderjaar 2011. Vlaamse Milieumaatschappij, Afdeling Lucht, Mileieu en Communicatie, Dienst Lucht, Erembodegem.

Voigt, C. C., Popa-Lisseanu, A. G., Niermann, I., & Kramer-Schadt, S. (2012). The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. Biological Conservation, 153: 80.

Volckaert, A., Engledow, H., Beck, O., Degraer, S., Vincx, M., Coppejans, E. & Hoffmann, M. (2004). Onderzoek van de ecologische interacties van macroalgen, macrofauna en vogels geassocieerd met intertidale harde constructies langsheen de Vlaamse kust. Universiteit Gent/Instituut voor Natuurbehoud: Belgium. 123 pp.

Walter, G. et.al (2007). Fledermauszug über Nord- und Ostsee – Ergebnisse aus Offshore-Untersuchungen und deren Einordnung in das bisher bekannte Bild zum Zuggeschehen. Nyctalus (N.F.), Berlin 12 p. 221-233.

Westerberg, H. & Lagenfelt. (2008). Sub-sea power cables and the migration behavior of the European eel. Fisheries Management and Ecology 15: 369-375.

Wetlands International (2006). Waterbird Population Estimates – fourth edition. Wetlands International, Wageningen.

Woda (2013). Technical Guidance on Underwater Sound in Relation to Dredging. June 2013.

Würsig, B., Greene, Jr., C.R., and Jefferson, T.A.. (2000). Development of an air bubble curtain to reduce underwater noise of percussive piling. Marine Environmental Research 49:79-93.

Zalmon, I.R., Novelli, R., Gomes, M. & 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.

http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/energie/prijzen/gemid_8/ (geraadpleegd op 16 april 2013).

http://www.concretelayer.com/ (geraadpleegd op 1 mei 2013).

http://www.health.belgium.be/eportal/Environment/Inspectionandenvironmentalrigh/Environmentalrights/PublicConsultations/seaspatialplan/index.htm?fodnlang=nl#.UhIYFZLddul (geraadpleegd op 3 juli 2013).

http://www.kustveiligheid.be/ (geraadpleegd op 16 april 2013).

http://www.meteo.be/ (geraadpleegd op 3 april 2013).

http://www.mumm.ac.be/

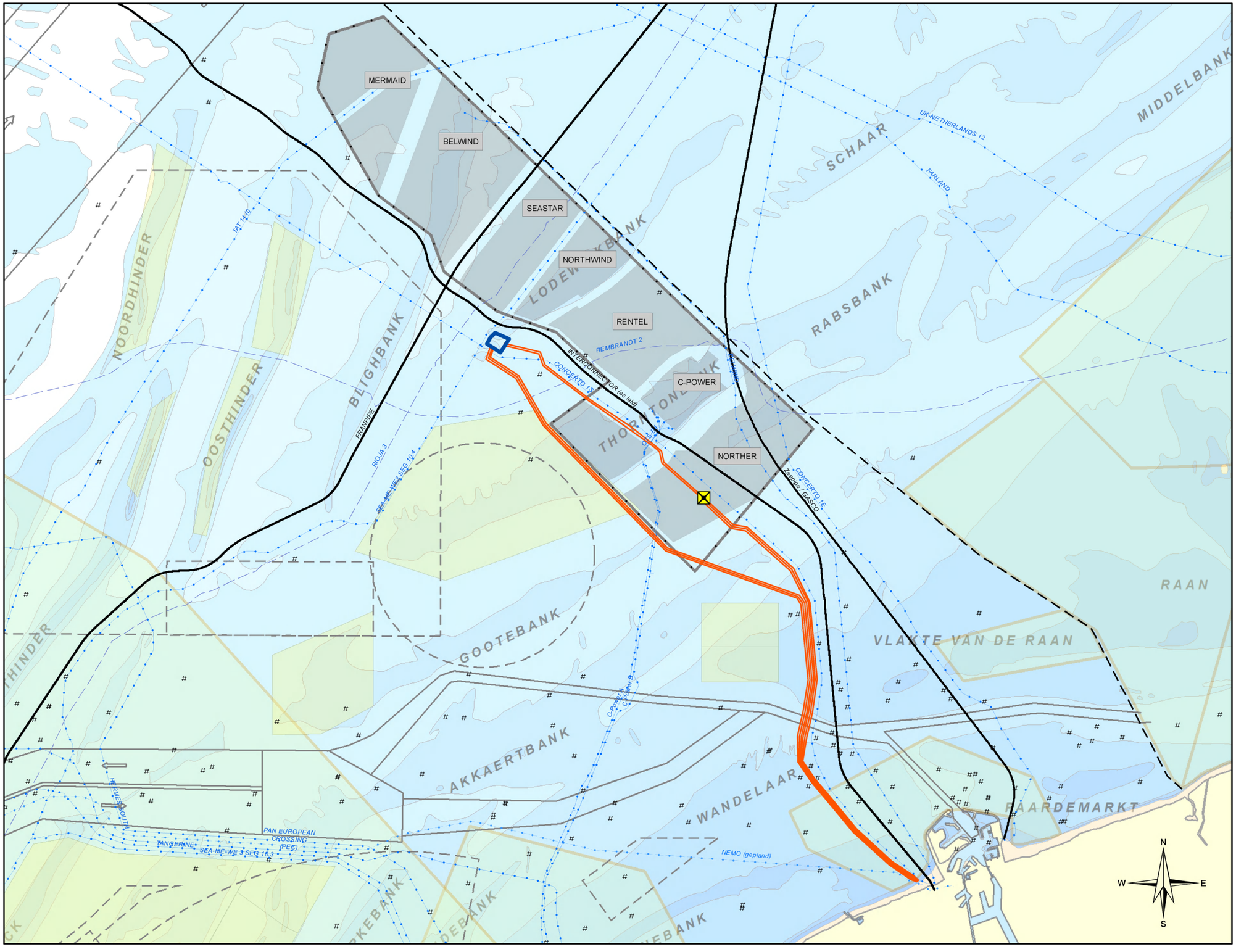
http://www.maritieme-archeologie.be/ (geraadpleegd op 8 februari 2013).

http://www.vlaamsehydrografie.be/wrakkendatabank.htm (geraadpleegd op 8 februari 2013).

http://www.vliz.be/projects/bwzee (geraadpleegd op 15 mei 2013).

http://www.wrecksite.eu/ (geraadpleegd op 8 februari 2013).

Bijlage A Situering van het BOG t.o.v. andere activiteiten op het BDNZ



Legende

- ELIA kabeltracé
- ELIA Beta OHVS
- Projectgebied Alpha
- Maritieme grens
- Pijpleidingen
- Kabel in gebruik
- Kabel buiten gebruik
- Nemo-kabel (gepland)
- Navigatie routes
- # Wrakken
- Concessiezone Belgische windparken
- Windpark concessiegebieden
- Militair oefengebied
- Zandextractiegebied
- Beschermd gebied (Natura 2000)

MER BELGIAN OFFSHORE GRID

Situeringskaart

Client: Elia — Powering a world in progress

Marine Consultant: IMDC — International Marine & Dredging Consultants

project number : 11413

drawing number : 11413 - 090 - B

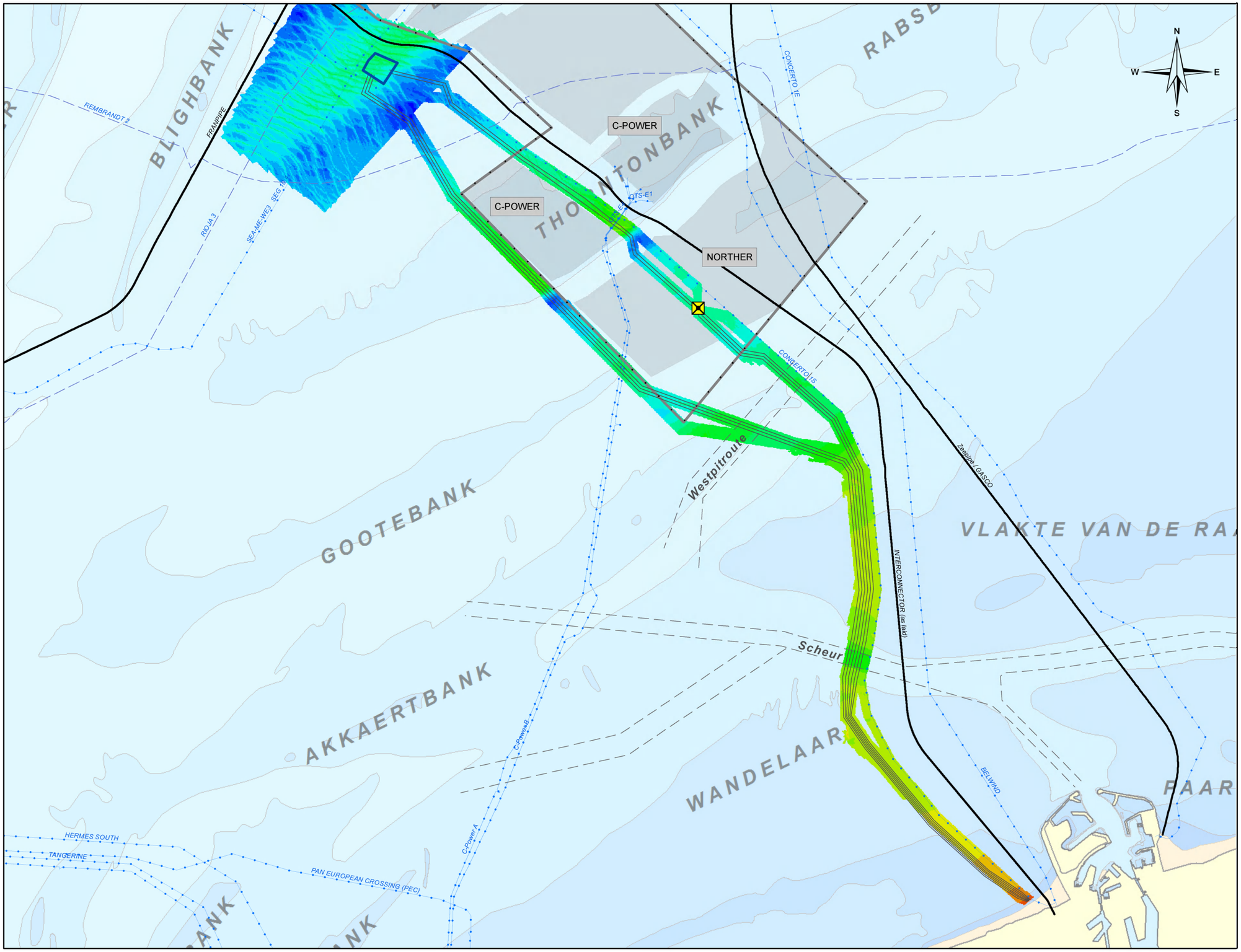
date : 18/07/2013

Coördinatensysteem:
WGS 1984 UTM Zone 31N

0 2 4 6 8 10 Kilometer

Nr. IMDC: 11413_090_130718_situering

Bijlage B De bathymetrie ter hoogte van Alpha en langsheen het kabeltracé



Legende

- Concessiezone Belgische windparken
- Windpark concessiegebieden
- Projectgebied Alpha
- ELIA Beta OHVS
- Pijpleidingen
- Kabel in gebruik
- Kabel buiten gebruik
- ELIA kabeltracé
- Navigatie routes

Bathymetrie 2013 [m LAT]

- -39.10 - -37.50
- -37.49 - -35.00
- -34.99 - -32.50
- -32.49 - -30.00
- -29.99 - -27.50
- -27.49 - -25.00
- -24.99 - -22.50
- -22.49 - -20.00
- -19.99 - -17.50
- -17.49 - -15.00
- -14.99 - -12.50
- -12.49 - -10.00
- -9.99 - -7.50
- -7.49 - -5.00
- -4.99 - -2.50
- -2.49 - 0.00
- +0.01 - +1.15

MER BELGIAN OFFSHORE GRID

Bathymetrie

Client: elia — Powering a world in progress

Marine Consultant: IMDC — International Marine & Dredging Consultants

project number : 11413

drawing number : 11413 - 100 B

date : 14-08-13

Coördinatensysteem:
WGS 1984 UTM Zone 31N

0 2 4 6 8 10 Kilometer

Nr. IMDC: 11413_100_130814_bathymetrie

Bijlage C Locatie en schetsen van het MER-ontwerp

C.1 MER-ontwerp in projectgebied Alpha

488000 489000 490000 491000 492000

5716000 5715000 5714000

INTERCONNECTOR (as laid)

RIO-IA-3

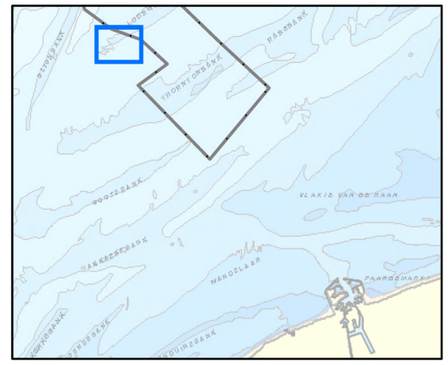
SEA-ME-WE3 - SEG 10-4

Lodewijkbank

CONCERTO 1S

N W E S

A B C D E



Legende

- Projectgebied
- +2m LAT (zichtbaar)
- -12.5m LAT
- Zeebodem intersectie
- Pijplijn
- Kabel in gebruik
- Kabel buiten gebruik
- Pijplijn 500m veiligheidszone
- Kabel 250m veiligheidszone
- Concessiezone Belgische windparken

Diepte in m [LAT]

- -31.23 - -31.00
- -30.99 - -30.00
- -29.99 - -29.00
- -28.99 - -28.00
- -27.99 - -27.00
- -26.99 - -26.00
- -25.99 - -25.00
- -24.99 - -24.00
- -23.99 - -23.00
- -22.99 - -22.00
- -21.99 - -21.00
- -20.99 - -20.00
- -19.99 - -19.00
- -18.99 - -18.00
- -17.99 - -17.00

Pnt	UTM31N WGS84		WGS84	
	E	N	Noorderbreedte	Oosterlengte
A	489281.67	5714397.77	51° 34.832' N	2° 50.719' E
B	488569.85	5714856.14	51° 35.079' N	2° 50.101' E
C	488763.69	5715197.72	51° 35.263' N	2° 50.269' E
D	488996.00	5715448.32	51° 35.399' N	2° 50.469' E
E	489749.59	5715117.40	51° 35.221' N	2° 51.123' E

MER BELGIAN OFFSHORE GRID

MER-ontwerp in projectgebied Alpha

elia Powering a world in progress

IMDC International Marine & Dredging Consultants

project number : 11413

drawing number : 11413 - 089

date : 21-06-13

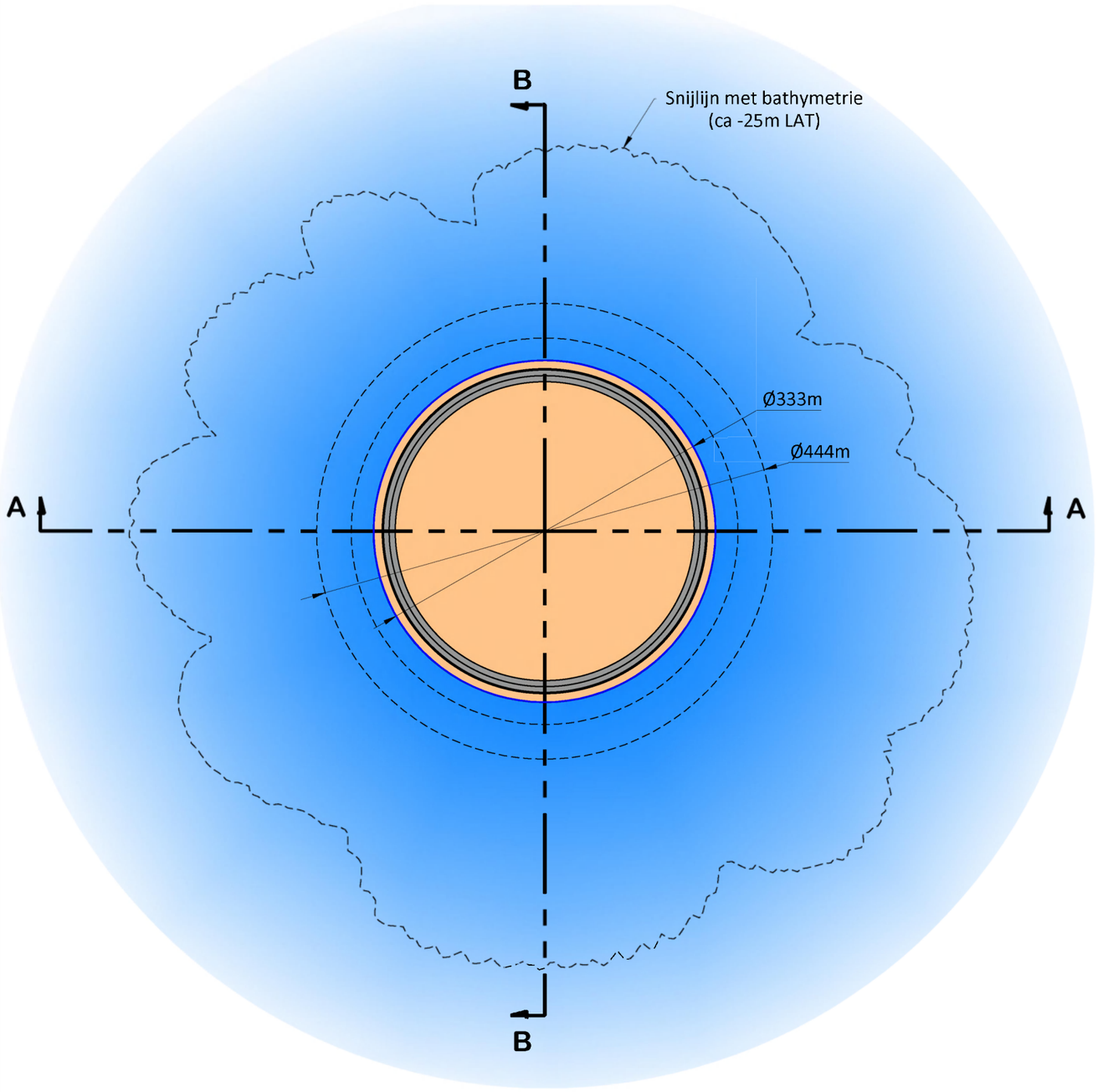
Coördinatensysteem:
WGS 1984 UTM Zone 31N

0 250 500 750 1,000 Meter

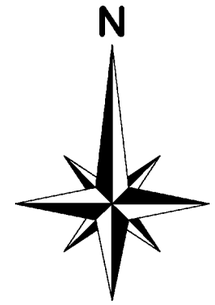
W:\11413\GIS\Project\- MER\11413_089_130621_Alpha_MER-ontwerp.mxd

C.2 MER-ontwerp bovenaanzicht en dwarsdoorsnedes

Bovenaanzicht: 1/5000

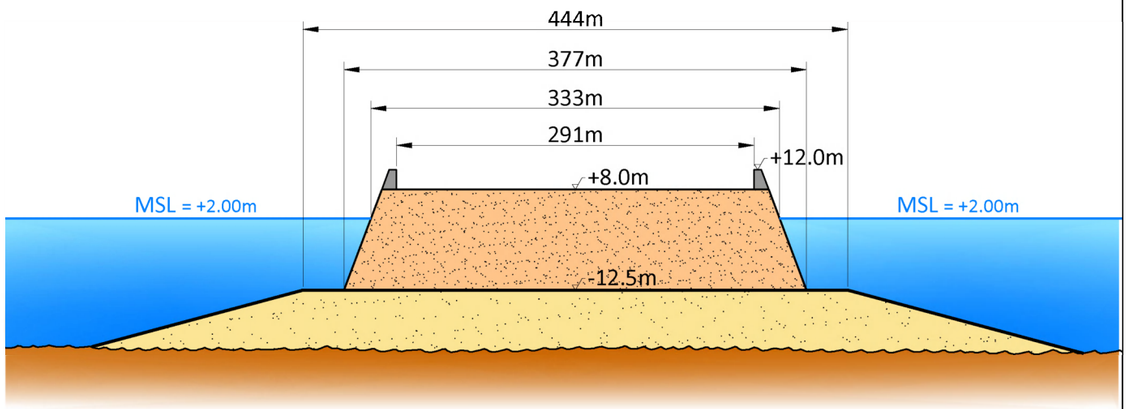


Dwarsdoorsnede: Schaal H: 1/5000
Schaal V: 1/1250

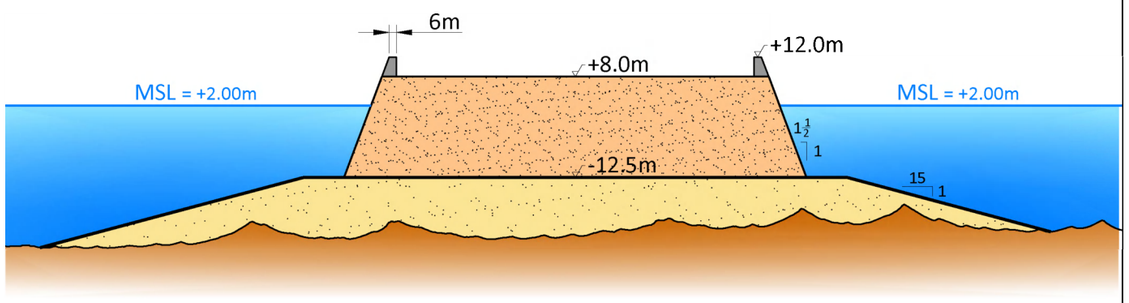


Alle niveau's in mLAT

Doorsnede A-A



Doorsnede B-B



REV.	DATUM	OMSCHRIJVING
v1.0	17/06/2013	Eerste uitgave

IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
B-2600 Berchem (ANTWERPEN)
Telefoon: +32 3 270 9295
Fax: +32 3 235 6711
Email: info@imdc.be - www.imdc.be

EIGENDOM VAN IMDC
-BELANGRIJK-
DIT DOCUMENT IS UITGELEEND VOOR ONDERLINGE ASSISTENTIE OP VOORWAARDE DIT OP IEDER MOMENT TE MOGEN HERROEPEN. INHOUDELIJKE INFORMATIE MAG NIET OPENBAAR GEMAAKT WORDEN EN MAG OP GENERLEI WIJZE WORDEN GEKOPIEERD TEN VOORDELE VAN DERDEN ANDERS DAN ONDERAANNEMERS EN LEVERANCIERS ZONDER SCHRIFTELIJKE TOESTEMMING VAN I.M.D.C. N.V.

TITEL

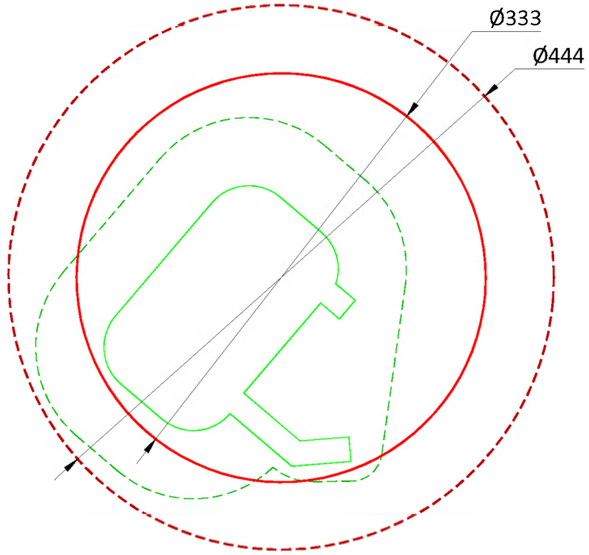
MER - Ontwerp BOG
Bovenaanzicht en dwarsdoorsnede

DATUM : 23/05/2013	GETEKEND: WVM	DR	11413	13 . 049	MSM	v10
		Soort	Project Nr.	Jaar	Nummer	Verant.	Revision
PAPIERMAAT : A3		PROJECTNUMMER : 11413				
SCHAAL : Zie tekening						
FILE NAME : DR13049v10.dwg						

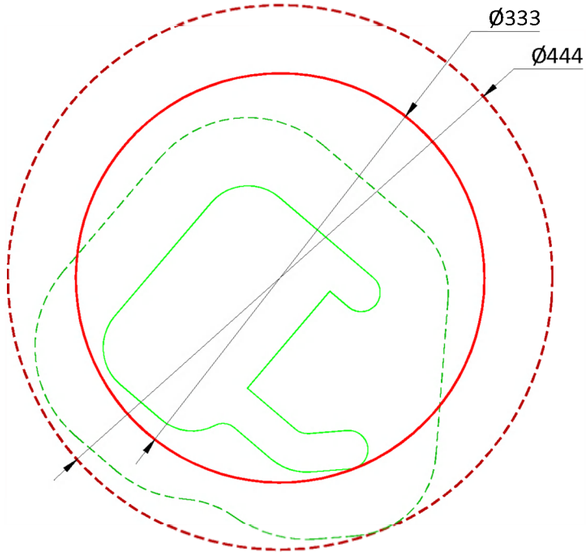
C.3 MER-ontwerp voorbeeldontwerpen

Voorbeeldontwerpen: schaal 1/5000

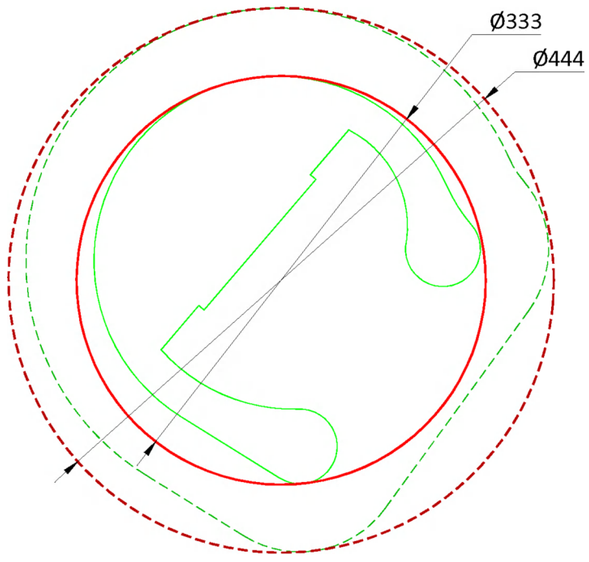
Voorbeeldontwerp 1



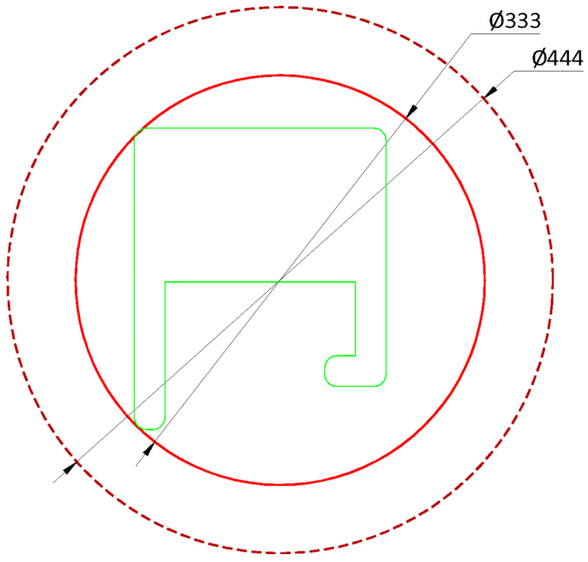
Voorbeeldontwerp 2



Voorbeeldontwerp 3



Voorbeeldontwerp 4



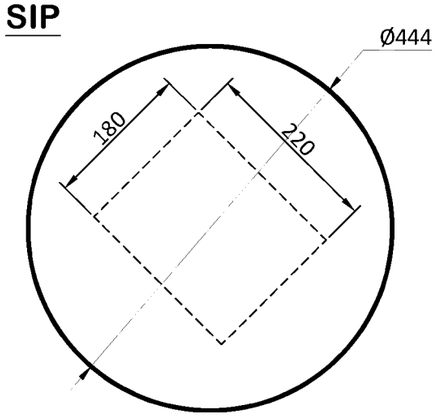
Legende:

- -12.5 mLAT MER-ontwerp
- MSL: +2.0mLAT MER-ontwerp
- -12.5 mLAT voorbeeldontwerp
- MSL: +2.0mLAT voorbeeldontwerp

N

2D modelleerscenario's: schaal 1/7500

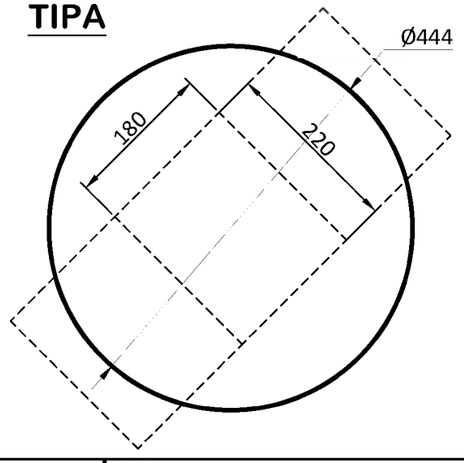
SIP



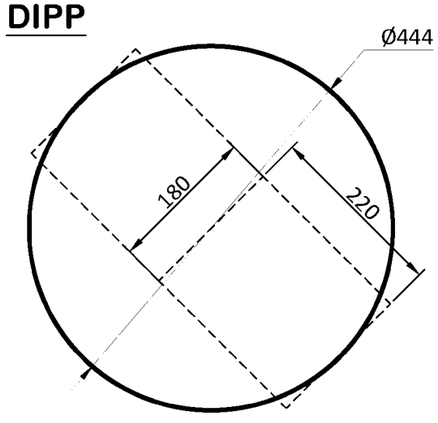
Legende:

- -12.5 mLAT MER-ontwerp
- Gemodelleerde droge cellen

TIPA



DIPP



REV.	DATUM	OMSCHRIJVING
v1.0	17/06/2013	Eerste uitgave

IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
B-2600 Berchem (ANTWERPEN)
Telefoon: +32 3 270 9295
Fax: +32 3 235 6711
Email: info@imdc.be - www.imdc.be

EIGENDOM VAN IMDC
-BELANGRIJK-
DIT DOCUMENT IS UITGELEEND VOOR ONDERLINGE ASSISTENTIE OP VOORWAARDE DIT OP IEDER MOMENT TE MOGEN HERROEPEN. INHOUDELIJKE INFORMATIE MAG NIET OPENBAAR GEMAAKT WORDEN EN MAG OP GENERLEI WIJZE WORDEN GEKOPIEERD TEN VOORDELE VAN DERDEN ANDERS DAN ONDERAANNEMERS EN LEVERANCIERS ZONDER SCHRIFTELIJKE TOESTEMMING VAN I.M.D.C. N.V.

TITEL

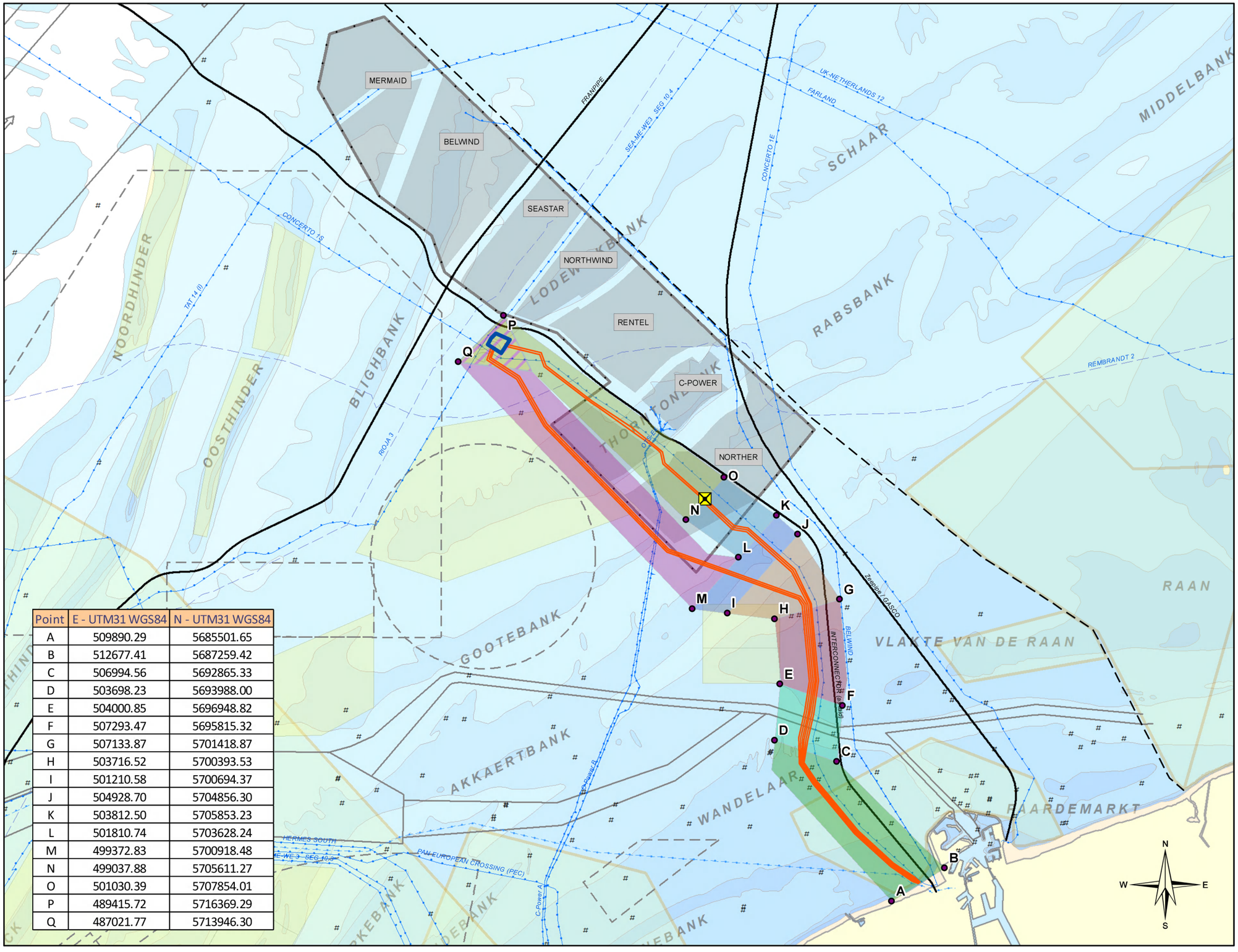
MER - Ontwerp BOG

T.o.v. 2D-modelleerscenario's en voorbeeldontwerpen

DATUM : 23/05/2013	GETEKEND: WVM	DR	11413	13 . 049	MSM	v10	
PAPIERMAAT : A3		Soort	Project Nr.	Jaar	Nummer	Verant.	Revision
SCHAAL : Zie tekening		PROJECTNUMMER : 11413					
FILE NAME : DR13049v10.dwg							

Bijlage D Coördinaten van het kabeltracé

D.1 Indeling kabeltraject



Point	E - UTM31 WGS84	N - UTM31 WGS84
A	509890.29	5685501.65
B	512677.41	5687259.42
C	506994.56	5692865.33
D	503698.23	5693988.00
E	504000.85	5696948.82
F	507293.47	5695815.32
G	507133.87	5701418.87
H	503716.52	5700393.53
I	501210.58	5700694.37
J	504928.70	5704856.30
K	503812.50	5705853.23
L	501810.74	5703628.24
M	499372.83	5700918.48
N	499037.88	5705611.27
O	501030.39	5707854.01
P	489415.72	5716369.29
Q	487021.77	5713946.30

Legende

Kabeltrajectzone

- Overlap Alpha - Beta / Alpha - Westpit
- Alpha - Beta
- Alpha - Westpit
- Beta - Westpit
- Westpit
- Westpit - Splitsing
- Splitsing - Scheur
- Scheur
- Scheur - Kust
- ELIA kabeltracé
- ELIA Beta OHVS
- Projectgebied Alpha
- Maritieme grens
- Pijpleidingen
- Kabel in gebruik
- Kabel buiten gebruik
- Nemo-kabel (gepland)
- Navigatie routes
- Wrakken
- Concessiezone Belgische windparken
- Windpark concessiegebieden
- Militair oefengebied
- Zandextractiegebied
- Beschermd gebied (Natura 2000)

MER BELGIAN OFFSHORE GRID

Indeling Kabeltraject

Client: elia — Powering a world in progress

Marine Consultant: IMDC — International Marine & Dredging Consultants

project number : 11413

drawing number : 11413 - 094 - B

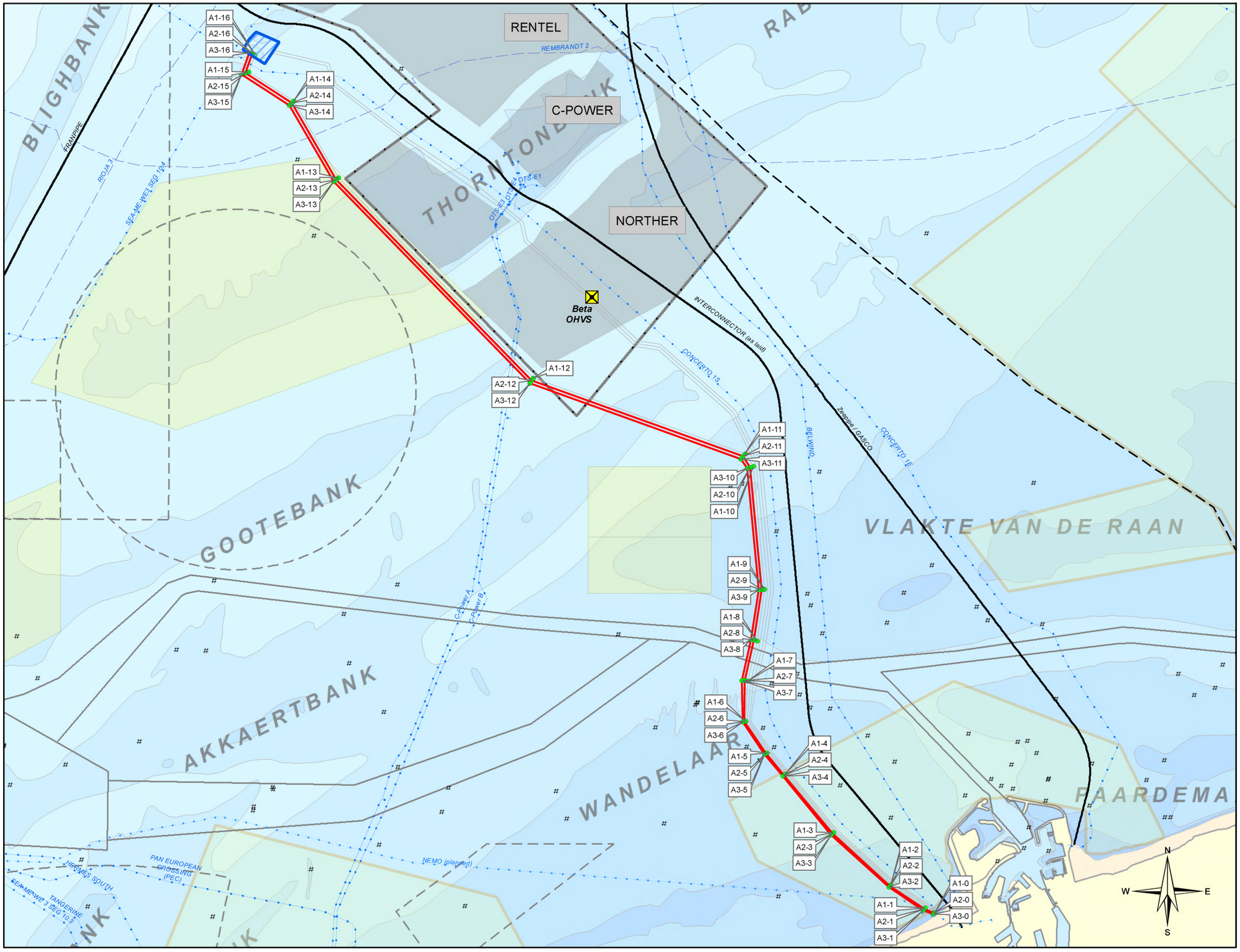
date : 18/07/2013

Coördinatensysteem:
WGS 1984 UTM Zone 31N

0 2 4 6 8 10 Kilometer

Nr. IMDC: 11413_094_130718_indeling_kabeltraject

D.2 Kabelpunten A1-A2-A3



Legende

- Projectgebied Alpha
- Concessiezone Belgische windparken
- Windpark concessiegebieden
- Beschermd gebied (Natura 2000)
- Zandextractiegebied
- Militair oefengebied
- Navigatie routes
- Maritieme grens
- Wrakken
- Pijpleidingen
- Kabel in gebruik
- Kabel buiten gebruik
- Nemo-kabel (gepland)
- Kabel BOG (met kabelpunten)
- Kabel BOG

MER BELGIAN OFFSHORE GRID

Kabelpunten exportkabel A1, A2 en A3

Client: elia — Powering a world in progress

Marine Consultant: IMDC — International Marine & Dredging Consultants

project nr : 11413

drawing number : 11413 - 107 A

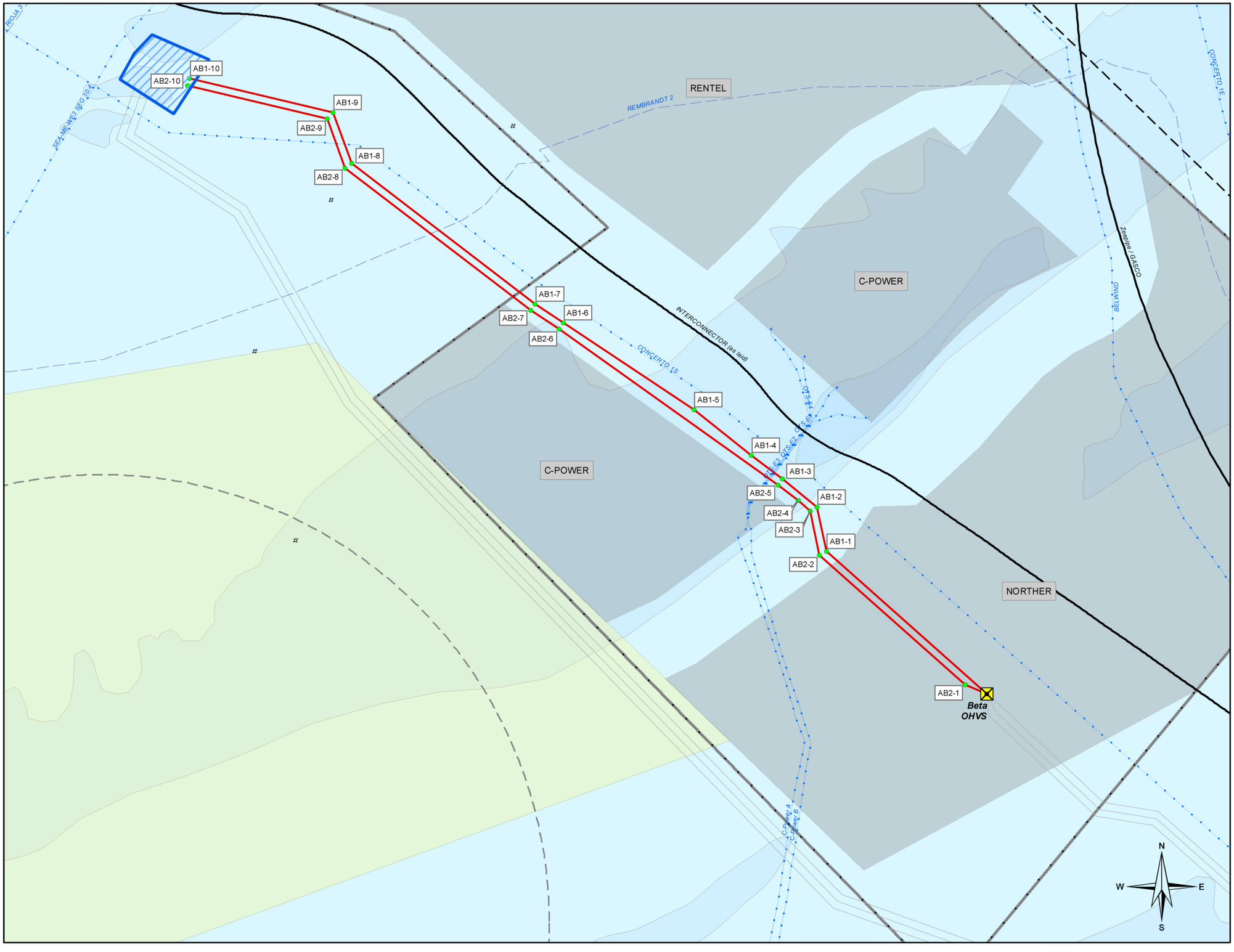
Datum: 18/07/2013

Coördinatensysteem:
WGS 1984 UTM Zone 31N

0 2 4 6 8 10 Kilometer

Nr. IMDC: 11413_107_130718_CP_Alpha1-2-3

D.3 Kabelpunten AB1-AB2



Legende

- Projectgebied Alpha
- Concessiezone Belgische windparken
- Windpark concessiegebieden
- Beschermd gebied (Natura 2000)
- Zandextractiegebied
- Militair oefengebied
- Navigatie routes
- Maritieme grens
- Wrakken
- Pijpleidingen
- Kabel in gebruik
- Kabel buiten gebruik
- Kabel BOG (met kabelpunten)
- Kabel BOG

MER BELGIAN OFFSHORE GRID

Kabelpunten exportkabel AB1 en AB2

Client: elia — Powering a world in progress

Marine Consultant: IMDC — International Marine & Dredging Consultants

project nr : 11413

drawing number : 11413 - 108 A

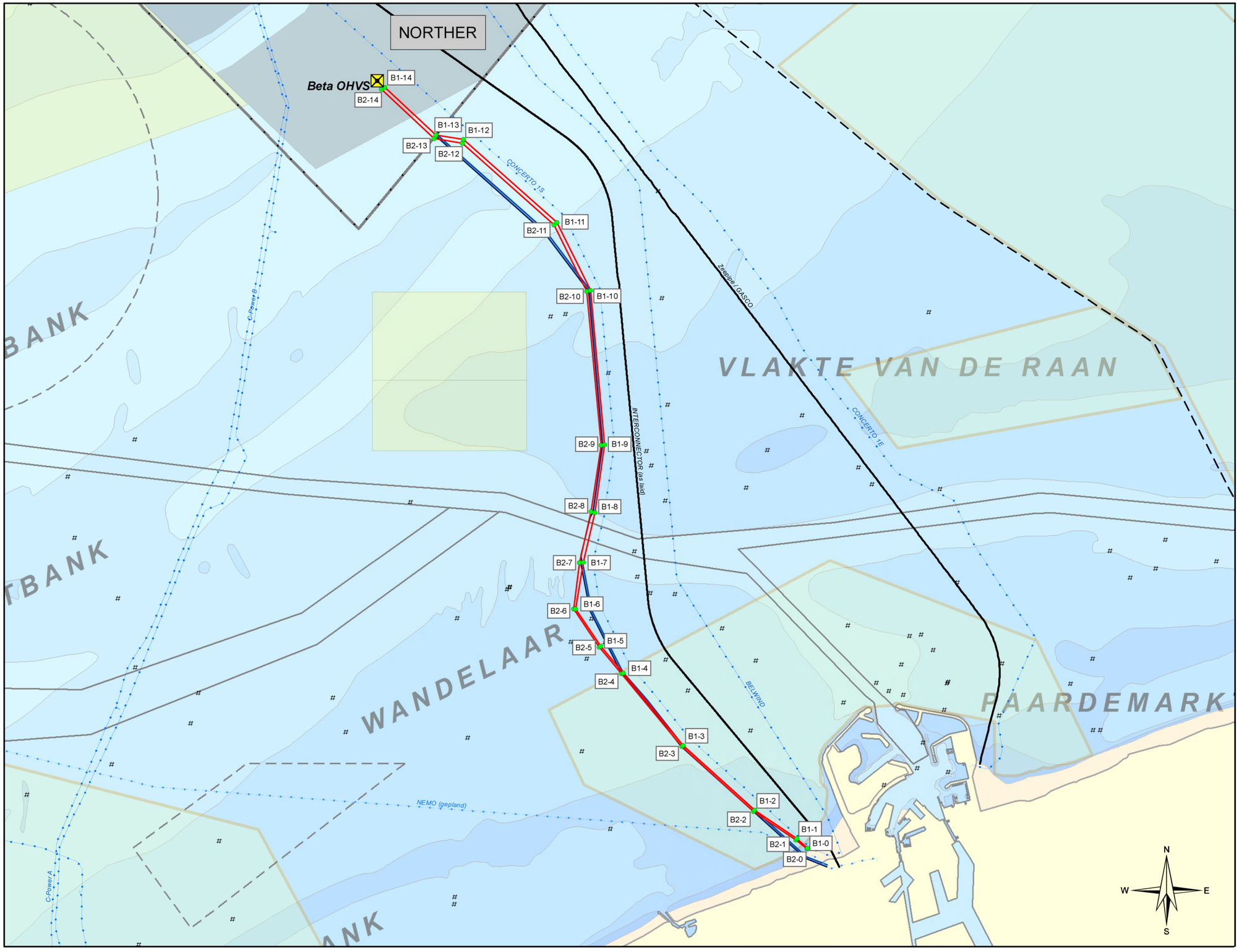
Datum: 19/07/2013

Coördinatensysteem:
WGS 1984 UTM Zone 31N

0 1 2 3 4 5 Kilometer

Nr. IMDC: 11413_108_130719_CP_AlphaBeta1&2

D.4 Kabelpunten B1-B2



Legende

- Concessiezone Belgische windparken
- Windpark concessiegebieden
- Beschermd gebied (Natura 2000)
- Zandextractiegebied
- Militair oefengebied
- Navigatie routes
- Maritieme grens
- Wrakken
- Pijpleidingen
- Kabel in gebruik
- Kabel buiten gebruik
- Nemo-kabel (gepland)
- Norther Exportkabel D
- Norther Exportkabel C
- Kabel BOG

MER BELGIAN OFFSHORE GRID

Kabelpunten exportkabel B1 en B2

Client: Elia — Powering a world in progress

Marine Consultant: IMDC — International Marine & Dredging Consultants

project nr : 11413

drawing number : 11413 - 106 A

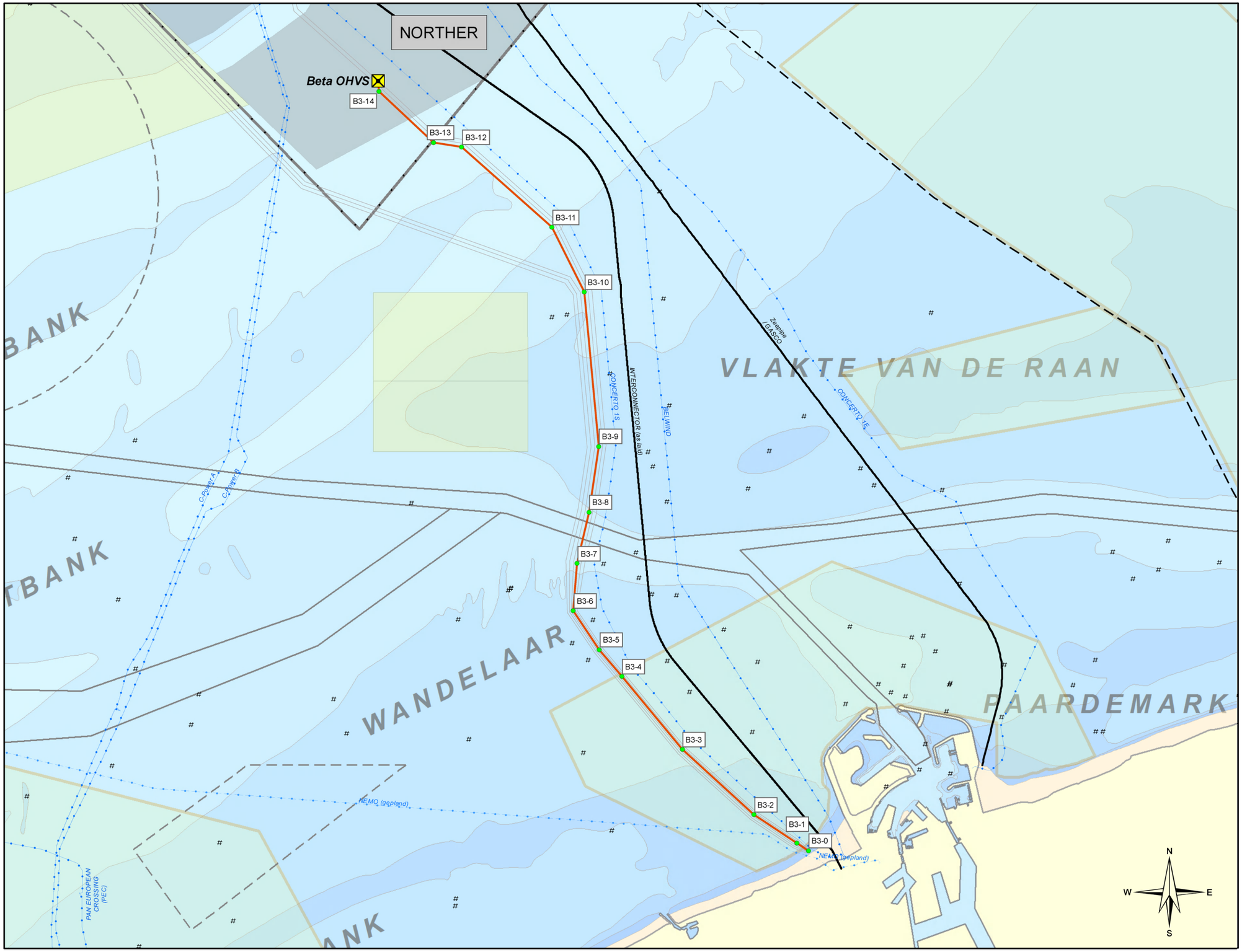
datum : 18/07/2013

Coördinatensysteem:
WGS 1984 UTM Zone 31N

0 2 4 6 8 10 Kilometer

Nr. IMDC: 11413_106_130718_CP_Beta1&2

D.5 Kabelpunten B3



Legende

- Concessiezone Belgische windparken
- Windpark concessiegebieden
- Beschermd gebied (Natura 2000)
- Zandextractiegebied
- Militair oefengebied
- Navigatie routes
- Maritieme grens
- Wrakken
- Pijpleidingen
- Kabel in gebruik
- Kabel buiten gebruik
- Nemo-kabel (gepland)
- ELIA Beta OHVS
- Kabel BOG

MER BELGIAN OFFSHORE GRID

Kabelpunten exportkabel B3

Client: elia — Powering a world in progress

Marine Consultant: IMDC — International Marine & Dredging Consultants

project nr : 11413

drawing number : 11413 - 105 A

datum: 18/07/2013

Coördinatensysteem:
WGS 1984 UTM Zone 31N

0 2 4 6 8 10 Kilometer

Nr. IMDC: 11413_105_130718_CP_Beta3

D.6 Coördinaten kabelpunten

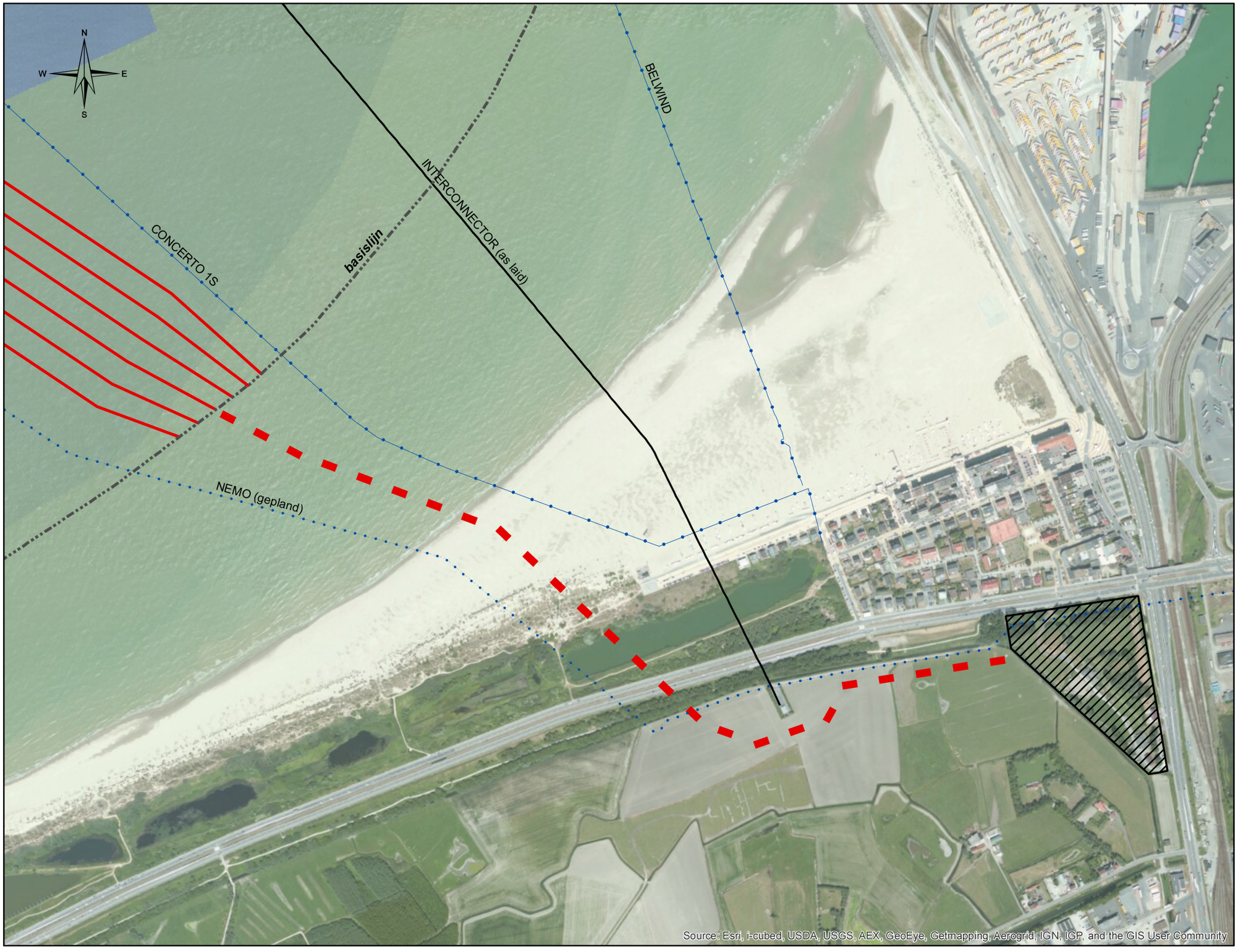
Tabel 9-1: De routes van de verschillende kabeltracés.

RefName	Route	CP_ID	UTM31N-WGS84		LAT	LONG	Bathymetrie
			O	N			[m LAT]
alpha-kust	A1	A1-0	511321,17	5686477,86	51° 19.769' N	3° 9.750' E	0,6
alpha-kust	A1	A1-1	511006,94	5686647,97	51° 19.861' N	3° 9.479' E	-1,7
alpha-kust	A1	A1-2	509883,86	5687398,38	51° 20.267' N	3° 8.513' E	-4,4
alpha-kust	A1	A1-3	507990,27	5689117,49	51° 21.196' N	3° 6.885' E	-6,3
alpha-kust	A1	A1-4	506399,77	5691041,21	51° 22.235' N	3° 5.516' E	-9,6
alpha-kust	A1	A1-5	505810,02	5691745,55	51° 22.616' N	3° 5.009' E	-9,3
alpha-kust	A1	A1-6	505108,18	5692781,05	51° 23.175' N	3° 4.405' E	-9,7
alpha-kust	A1	A1-7	505174,60	5694100,65	51° 23.887' N	3° 4.463' E	-11,2
alpha-kust	A1	A1-8	505478,29	5695423,41	51° 24.600' N	3° 4.726' E	-11,3
alpha-kust	A1	A1-9	505730,14	5697115,01	51° 25.513' N	3° 4.945' E	-8,8
alpha-kust	A1	A1-10	505351,58	5701168,06	51° 27.700' N	3° 4.622' E	-11,2
alpha-kust	A1	A1-11	505080,73	5701577,99	51° 27.921' N	3° 4.388' E	-13,5
alpha-kust	A1	A1-12	498119,15	5704074,64	51° 29.269' N	2° 58.375' E	-24,3
alpha-kust	A1	A1-13	491704,15	5710659,42	51° 32.818' N	2° 52.822' E	-23,5
alpha-kust	A1	A1-14	490239,38	5713183,40	51° 34.178' N	2° 51.550' E	-37,9
alpha-kust	A1	A1-15	488760,12	5714136,37	51° 34.691' N	2° 50.268' E	-28,6
alpha-kust	A1	A1-16	488963,49	5714698,79	51° 34.994' N	2° 50.443' E	-24,7
alpha-kust	A2	A2-0	511299,97	5686461,87	51° 19.760' N	3° 9.731' E	0,5
alpha-kust	A2	A2-1	510979,52	5686606,26	51° 19.838' N	3° 9.456' E	-1,6
alpha-kust	A2	A2-2	509852,58	5687359,24	51° 20.246' N	3° 8.486' E	
alpha-kust	A2	A2-3	507955,40	5689081,62	51° 21.177' N	3° 6.855' E	
alpha-kust	A2	A2-4	506361,97	5691008,47	51° 22.218' N	3° 5.484' E	-9,4
alpha-kust	A2	A2-5	505770,06	5691715,40	51° 22.600' N	3° 4.974' E	-9,2
alpha-kust	A2	A2-6	505054,94	5692770,48	51° 23.169' N	3° 4.359' E	-9,5
alpha-kust	A2	A2-7	505075,19	5694114,56	51° 23.894' N	3° 4.377' E	-10,7
alpha-kust	A2	A2-8	505380,87	5695445,99	51° 24.612' N	3° 4.642' E	-11,2
alpha-kust	A2	A2-9	505630,57	5697105,71	51° 25.508' N	3° 4.859' E	-8,8
alpha-kust	A2	A2-10	505254,34	5701133,83	51° 27.681' N	3° 4.538' E	-11,5
alpha-kust	A2	A2-11	505015,65	5701495,10	51° 27.876' N	3° 4.332' E	-13,5
alpha-kust	A2	A2-12	498063,65	5703988,31	51° 29.222' N	2° 58.327' E	-24,3
alpha-kust	A2	A2-13	491623,87	5710598,51	51° 32.785' N	2° 52.752' E	-25,1
alpha-kust	A2	A2-14	490164,98	5713112,38	51° 34.140' N	2° 51.486' E	-34,0
alpha-kust	A2	A2-15	488638,99	5714095,45	51° 34.669' N	2° 50.163' E	-28,3
alpha-kust	A2	A2-16	488869,45	5714732,79	51° 35.013' N	2° 50.361' E	-22,7
alpha-kust	A3	A3-0	511277,04	5686444,59	51° 19.751' N	3° 9.712' E	0,5
alpha-kust	A3	A3-1	510951,38	5686564,82	51° 19.816' N	3° 9.431' E	-1,6
alpha-kust	A3	A3-2	509822,13	5687319,35	51° 20.224' N	3° 8.460' E	
alpha-kust	A3	A3-3	507920,53	5689045,74	51° 21.158' N	3° 6.824' E	
alpha-kust	A3	A3-4	506325,06	5690974,73	51° 22.200' N	3° 5.452' E	-9,4
alpha-kust	A3	A3-5	505730,72	5691684,50	51° 22.583' N	3° 4.940' E	-9,4
alpha-kust	A3	A3-6	505005,83	5692753,82	51° 23.160' N	3° 4.316' E	-9,8
alpha-kust	A3	A3-7	504975,36	5694126,63	51° 23.901' N	3° 4.291' E	-11,1
alpha-kust	A3	A3-8	505283,45	5695468,57	51° 24.625' N	3° 4.558' E	-11,5

RefName	Route	CP_ID	UTM31N-WGS84		LAT	LONG	Bathymetrie
alpha-kust	A3	A3-9	505531,00	5697096,41	51° 25.503' N	3° 4.773' E	-8,8
alpha-kust	A3	A3-10	505157,10	5701099,59	51° 27.663' N	3° 4.454' E	-11,8
alpha-kust	A3	A3-11	504950,56	5701412,20	51° 27.832' N	3° 4.276' E	-13,4
alpha-kust	A3	A3-12	498008,14	5703901,98	51° 29.176' N	2° 58.279' E	-24,4
alpha-kust	A3	A3-13	491543,60	5710537,60	51° 32.752' N	2° 52.683' E	-22,8
alpha-kust	A3	A3-14	490090,57	5713041,35	51° 34.102' N	2° 51.422' E	-35,0
alpha-kust	A3	A3-15	488517,86	5714054,53	51° 34.646' N	2° 50.058' E	-24,3
alpha-kust	A3	A3-16	488775,41	5714766,80	51° 35.031' N	2° 50.280' E	-22,1
alpha-beta	AB1	Beta-OHVS	500034,13	5706732,64	51° 30.703' N	3° 0.030' E	-24,1
alpha-beta	AB1	AB1-1	497913,94	5708616,27	51° 31.719' N	2° 58.196' E	-31,8
alpha-beta	AB1	AB1-2	497790,24	5709202,88	51° 32.036' N	2° 58.088' E	-28,7
alpha-beta	AB1	AB1-3	497332,77	5709573,18	51° 32.235' N	2° 57.693' E	-13,3
alpha-beta	AB1	AB1-4	496920,26	5709884,88	51° 32.403' N	2° 57.336' E	-15,1
alpha-beta	AB1	AB1-5	496161,35	5710488,72	51° 32.729' N	2° 56.679' E	-20,0
alpha-beta	AB1	AB1-6	494436,27	5711636,56	51° 33.347' N	2° 55.185' E	-22,9
alpha-beta	AB1	AB1-7	494062,49	5711885,27	51° 33.481' N	2° 54.861' E	-22,6
alpha-beta	AB1	AB1-8	491634,58	5713743,63	51° 34.482' N	2° 52.757' E	-31,9
alpha-beta	AB1	AB1-9	491389,92	5714419,29	51° 34.846' N	2° 52.544' E	-30,3
alpha-beta	AB1	AB1-10	489491,13	5714871,19	51° 35.088' N	2° 50.899' E	-26,9
alpha-beta	AB2	Beta-OHVS	500034,13	5706732,64	51° 30.703' N	3° 0.030' E	
alpha-beta	AB2	AB2-1	499750,89	5706850,51	51° 30.767' N	2° 59.785' E	-23,2
alpha-beta	AB2	AB2-2	497822,89	5708563,39	51° 31.691' N	2° 58.117' E	-31,4
alpha-beta	AB2	AB2-3	497699,19	5709150,01	51° 32.007' N	2° 58.010' E	-27,7
alpha-beta	AB2	AB2-4	497541,18	5709290,37	51° 32.083' N	2° 57.873' E	-14,7
alpha-beta	AB2	AB2-5	497273,61	5709492,55	51° 32.192' N	2° 57.641' E	-13,2
alpha-beta	AB2	AB2-6	494379,54	5711554,19	51° 33.303' N	2° 55.136' E	-22,4
alpha-beta	AB2	AB2-7	494004,33	5711803,85	51° 33.437' N	2° 54.811' E	-24,1
alpha-beta	AB2	AB2-8	491550,53	5713682,04	51° 34.449' N	2° 52.684' E	-29,3
alpha-beta	AB2	AB2-9	491314,26	5714334,50	51° 34.800' N	2° 52.479' E	-32,5
alpha-beta	AB2	AB2-10	489467,97	5714773,91	51° 35.036' N	2° 50.879' E	-27,6
beta-kust	B1	B1-0	511371,98	5686519,99	51° 19.791' N	3° 9.793' E	0,6
beta-kust	B1	B1-1	511088,18	5686774,02	51° 19.929' N	3° 9.550' E	-2,0
beta-kust	B1	B1-2	509976,75	5687516,64	51° 20.331' N	3° 8.594' E	-4,4
beta-kust	B1	B1-3	508094,88	5689225,11	51° 21.254' N	3° 6.975' E	-6,6
beta-kust	B1	B1-4	506524,20	5691125,93	51° 22.281' N	3° 5.624' E	-9,7
beta-kust	B1	B1-5	505927,63	5691839,39	51° 22.666' N	3° 5.110' E	-7,9
beta-kust	B1	B1-6	505263,62	5692819,06	51° 23.195' N	3° 4.539' E	-9,6
beta-kust	B1	B1-7	505468,73	5694041,12	51° 23.854' N	3° 4.717' E	-10,6
beta-kust	B1	B1-8	505770,97	5695357,51	51° 24.565' N	3° 4.979' E	-10,7
beta-kust	B1	B1-9	506028,84	5697142,91	51° 25.528' N	3° 5.203' E	-8,7
beta-kust	B1	B1-10	505649,85	5701200,56	51° 27.717' N	3° 4.880' E	-11,1
beta-kust	B1	B1-11	504766,32	5703000,70	51° 28.689' N	3° 4.118' E	-19,8
beta-kust	B1	B1-12	502302,92	5705177,08	51° 29.864' N	3° 1.991' E	-23,4
beta-kust	B1	B1-13	501577,16	5705296,37	51° 29.928' N	3° 1.363' E	
beta-kust	B1	B1-14	500231,19	5706557,57	51° 30.609' N	3° 0.200' E	-23,7
beta-kust	B1	Beta-OHVS	500034,13	5706732,64	51° 30.703' N	3° 0.030' E	-24,1
beta-kust	B2	B2-0	511357,13	5686507,41	51° 19.785' N	3° 9.781' E	0,6
beta-kust	B2	B2-1	511062,50	5686731,12	51° 19.906' N	3° 9.527' E	-1,9

RefName	Route	CP_ID	UTM31N-WGS84		LAT	LONG	Bathymetrie
beta-kust	B2	B2-2	509945,58	5687477,40	51° 20.310' N	3° 8.567' E	-4,4
beta-kust	B2	B2-3	508060,01	5689189,24	51° 21.235' N	3° 6.945' E	-6,5
beta-kust	B2	B2-4	506471,33	5691110,67	51° 22.273' N	3° 5.578' E	-9,7
beta-kust	B2	B2-5	505888,43	5691808,11	51° 22.649' N	3° 5.076' E	-8,6
beta-kust	B2	B2-6	505211,00	5692807,59	51° 23.189' N	3° 4.493' E	-9,4
beta-kust	B2	B2-7	505366,32	5694028,09	51° 23.848' N	3° 4.628' E	-10,3
beta-kust	B2	B2-8	505672,56	5695375,77	51° 24.574' N	3° 4.894' E	-10,7
beta-kust	B2	B2-9	505929,27	5697133,61	51° 25.523' N	3° 5.117' E	-8,4
beta-kust	B2	B2-10	505550,71	5701186,66	51° 27.710' N	3° 4.794' E	-10,2
beta-kust	B2	B2-11	504685,19	5702939,03	51° 28.655' N	3° 4.048' E	-19,8
beta-kust	B2	B2-12	502278,36	5705080,15	51° 29.811' N	3° 1.969' E	-23,5
beta-kust	B2	B2-13	501530,96	5705202,62	51° 29.878' N	3° 1.323' E	-25,1
beta-kust	B2	B2-14	500150,04	5706495,90	51° 30.576' N	3° 0.130' E	-24,0
beta-kust	B2	Beta-OHVS	500034,13	5706732,64	51° 30.703' N	3° 0.030' E	-24,1
beta-kust	B3	B3-0	511340,13	5686493,00	51° 19.777' N	3° 9.766' E	0,5
beta-kust	B3	B3-1	511034,72	5686689,55	51° 19.883' N	3° 9.503' E	-1,8
beta-kust	B3	B3-2	509914,72	5687437,89	51° 20.288' N	3° 8.540' E	-4,4
beta-kust	B3	B3-3	508025,14	5689153,36	51° 21.216' N	3° 6.915' E	-6,4
beta-kust	B3	B3-4	506437,58	5691073,93	51° 22.253' N	3° 5.549' E	-9,5
beta-kust	B3	B3-5	505849,23	5691776,83	51° 22.633' N	3° 5.043' E	-8,9
beta-kust	B3	B3-6	505158,37	5692796,11	51° 23.183' N	3° 4.448' E	-9,5
beta-kust	B3	B3-7	505267,74	5694045,53	51° 23.857' N	3° 4.543' E	-10,5
beta-kust	B3	B3-8	505574,47	5695395,39	51° 24.585' N	3° 4.809' E	-10,9
beta-kust	B3	B3-9	505829,70	5697124,31	51° 25.518' N	3° 5.031' E	-8,5
beta-kust	B3	B3-10	505451,14	5701177,36	51° 27.705' N	3° 4.708' E	-10,6
beta-kust	B3	B3-11	504605,05	5702876,48	51° 28.622' N	3° 3.979' E	-19,9
beta-kust	B3	B3-12	502233,71	5704988,31	51° 29.762' N	3° 1.931' E	-23,6
beta-kust	B3	B3-13	501484,76	5705108,87	51° 29.827' N	3° 1.283' E	-25,3
beta-kust	B3	B3-14	500052,97	5706448,37	51° 30.550' N	3° 0.046' E	-24,1
beta-kust	B3	Beta-OHVS	500034,13	5706732,64	51° 30.703' N	3° 0.030' E	-24,1

D.7 Aanlanding kabels



Legende

- Basislijn (0 mLAT)
- Onderstation Stevin
- Pijpleiding
- Kabel
- Nemo-kabel (gepland)
- ELIA kabeltracé (offshore)
- ELIA kabeltracé (onshore)

MER BELGIAN OFFSHORE GRID

Aanlandingszone

Client: elia — Powering a world in progress

Marine Consultant: IMDC — International Marine & Dredging Consultants

project nr : 11413

drawing number : 11413 - 114

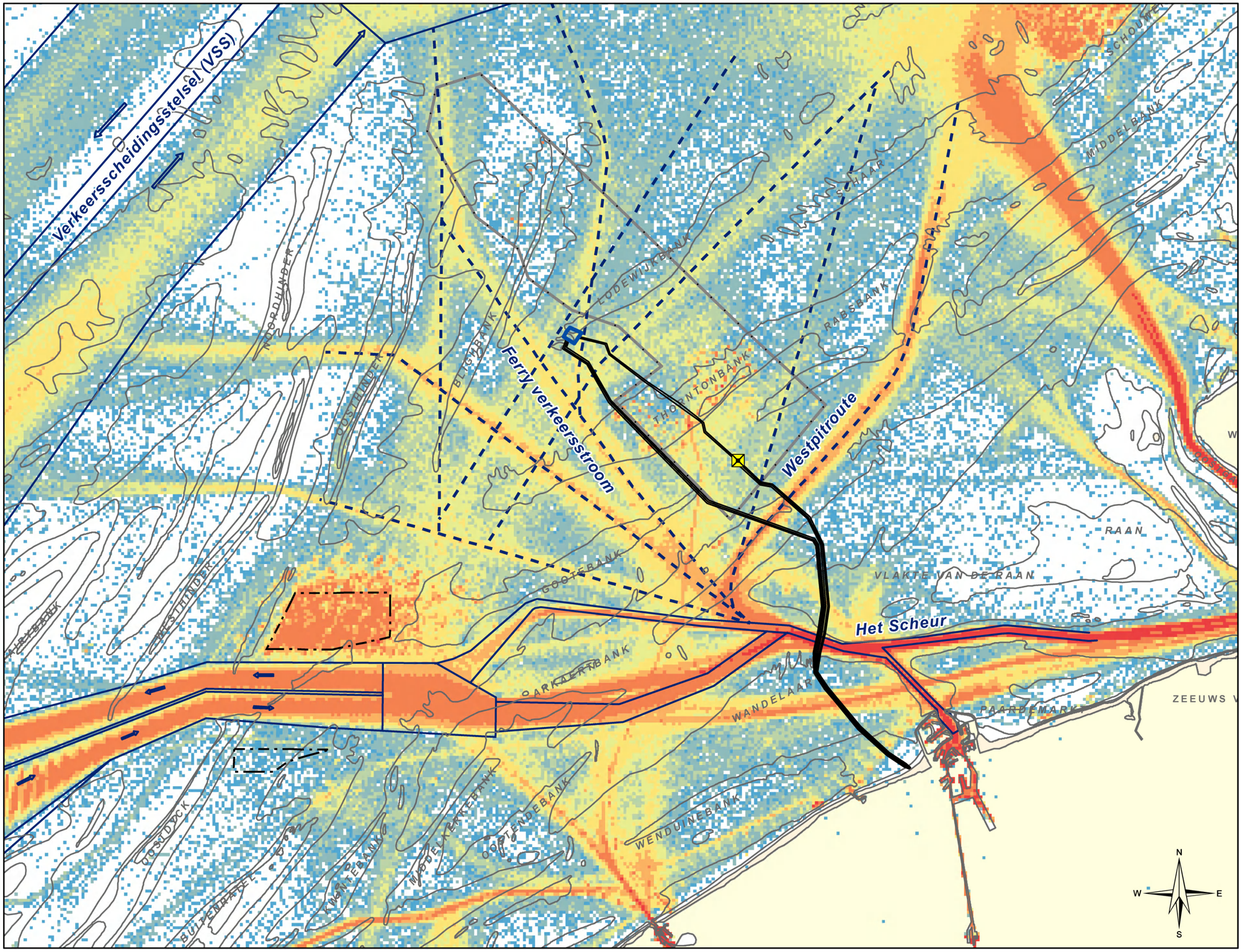
Datum: 23/07/2013

Coördinatensysteem:
WGS 1984 UTM Zone 31N

0 100 200 300 400 500 Meter

Nr. IMDC: 11413_114_130723_aanlanding_II

Bijlage E Situering t.o.v. scheepvaartroutes en verkeersstromen



Legende

- Projectgebied Alpha
- Concessiezone Belgische windparken
- Scheepvaartroute
- Verkeersstromen
- Ankergebied
- ELIA Beta OHVS
- ELIA kabeltracé

AIS intensiteit/4ha (2012)

- 1
- 2 - 5
- 6 - 10
- 11 - 20
- 21 - 50
- 51 - 100
- 101 - 500
- > 500

MER BELGIAN OFFSHORE GRID

AIS intensiteit, scheepvaartroutes en verkeersstromen

Client: elia — Powering a world in progress

Marine Consultant: IMDC — International Marine & Dredging Consultants

project nr : 11413

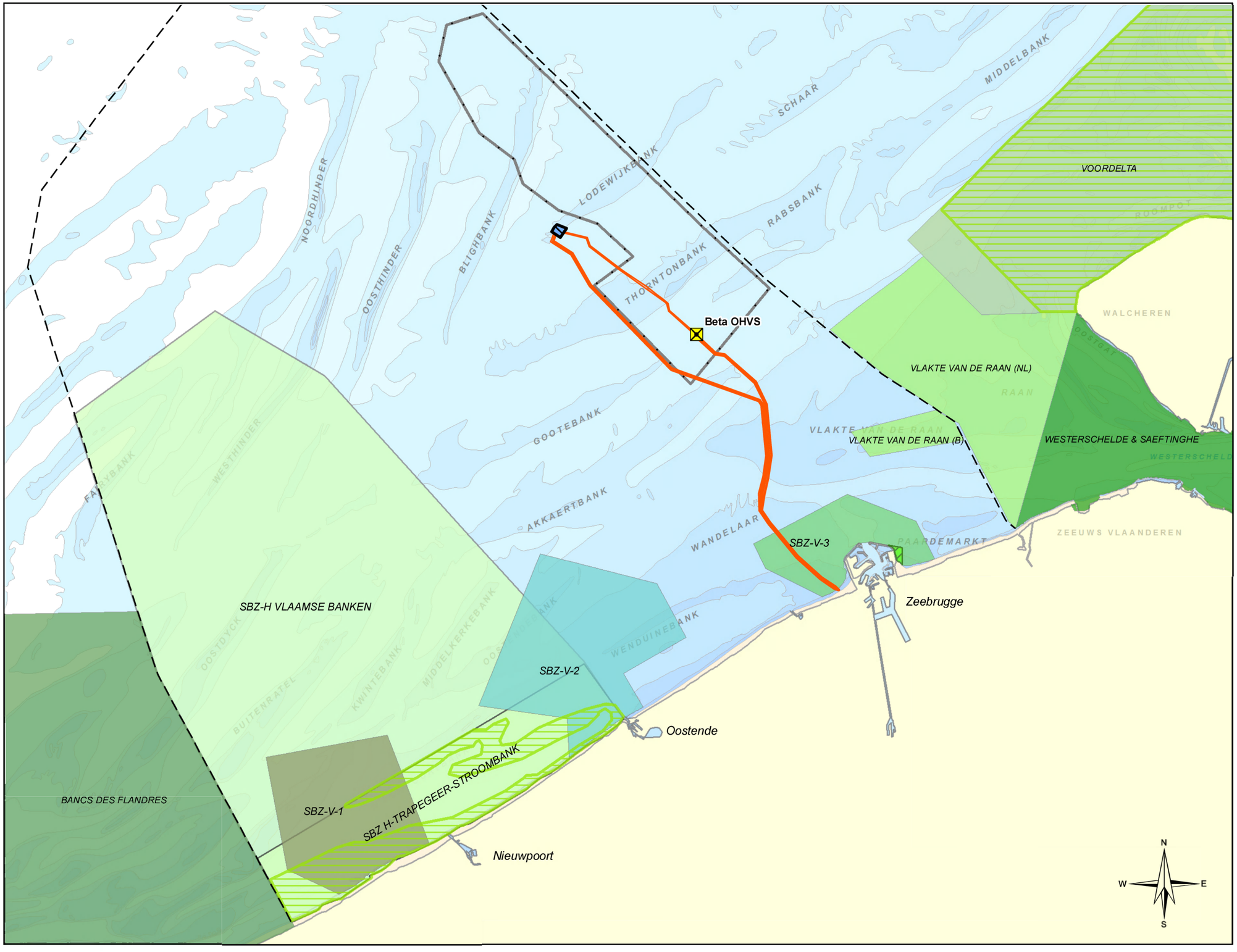
11413	-	110			A

Datum: 18/07/2013

0 3 6 9 12 15 Kilometer

W:\11413\GIS\Project\- MER\11413_110_130718_scheepvaart.mxd

Bijlage F Situering van de beschermde mariene gebieden



Legende

- ELIA OHVS (Jacket)
- Maritieme grens
- ELIA kabeltracé
- Projectgebied Alpha
- Concessiezone Belgische windparken
- BESCHERMD GEBIED (RAMSAR)
- MARIEN RESERVAAT BAAI VAN HEIST
- SBZ-V-1
- SBZ-V-2
- SBZ-V-3
- SBZ-H Trapegeer-Stroombank
- SBZ-H Vlaamse Banken
- WESTERSCHELDE & SAEFTINGHE
- VOORDELTA
- VLAKTE VAN DE RAAN
- BANCS DES FLANDRES

MER BELGIAN OFFSHORE GRID

Beschermde mariene gebieden

Client: Elia — Powering a world in progress

Marine Consultant: IMDC — International Marine & Dredging Consultants

project number : 11413

drawing number : 11413 - 101 A

date : 18/07/2013

Coördinatensysteem:
WGS 1984 UTM Zone 31N

0 5 10 15 20 25 Kilometer

Nr. IMDC: 11413_101_130718_Beschermdegebieden

Bijlage G Voorbeeldontwerpen voor het Alpha-eiland

G.1 Voorbeeldontwerp 1

El. -25.00

MERMAID

SEASTAR

El. -25.00

El. -12.50

RENTEL

BETA

STEVIN ONSHORE

N

0 20 40 60 80 100

METER

All levels in mLAT

A

B

100

200

20

60

123

BOG transformer
100x80m 8000 m2

Service platform

10x10m
100m2

El. +8.00

El. -11.50

El. +12.50

El. +12.50

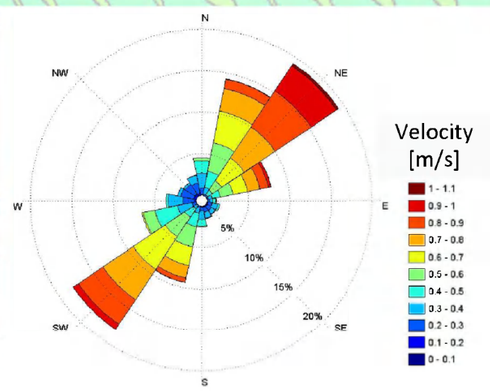
El. -12.50

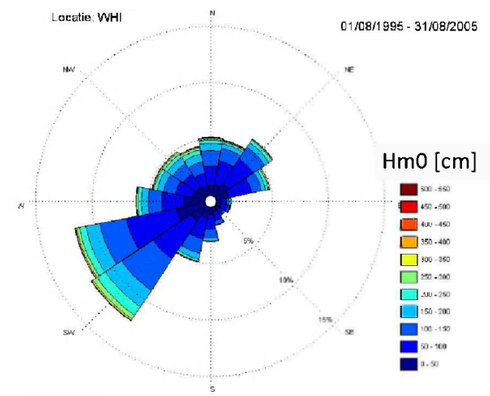
El. -12.50

Light house

Bathymetry [m]

-31.27 - -31.00
-30.99 - -30.00
-29.99 - -29.00
-28.99 - -28.00
-27.99 - -27.00
-26.99 - -26.00
-25.99 - -25.00
-24.99 - -24.00
-23.99 - -23.00
-22.99 - -22.00
-21.99 - -21.00
-20.99 - -20.00
-19.99 - -19.00
-18.99 - -18.00
-17.99 - -17.00





REV.	DATE	DESCRIPTION
v1.0	24/06/2013	First issue

IMDC
International Marine & Dredging Consultants

Coveliersstraat 15
B-2600 Berchem (ANTWERP)
Phone: +32 3 270 9295
Fax: +32 3 235 6711
Email: info@imdc.be - www.imdc.be

PROPERTY OF IMDC
-IMPORTANT-
THIS DRAWING PRINT IS LOANED FOR MUTUAL ASSISTANCE AND SUCH IS SUBJECT TO RECALL AT ANY TIME. INFORMATION CONTAINED HERE ON IS NOT TO BE DISCLOSED OR REPRODUCED IN ANYFORM FOR THE BENEFIT OF PARTIES OTHER THAN NECESSARY SUBCONTRACTORS AND SUPPLIERS WITHOUT WRITTEN CONSENT OF I.M.D.C. N.V.

TITLE :

Belgian Offshore Grid
Artificial Island Alpha: Sample design 1

DATE :	22/05/2013	INT :	WVM
SIZE :	A3		
SCALE :	1/2000		
FILENAME :	DR13045v10.dwg		

DR	11413	13 .045	PIH	v10
Type	Project Nr.	Year	Number	Resp.	Rev.

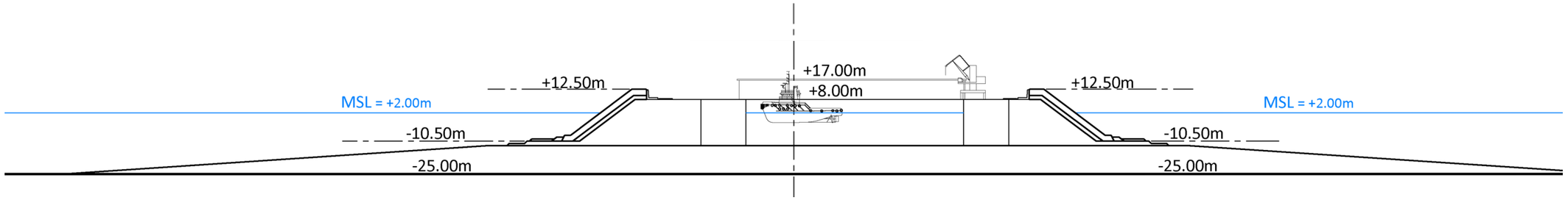
PROJECT NUMBER : 11413

0 20 40 60 80 100

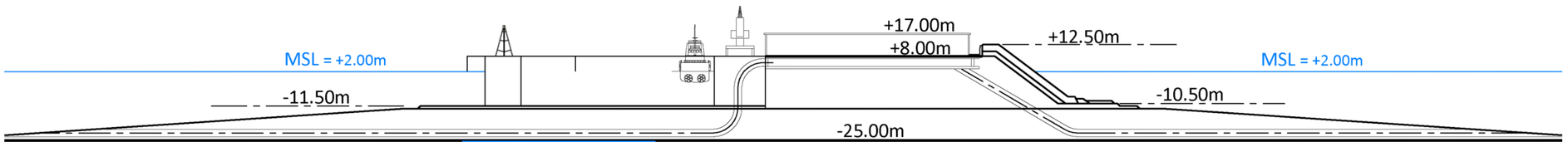
METER

All levels in mLAT

Sectie A-A



Sectie B-B



REV.	DATE	DESCRIPTION
v1.0	24/06/2013	First issue

IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
B-2600 Berchem (ANTWERP)
Phone: +32 3 270 9295
Fax: +32 3 235 6711
Email: info@imdc.be - www.imdc.be

PROPERTY OF IMDC
-IMPORTANT-
THIS DRAWING PRINT IS LOANED FOR MUTUAL ASSISTANCE AND SUCH IS SUBJECT TO RECALL AT ANY TIME. INFORMATION CONTAINED HERE ON IS NOT TO BE DISCLOSED OR REPRODUCED IN ANYFORM FOR THE BENEFIT OF PARTIES OTHER THAN NECESSARY SUBCONTRACTORS AND SUPPLIERS WITHOUT WRITTEN CONSENT OF I.M.D.C. N.V.

TITLE : Belgian Offshore Grid
Artificial Island Alpha: Sample design 1

DATE : 22/05/2013	INT : WVM	DR	11413	13 .045	PIH	v10
		Type	Project Nr.	Year	Number	Resp.	Rev.
SIZE : A3		PROJECT NUMBER : 11413					
SCALE : 1/2000							
FILENAME : DR13045v10.dwg							

G.2 Voorbeeldontwerp 2

El. -25.00

MERMAID

SEASTAR

El. -12.50

RENTEL

El. -25.00

BETA

El. -12.50

El. -9.50

El. -12.50

STEVIN
ONSHORE

BOG transformer
100x80m 8000 m2

Service
platform

El. +8.00

El. +12.50

El. +12.50

Light house

A

B

100

200

20

20

75

100

60

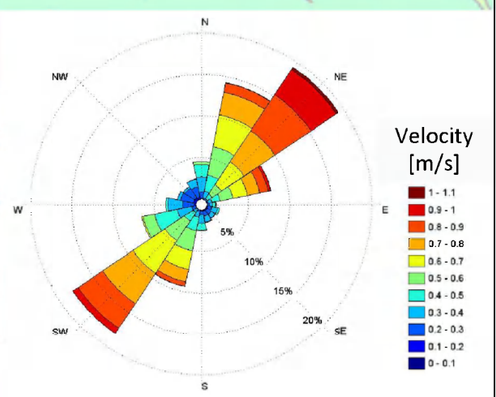
N

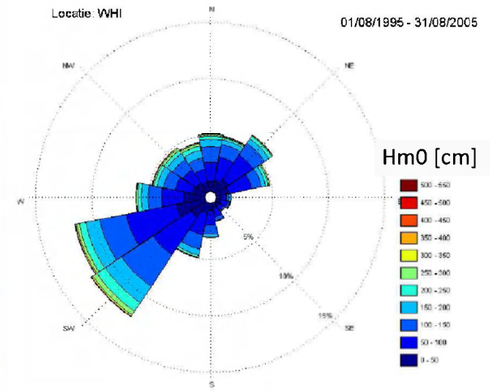
0 20 40 60 80 100
METER

All levels in mLAT

Bathymetry [m]

-31.27 - -31.00
-30.99 - -30.00
-29.99 - -29.00
-28.99 - -28.00
-27.99 - -27.00
-26.99 - -26.00
-25.99 - -25.00
-24.99 - -24.00
-23.99 - -23.00
-22.99 - -22.00
-21.99 - -21.00
-20.99 - -20.00
-19.99 - -19.00
-18.99 - -18.00
-17.99 - -17.00





REV.	DATE	DESCRIPTION
v1.0	24/06/2013	First issue

IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
B-2600 Berchem (ANTWERP)
Phone: +32 3 270 9295
Fax: +32 3 235 6711
Email: info@imdc.be - www.imdc.be

PROPERTY OF IMDC
-IMPORTANT-
THIS DRAWING PRINT IS LOANED FOR MUTUAL ASSISTANCE AND SUCH IS SUBJECT TO RECALL AT ANY TIME. INFORMATION CONTAINED HERE ON IS NOT TO BE DISCLOSED OR REPRODUCED IN ANYFORM FOR THE BENEFIT OF PARTIES OTHER THAN NECESSARY SUBCONTRACTORS AND SUPPLIERS WITHOUT WRITTEN CONSENT OF **I.M.D.C.** N.V.

TITLE :

Belgian Offshore Grid
Artificial Island Alpha: Sample design 2

DATE :	22/05/2013	INT :	WVM
SIZE :	A3		
SCALE :	1/2000		
FILENAME :	DR13046v00.dwg		

DR	11413	13 .046	PIH	v10
Type	Project Nr.	Year Number	Resp.	Rev.

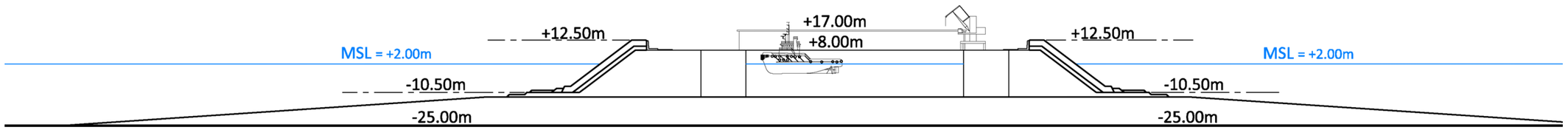
PROJECT NUMBER : 11413

0 20 40 60 80 100

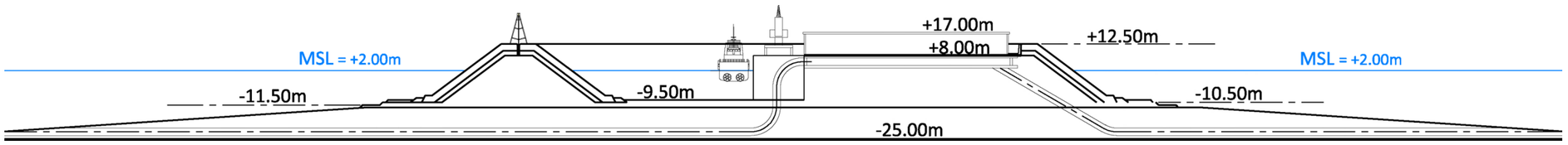
METER

All levels in mLAT

Sectie A-A



Sectie B-B



REV.	DATE	DESCRIPTION
v1.0	24/06/2013	First issue

IMDC
International Marine & Dredging Consultants

Coveliersstraat 15
B-2600 Berchem (ANTWERP)
Phone: +32 3 270 9295
Fax: +32 3 235 6711
Email: info@imdc.be - www.imdc.be

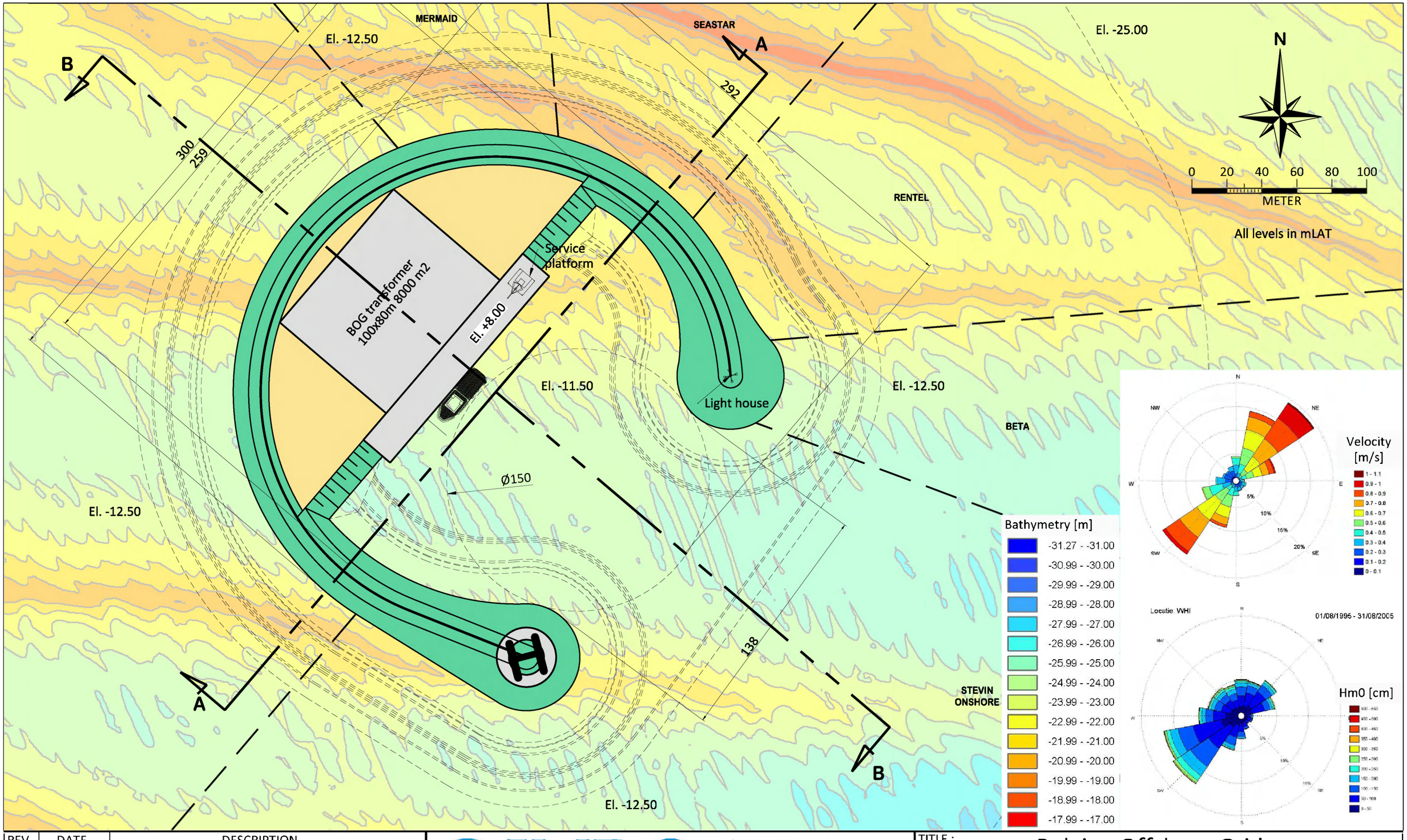
PROPERTY OF IMDC
-IMPORTANT-
THIS DRAWING PRINT IS LOANED FOR MUTUAL ASSISTANCE AND SUCH IS SUBJECT TO RECALL AT ANY TIME. INFORMATION CONTAINED HERE ON IS NOT TO BE DISCLOSED OR REPRODUCED IN ANYFORM FOR THE BENEFIT OF PARTIES OTHER THAN NECESSARY SUBCONTRACTORS AND SUPPLIERS WITHOUT WRITTEN CONSENT OF I.M.D.C. N.V.

TITLE :

Belgian Offshore Grid
Artificial Island Alpha: Sample design 2

DATE :	22/05/2013	INT :	WVM	DR	11413	13 .046	PIH	v10
				Type	Project Nr.	Year	Number	Resp.	Rev.
SIZE :	A3			PROJECT NUMBER :	11413				
SCALE :	1/2000								
FILENAME :	DR13046v00.dwg								

G.3 Voorbeeldontwerp 3



REV.	DATE	DESCRIPTION
v1.0	24/06/2013	First issue

IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
B-2600 Berchem (ANTWERP)
Phone: +32 3 270 9295
Fax: +32 3 235 6711
Email: info@imdc.be - www.imdc.be

PROPERTY OF IMDC
-IMPORTANT-
THIS DRAWING PRINT IS LOANED FOR MUTUAL ASSISTANCE AND SUCH IS SUBJECT TO RECALL AT ANY TIME. INFORMATION CONTAINED HERE ON IS NOT TO BE DISCLOSED OR REPRODUCED IN ANYFORM FOR THE BENEFIT OF PARTIES OTHER THAN NECESSARY SUBCONTRACTORS AND SUPPLIERS WITHOUT WRITTEN CONSENT OF I.M.D.C. N.V.

TITLE :

Belgian Offshore Grid
Artificial Island Alpha: Sample design 3

DATE :	22/05/2013	INT :	WVM
SIZE :	A3		
SCALE :	1/2000		
FILENAME :	DR13046v00.dwg		

DR	11413	13 .046	PIH	v10
Type	Project Nr.	Year Number	Resp.	Rev.

PROJECT NUMBER : 11413

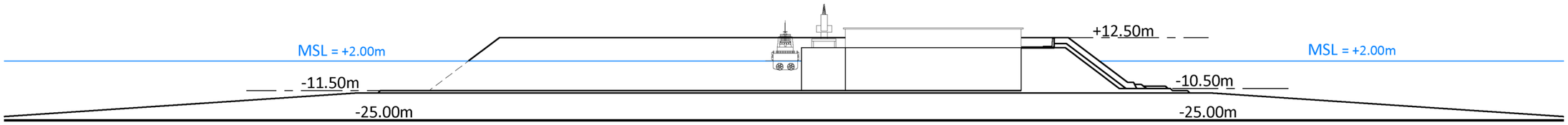
0 20 40 60 80 100

METER

All levels in mLAT

Sectie A-A

Sectie B-B



REV.	DATE	DESCRIPTION
v1.0	24/06/2013	First issue

IMDC
International Marine & Dredging Consultants

Coveliersstraat 15
B-2600 Berchem (ANTWERP)
Phone: +32 3 270 9295
Fax: +32 3 235 6711
Email: info@imdc.be - www.imdc.be

PROPERTY OF IMDC
-IMPORTANT-
THIS DRAWING PRINT IS LOANED FOR MUTUAL ASSISTANCE AND SUCH IS SUBJECT TO RECALL AT ANY TIME. INFORMATION CONTAINED HERE ON IS NOT TO BE DISCLOSED OR REPRODUCED IN ANYFORM FOR THE BENEFIT OF PARTIES OTHER THAN NECESSARY SUBCONTRACTORS AND SUPPLIERS WITHOUT WRITTEN CONSENT OF I.M.D.C. N.V.

TITLE : Belgian Offshore Grid
Artificial Island Alpha: Sample design 3

DATE :	22/05/2013	INT :	WVM	DR	11413	13 .046		PIH		v10	
SIZE :	A3			Type	Project Nr.	Year	Number	Resp.		Rev.	
SCALE :	1/2000			PROJECT NUMBER :		11413					
FILENAME :	DR13046v00.dwg										

G.4 Voorbeeldontwerp 4

MERMAID

SEASTAR

RENTEL

BETA

STEVIN ONSHORE

El. -25.00

El. -20.00

El. -17.45

Ø40

205

210

125

245

130

60

25

50

155

30

10x80m 800m²

100x80m 8000 m²

150x20m 3000 m²

Light house

A

A

B

B

N

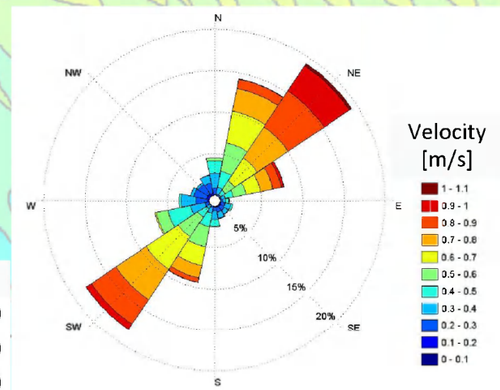
0 20 40 60 80 100

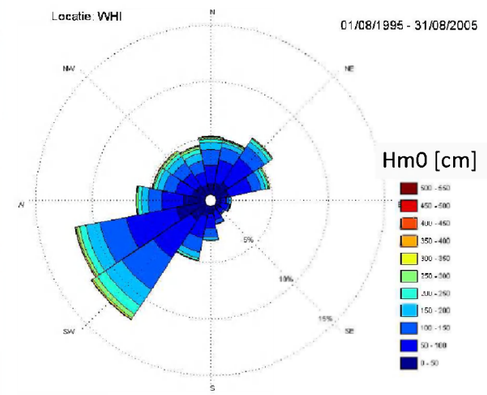
METER

All levels in mLAT

Bathymetry [m]

-31.27 - -31.00
-30.99 - -30.00
-29.99 - -29.00
-28.99 - -28.00
-27.99 - -27.00
-26.99 - -26.00
-25.99 - -25.00
-24.99 - -24.00
-23.99 - -23.00
-22.99 - -22.00
-21.99 - -21.00
-20.99 - -20.00
-19.99 - -19.00
-18.99 - -18.00
-17.99 - -17.00





REV.	DATE	DESCRIPTION
v1.0	24/06/2013	First issue

IMDC
International Marine & Dredging Consultants

Coveliersstraat 15
B-2600 Berchem (ANTWERP)
Phone: +32 3 270 9295
Fax: +32 3 235 6711
Email: info@imdc.be - www.imdc.be

PROPERTY OF IMDC
-IMPORTANT-
THIS DRAWING PRINT IS LOANED FOR MUTUAL ASSISTANCE AND SUCH IS SUBJECT TO RECALL AT ANY TIME. INFORMATION CONTAINED HERE ON IS NOT TO BE DISCLOSED OR REPRODUCED IN ANYFORM FOR THE BENEFIT OF PARTIES OTHER THAN NECESSARY SUBCONTRACTORS AND SUPPLIERS WITHOUT WRITTEN CONSENT OF **I.M.D.C.** N.V.

TITLE :

Belgian Offshore Grid
Artificial Island Alpha: Sample design 4

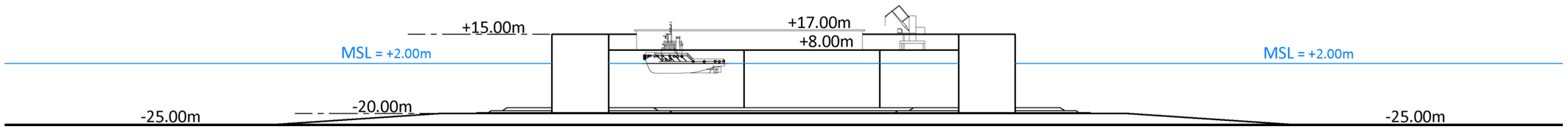
DATE : 22/05/2013	INT : WVM	DR	11413	13 .048	PIH	v10
		Type	Project Nr.	Year	Number	Resp.	Rev.
SIZE : A3		PROJECT NUMBER : 11413					
SCALE : 1/2000							
FILENAME : DR13048v00.dwg							

0 20 40 60 80 100

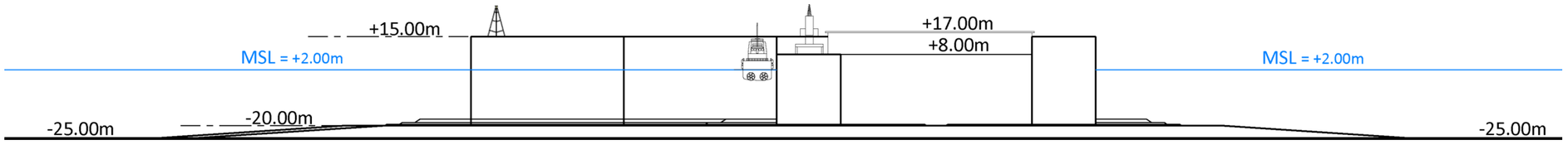
METER

All levels in mLAT

Sectie A-A



Sectie B-B



REV.	DATE	DESCRIPTION
v1.0	24/06/2013	First issue

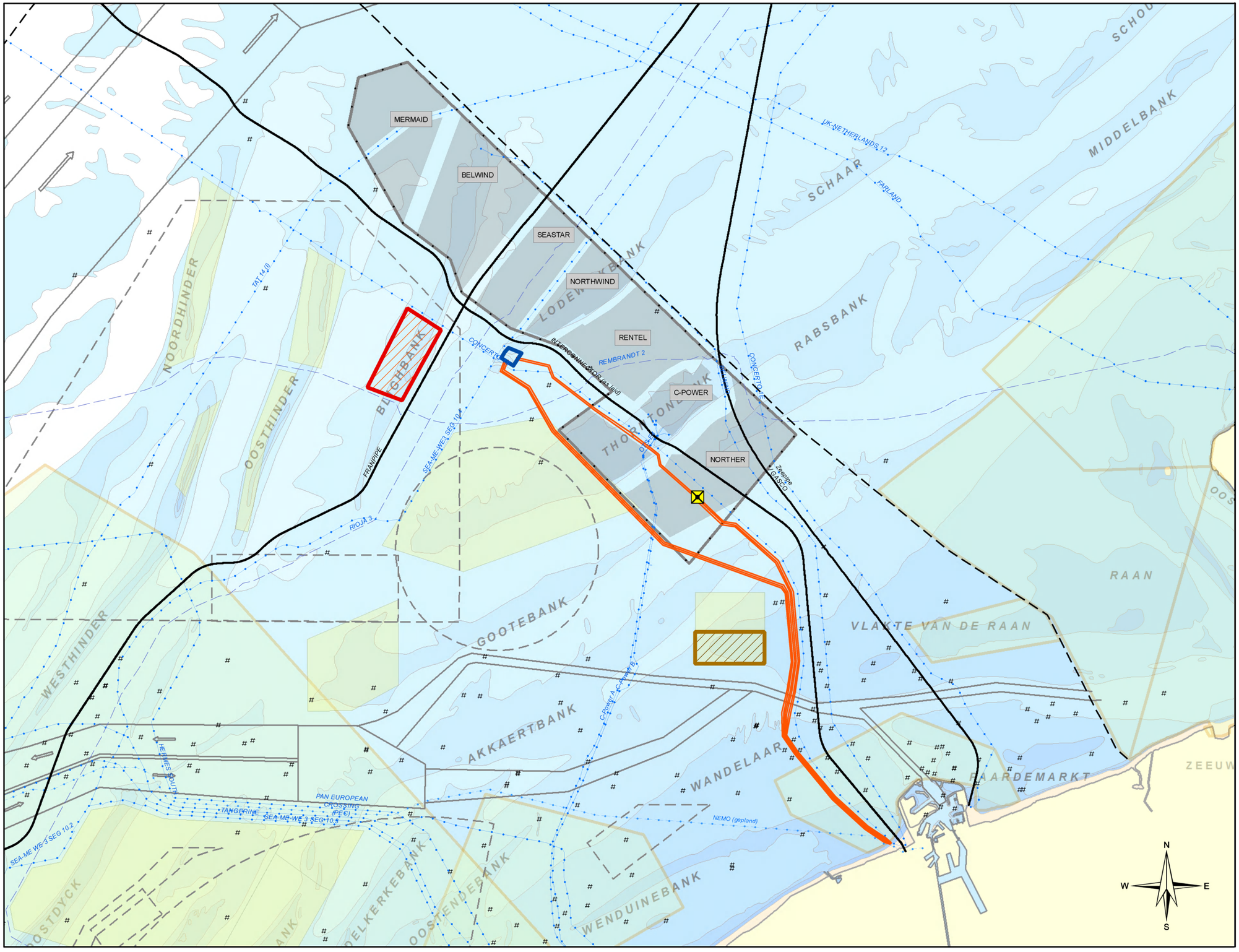
IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
B-2600 Berchem (ANTWERP)
Phone: +32 3 270 9295
Fax: +32 3 235 6711
Email: info@imdc.be - www.imdc.be

PROPERTY OF IMDC
-IMPORTANT-
THIS DRAWING PRINT IS LOANED FOR MUTUAL ASSISTANCE AND SUCH IS SUBJECT TO RECALL AT ANY TIME. INFORMATION CONTAINED HERE ON IS NOT TO BE DISCLOSED OR REPRODUCED IN ANYFORM FOR THE BENEFIT OF PARTIES OTHER THAN NECESSARY SUBCONTRACTORS AND SUPPLIERS WITHOUT WRITTEN CONSENT OF I.M.D.C. N.V.

TITLE : Belgian Offshore Grid
Artificial Island Alpha: Sample design 4

DATE : 22/05/2013	INT : WVM	DR	11413	13 .048	PIH	v10
		Type	Project Nr.	Year	Number	Resp.	Rev.
SIZE : A3		PROJECT NUMBER : 11413					
SCALE : 1/2000							
FILENAME : DR13048v00.dwg							

Bijlage H Situering van de zandwinnings- en stortzones



Legende

- ELIA kabeltracé
- ELIA Beta OHVS
- Projectgebied Alpha
- Potentieel zandwinningsgebied Alpha-eiland
- Zandwinningszone Sector 3a
- Maritieme grens
- Pijpleidingen
- Kabel in gebruik
- Kabel buiten gebruik
- Nemo-kabel (gepland)
- Navigatie routes
- Wrakken
- Concessiezone Belgische windparken
- Windpark concessiegebieden
- Militair oefengebied
- Zandextractiegebied
- Beschermd gebied (Natura 2000)

MER BELGIAN OFFSHORE GRID

Potentiële zandwinningsgebieden

Client: elia — Powering a world in progress

Marine Consultant: IMDC — International Marine & Dredging Consultants

project number : 11413

drawing number : 11413 - 099 A

date : 18/07/2013

Coördinatensysteem:
WGS 1984 UTM Zone 31N

0 2 4 6 8 10 Kilometer

Nr. IMDC: 11413_099_130718_zandwinning

Bijlage I Technische fiches schepen

I.1 Nile River

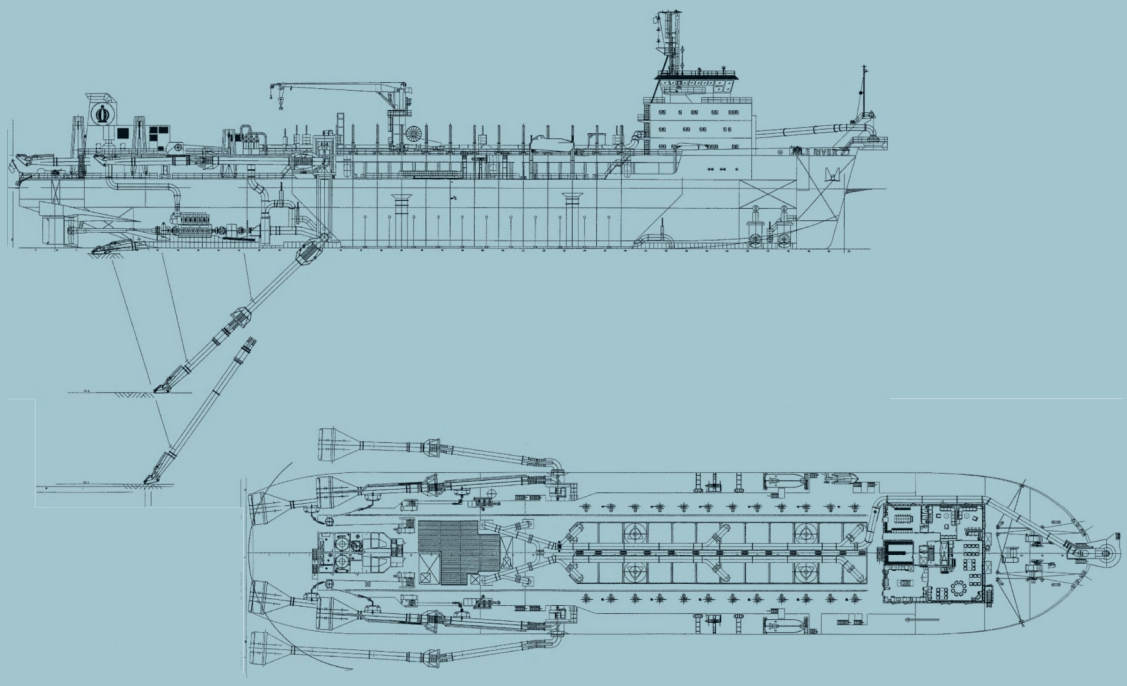
Baggerwerken
Decloedt & Zn

Baggerwerken & Waterbouw

Trailing Suction Hopper Dredger
Nile River

DEME: creating land for the future

Member of the DEME Group



NV Baggerwerken Decloedt en Zoon
Slijkensesteenweg 2
B-8400 Oostende, Belgium
T +32 59 24 21 40
F +32 59 24 21 80
infodecloedt@deme.be
www.decloedt.be

Trailing Suction Hopper Dredger Nile River*

construction year // 1999				
dimensions	length o.a.		144.00	m
	breadth o.a.		28.00	m
	moulded depth		11.90	m
	draught maximum		10.56	m
dredging depth maximum			50.00	m
dredging depth minimum			30.00	m
suction pipe Ø			2 x 1,200	mm
discharge pipe Ø			1,000	mm
hopper capacity			17,000	m^3
loading capacity			24,146	t
maximum speed loaded			14.00	knots
power	total installed with D.R.A.C.U.L.A.®		20,659	kW
	total installed		19,559	kW
	on pumps	SB (dredging)	3,164	kW
		BB (dredging)	3,164	kW
		discharge	6,586	kW
			7,200	kW
	propulsion	sailing	17,280	kW
		trailing	10,200	kW

* this hopper can be equipped with the D.R.A.C.U.L.A.® system

* joint ownership

I.2 Pompei

Tideway

Offshore Solutions

D.P. SIDE STONE DUMPING VESSEL
‘POMPEÏ’

D.P. SIDE STONE DUMPING VESSEL

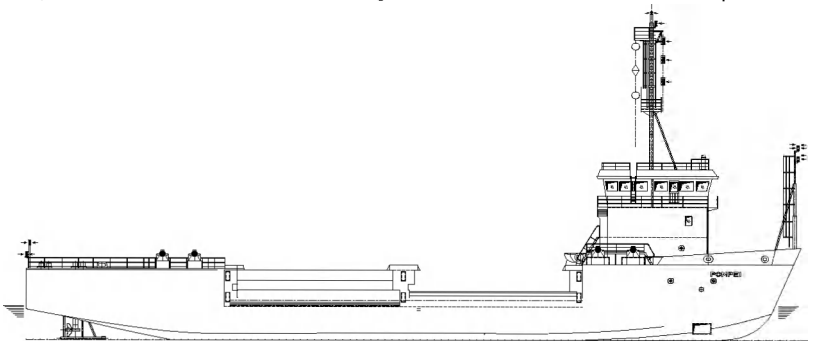
‘POMPEÏ’

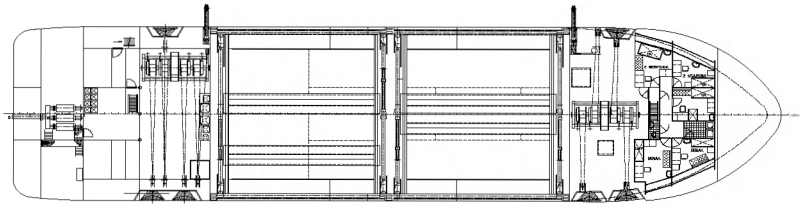
The Side Stone Dumping Vessel ‘Pompeï’ has a capacity of approx. 1,300 tons, and is equipped with a six point mooring system. The Vessel has four compartments on deck, in which the rock can be loaded from shore or of another supply vessel. The vessel is used for rockdumping operations in shallow water locations (as from 5 m. under water line), and close to drill rigs, platforms and other structures, using the side stone dumping method. The dumping itself consists of pushing the gravel in the sea by the blades on the flat deck.

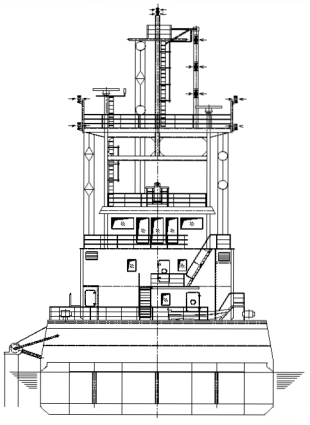
Furthermore, the ‘Pompeï’ is a multi purpose vessel (MPV). The vessel can be equipped with a crane on the after-deck (depending on the requirements of the project), and also studies are made to use the vessel as a cable lay vessel for f.e. various offshore windmill farm developments.

Main data

Length overall	65.50	m.
Breadth	16.03	m.
Loading capacity	1,300	tons
Loading deck	4 x 13.20 x 5.70	m.
Discharging time	11	min.
Propulsion:		
2 Aquamast propellers	2 x 405	kW
1 bow thruster	700	kW
Mooring system	*8 x 500*	*m*
Max. p.F.	150	kN
Max. h.F.	250	kN
Dynamic positioning:		
Kongsberg Simrad	SDP 11	







I.3 Elizabeth

ELIZABETH

DAMEN SHOALBUSTER 2609
MULTIPURPOSE SUPPORT VESSEL

MANAGED ON BEHALF OF:
L.H. VISSER & ZN. TOWAGE AND MARINE SERVICES, HOLLAND

IMO NUMBER	9639737	GROSS	212	TONS
CALLSIGN	P B G N	NETT	63	TONS
IRIDIUM	0088 163 182 0787	LENGTH OA	26.02	MTR
MMSI	245674000	LENGTH PP	23.36	MTR
BUILT	2011	BEAM	9.10	MTR
REGISTRY	TEXEL, THE NETHERLANDS	DEPTH	3.60	MTR
CLASS	BUREAU VERITAS	SUMMERDRAFT	2.63	MTR
	I 3/3 E TUG DEEP SEA	DISPLACEMENT	270	TONS

MAIN ENGINES	2 X CATERPILLAR, 3508B AT, MAX OUTPUT 1.115 HP EACH
B.H.P.	2230 BHP
BOLLARD PULL	29,7 TONS CERTIFIED
PROPELLORS	TWO FIXED PITCH PROPELLERS IN OPTIMA NOZZLES
BOW THRUSTER	250 HP HYDRAULIC DRIVEN
GENERATORS	2 X JOHN DEERE 4045 69 KVA 220/380 VOLT
HYDRAULIC SET	1 X CATERPILLAR C9, 269 KW
ACCOMODATION	SUITABLE FOR 7 PERSONS WITH AIRCONDITION / HEATING
CREW	STANDARD CREW IS 5 INCLUDING MASTER
MAX SPEED / CONS	11,5 KNOTS AT 8 T/24 HOURS
ECON. SPEED / CONS	9,0 KNOTS AT 6 T/24 HOURS
CONS IN PORT	0.5 T/24 HOURS
CONS STANDBY AT SEA	1 T/24 HOURS
FUEL FOR MAIN ENGINES	MGO
ANCHOR HANDLING /	DOUBLE DRUM ANCHOR HANDLING/TOWING WINCH, RATED PULL 40 TONS, RIDDERINKHOF HYDRAULIC
TOWING WINCHES	DRUM 1 CAPACITY 600 MTR WIRE @ 36 MM DIAM
	DRUM 2 CAPACITY 300 MTR WIRE @ 36 MM DIAM
DECK QUIPMENT	DECK CRANE, EFFER 125000 4SL, INCL WINCH REMOTE CONTR, LIFTING CAPACITY: SWL 14,35 / 10,4 / 7,9 / 6,3 / 5,3 MT AT RESP 7,32 / 9,82 / 12,47 / 15,22 / 18,07 M OUTREACH
	ANCHOR HANDLING STERN ROLLER, SWL 50 TONS
	TUGGER WINCH, PULL 8 T - 4,5 M/MIN 0,5 T - 20M/MIN
	TOWING PINS, WK HYDRAULICS TRIPLE PIN TYPE SWL 60 TONS
	A-FRAME, SWL 30 TONS
DECK AREA	FREE DECK AREA 60 M^2 - 15 TS/M^2
MOONPOOL	850 MM x 650 MM

TANK CAPACITIES

FUEL OIL	124 M^3	HYDRAULIC OIL	1,7 M^3
FRESH WATER	30 M^3	BILGE WATER	3,8 M^3
LUBRICATING OIL	1,7 M^3	SEWAGE	6,4 M^3

FRESHWATER MAKER HEM 4 TONS/DAY

NAVIGATION EQUIPMENT INCLUDES GYRO COMPASS WITH REPEATER, MAGNETIC COMPASS, AUTOMATIC PILOT, RADAR UNITS, ECHO SOUNDER, NAVTEX RECEIVER, VHF, ECDIS CHARTS, AIS, ANEMO METER, SPEEDLOG, INMARSAT C, SSB, SAT.PHONE, INTERNET, SAT.TEL SURVEY DESK FITTED WITH 19' RACK

ALL DETAILS ARE BELIEVED TO BE CORRECT, BUT NOT GUARANTEED

I.4 Willem de vlamingh

WILLEM DE VLAMINGH

Jan De Nul GROUP

www.jandenul.com

MULTI-PURPOSE VESSEL
DP2 Cable Laying Vessel (CLV)

WILLEM DE VLAMINGH

Deadweight	6,500 tonnes
Length o.a.	115.0 m
Breadth	23.0 m
Draught loaded	5.35 m
Mooring system	4 point anchoring
Dynamic positioning	DYNAPOS AM/AT R Class 2
Propulsion power	2 x 2,150 kW
Bow thruster power	2 x 1,500 kW
Total installed diesel power	8,975 kW
Speed	13.0 kn
Accomodation	35 + 24 (optional)
Built in	2011

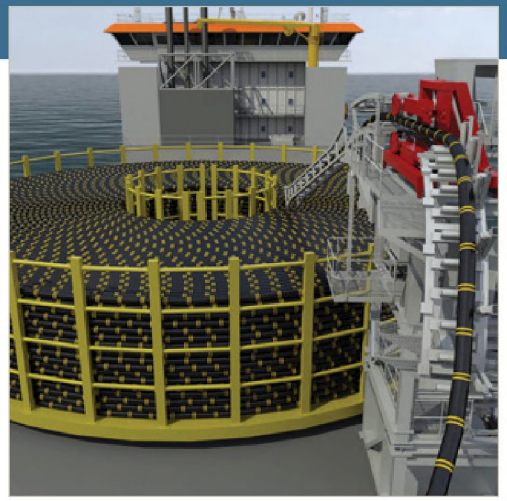
The dynamic positioned DP class 2 vessel 'Willem de Vlamingh' is a multi-purpose vessel which is designed to operate as a side stone dumping vessel, a flexible fall pipe rock installation vessel, a cable laying vessel, a (rock) trenching vessel or any combination of these modes.

In the Cable Laying mode, the 'Willem de Vlamingh' is equipped with a 5,400 tonnes capacity turntable, centred on the aft deck along with 2 tensioners, chute and auxiliary equipment.

SPECIFICATIONS OF THE TURNTABLE

Capacity	5,400 tonnes	Ramp up to max. speed	45 s
Outer diameter	28 m	Hydraulic driving motors	5
Inside outer basket diameter	27.4 m	Loading arm movement degrees of freedom	3
Inner basket diameter	8 m	Loading tower tensioner	5 Te
Basket wall height (open structure)	6 m	Deck tensioner	10 Te
Max. speed at inner diameter	900 m/h		

V2013-2



The content of this document is provided strictly for information purposes only. Whilst it has been endeavoured to procure completeness and accuracy, no warranty - express or implied - is given, in particular of fitness for a particular purpose. In no event any Jan De Nul Group company will be liable for any whatsoever damages arising directly or indirectly from the use of or reliance on the content provided herein, even if (previous) advice has been given/received that such damages may occur.

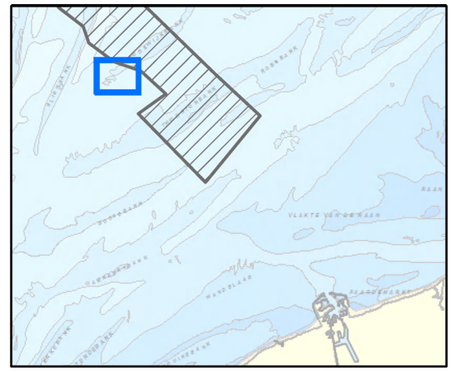
Jan De Nul GROUP

www.jandenul.com

Bijlage J Geluidsniveau Alpha-OHVS

488000
489000
490000
491000
5716000
5715000
5714000

INTERCONNECTOR (as laid)
RIOJA 3
SEA-ME-WE3
SEG 10.4
CONCERTO 1S
Lodewijkbank



Legende

- Concessiezone Belgische windparken
- MER-ontwerp (+ 2 m LAT contour)
- Pijplijn
- Kabel in gebruik
- Kabel buiten gebruik

	Afstand (m)	Geluidsniveau dB(A)
	1 - 32	94 - 64
	32 - 64	64 - 58
	64 - 128	58 - 52
	128 - 256	52 - 46
	> 256	omgevingsgeluid (ca. 40 - 45 db(A))

N
W
E
S

MER BELGIAN OFFSHORE GRID

Geluidscontouren ALPHA

elia
Powering a world in progress

IMDC
International Marine & Dredging Consultants

project number : 11413
drawing number : 11413 - 098
date : 14-06-13

Coördinatensysteem:
WGS 1984 UTM Zone 31N

0 250 500 750 1,000 Meter

W:\11413\GIS\Project\- MER\11413_098_130613_AI1_geluid.mxd