Vlaamse overheid
Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

Monitoringprogramma Flexibel Storten



Voortgangsrapport 2012-2013: Syntheserapport

IMDC International Marine & Dredging Consultants
ECOSYSTEM MANAGEMENT RESEARCH GROUP
HWE onderzoek en advies in waterbeheer en ecologie

Colofon

Foto voorblad: Zicht op Appelzak en Saeftinghe (10/04/2014)

International Marine & Dredging Consultants

Adres: Coveliersstraat 15, 2600 Antwerpen, Belgium

☎: + 32 3 270 92 95

🗐: + 32 3 235 67 11

Email: info@imdc.be

Website: www.imdc.be

Document Identificatie

Titel	Voortgangsrapport 2012-2013: Syntheserapport
Project	Monitoringprogramma Flexibel Storten
Opdrachtgever	Vlaamse Overheid - Afdeling Maritieme Toegang
Besteknummer	16EF/2011/22
Documentref	I/RA/11353/14.159/DDP
Documentnaam	K:\PROJECTS\11\11353 - Monitorprogramma flexibel storten\10-Rap\Periode 2\DO6 Voortgangsrapport 2\RA14.159 - Voortgangsrapport 2 - Syntheserapport\RA14159_11353_Voortgangsrapport 2 - Syntheserapport v4.0.docx

Revisies / Goedkeuring

Versie	Datum	Omschrijving	Auteur	Nazicht	Goedgekeurd
1.0	21/10/14	Eerste concept t.b.v. Overleg Flexibel Storten	Zie auteurslijst	Zie revisorenlijst	GVH
2.0	28/10/14	Aanvulling fauna	Zie auteurslijst	Zie revisorenlijst	GVH
3.0	5/12/14	Verwerking opmerkingen Overleg Flexibel Storten	Zie auteurslijst	Zie revisorenlijst	GVH
4.0	27/05/15	Verwerking opmerkingen Commissie Monitoring Westerschelde	Zie auteurslijst	Zie revisorenlijst	GVH

Auteurs: Thijs Lanckriet, Jonas Dewinter, Joris Santermans, Vincent Gruwez, Sarah Vanden Eede, Cleo Pandelaers, Davy Depreiter

Revisoren: Davy Depreiter, Gijsbert van Holland

Verdeellijst

1	Analoog	Kirsten Beirinckx, Afdeling Maritieme Toegang
1	Digitaal	Kirsten Beirinckx, Afdeling Maritieme Toegang

Contactpersoon IMDC

Contactpersoon	Davy Depreiter
Telefoonnummer	+32 3 287 23 51
E-mail	ddp@imdc.be

Inhoudstafel

1. INLEIDING 9
1.1 DE OPDRACHT 9
1.2 ACHTERGROND 9
1.3 DOEL VAN DE VOORTGANGSRAPPORTAGE 10
1.4 OVERZICHT VAN DE VOORTGANGSRAPPORTAGE 11
1.5 OPBOUW VAN HET RAPPORT 11
2. SAMENVATTING DATA-ANALYSE 12
2.1 INGREPEN 12
2.1.1 Westerschelde 12
2.1.2 Beneden-Zeeschelde 18
2.1.3 Compensatiemaatregelen 21
2.1.4 Zandwinning 21
2.1.5 Havenstortingen (Westerschelde) 22
2.2 HYDRODYNAMIEK 22
2.2.1 Randvoorwaarden: meteorologie en rivierafvoer 22
2.2.2 Hoog- en laagwaterstanden 24
2.2.3 Getijslag 27
2.2.4 Golven 29
2.2.5 Stroomsnelheden Westerschelde 30
2.2.6 Stroomsnelheden Beneden-Zeeschelde 31
2.3 MORFOLOGIE EN LEEFOMGEVING 32
2.3.1 Macrocel 1 32
2.3.2 Mesocel 2 35
2.3.3 Macrocel 3 36
2.3.4 Macrocel 4 38
2.3.5 Macrocel 5 41
2.3.6 Macrocel 6 en 7 44
2.3.7 Beneden-Zeeschelde 45
2.4 FYSICOCHEMIE EN WATERBODEMKWALITEIT 50
2.4.1 Chemische kwaliteit van de waterbodem 50
2.4.2 Suspensiegehalte 50
2.4.3 Doorzicht 54
2.4.4 Chlorofyl-A 56
2.4.5 Chloridegehalte 59
2.5 FAUNA 61

2.5.1 Macrozoöbenthos 61
2.5.2 Vogels 65
2.5.3 Zeehonden 72
2.5.4 Conclusies 74
3. INTEGRALE DISCUSSIE 75
3.1 VOORAF 75
3.2 WERKING VAN HET (OVERLEG) FLEXIBEL STORTEN 76
3.3 GEVOLGEN VAN BAGGEREN EN STORTEN 78
3.4 EFFECTEN VAN DE VERRUIMING 82
3.5 EFFECTEN VAN VERANDERINGEN IN LEEFOMGEVING 84
4. ADVIEZEN 87
4.1 ADVIES STORTSTRATEGIE 87
4.2 ADVIES VAN DE COMMISSIE MONITORING WESTERSCHELDE 87
4.2.1 Advies met betrekking tot voorstel stortstrategie (2015-2016) 89
4.2.2 Advies met betrekking tot Hooge Platen Noord 89
4.3 ADVIES MONITORING EN VERDER ONDERZOEK 90
5. REFERENTIES 93

Bijlagen

BIJLAGE A TOETSING KWALITEITSPARAMETERS 96
A.1 INLEIDING 97
A.2 INSTANDHOUDING MEERGEULENSTELSEL 98
A.2.1 Het watervolume in de nevengeul 98
A.3 ECOLOGISCHE WINST PLAATRANDSTORTINGEN 105
A.3.1 Stabiliteit plaatrandstortingen 105
A.3.2 Ontwikkeling laagdynamisch gebied 107
A.4 BEHOUD VAN HET OPPERVLAK ECOLOGISCH WAARDEVOL GEBIED 113
A.4.1 Ontwikkeling ecologisch waardevol areaal Westerschelde 114
A.4.2 Hoogte slikken en platen 114
A.4.3 Schorranderosie 120
BIJLAGE B GESELECTEERD KAARTMATERIAAL 122
B.1 BATHYMETRIE WESTERSCHELDE 2013 EN VERSCHILKAARTEN 2013-2009 123
B.2 BATHYMETRIE BENEDEN-ZEESCHELDE 2013 EN VERSCHILKAARTEN 2013-2009 124

Lijst van tabellen

TABEL 2-1: UITGEVOERDE BAGGERHOEVEELHEDEN VOOR HET JAARLIJKS ONDERHOUD VAN DE WESTERSCHELDE [MM³ IN SITU] 12

TABEL 2-2: MAXIMAAL VERGUNDE STORTCAPACITEIT (MM³ IN SITU) VOOR DE EERSTE VIJF JAAR 15

TABEL 2-3: GESTORTE VOLUMES (HOEVEELHEID EN PROCENTUEEL T.O.V. TOTAAL VERGUNDE CAPACITEIT) IN DE WESTERSCHELDE VAN 12 FEBRUARI 2010 TOT EN MET 01 JUNI 2014 [M³ IN SITU] 15

TABEL 2-4: GESTORTE VOLUMES IN DE NEVENGEULEN VAN DE WESTERSCHELDE PER VERGUNNINGSJAAR EN MAXIMAAL VERGUND VOLUME [M³ IN SITU] 15

TABEL 2-5: UITGEVOERDE BAGGERHOEVEELHEDEN VOOR HET JAARLIJKS ONDERHOUD VAN DE BENEDEN-ZEESCHELDE [M³ IN BEUN VOOR ZAND EN M³ V' VOOR SLIB] 18

TABEL 2-6: STORTHOEVEELHEDEN VANUIT HAVENS IN DE WESTERSCHELDE TOT 2013 [MM³ IN SITU] (BRON: RWS ZEE EN DELTA) 22

TABEL 2-7: NIET-BROEDVOGELS EN BROEDVOGELS IN DE WESTERSCHELDE WAARVOOR EEN INSTANDHOUDINGSDOELSTELLING BESTAAT EN DIE AFHANKELIJK ZIJN VAN HET GEBIED (CONSORTIUM ARCADIS-TECHNUM, 2007F; MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN VAN NEDERLAND, 2014) 66

TABEL 2-8: VERGELIJKING SEIZOENSGEMIDDELDES (JULI JAAR 1 – JUNI JAAR 2) VAN NIET-BROEDVOGELS IN DE WESTERSCHELDE PER JAAR MET NATURA 2000 IHD (ONDER DE NORM: ROOD; BOVEN DE NORM: GROEN) EN 1%-NORM VAN RAMSAR. DE INTERNATIONALE TREND IS GEBASEERD OP TRENDS IN DE WEST-EUROPESE POPULATIES (HTTP://WPE.WETLANDS.ORG/) 70

TABEL 2-9: TRENDS IN AANTALLEN BROEDPAREN IN DE WESTERSCHELDE TUSSEN 2010 EN 2013 (INCLUSIEF SAEFTINGHE). GROEN: WESTERSCHELDE STREEFDOEL GEHAALD, ROOD: WESTERSCHELDE STREEFDOEL NIET GEHAALD. 72

TABELLEN IN BIJLAGE

BIJLAGE-TABEL A-1: GEWENSTE HOEVEELHEDEN SPECIE PER JAAR NA BEËINDIGEN STORTEN VERDIEPINGSSPECIE (STABILITEIT PLAATRANDSTORTING). 105

BIJLAGE-TABEL A-2: SAMENVATTING WAARDEVOL LAAGDYNAMISCH AREAAL OP DE HOOGE PLATEN WEST (OPP. IN HA). 109

BIJLAGE-TABEL A-3: EVOLUTIE WAARDEVOL LAAGDYNAMISCH AREAAL OP DE HOOGE PLATEN WEST (OPP. IN HA). 109

BIJLAGE-TABEL A-4: SAMENVATTING WAARDEVOL LAAGDYNAMISCH AREAAL OP DE HOOGE PLATEN NOORD (OPP. IN HA). 110

BIJLAGE-TABEL A-5: EVOLUTIE WAARDEVOL LAAGDYNAMISCH AREAAL OP DE HOOGE PLATEN NOORD (OPP. IN HA). 110

BIJLAGE-TABEL A-6: SAMENVATTING WAARDEVOL LAAGDYNAMISCH AREAAL OP DE RUG VAN BAARLAND (OPP. IN HA). 111

BIJLAGE-TABEL A-7: EVOLUTIE WAARDEVOL LAAGDYNAMISCH AREAAL OP DE RUG VAN BAARLAND (OPP. IN HA). 112

BIJLAGE-TABEL A-8: SAMENVATTING WAARDEVOL LAAGDYNAMISCH AREAAL OP DE PLAAT VAN WALSOORDEN (OPP. IN HA). 112

BIJLAGE-TABEL A-9: EVOLUTIE WAARDEVOL LAAGDYNAMISCH AREAAL OP DE PLAAT VAN WALSOORDEN (OPP. IN HA). 113
BIJLAGE-TABEL A-10: SEDIMENTATIE- EN EROSIENORM PER HOOGTEKLASSE. 115

Lijst van figuren

FIGUUR 2-1: CUMULATIEF BAGGERVOLUME WESTERSCHELDE SINDS DE START VAN DE VERRUIMING. 13
FIGUUR 2-2: CUMULATIEVE BAGGERVOLUMES VOOR DE BELANGRIJKSTE GEBIEDEN IN DE WESTERSCHELDE SINDS DE START VAN DE VERRUIMING. 14
FIGUUR 2-3: JAARLIJKS BAGGERVOLUME VOOR ALLE ZONES IN DE WESTERSCHELDE TUSSEN 1981 EN 2014 (TOT 01/06/2014). 14
FIGUUR 2-4: CUMULATIEVE STORTVOLUMES OP DE PLAATRANDEN SINDS DE START VAN DE VERRUIMING. 16
FIGUUR 2-5: ONTWIKKELING VAN DE STORTVOLUMES EN -LOCATIES VOOR EN NA 2009. 17
FIGUUR 2-6: BAGGERLOCATIES VAN SLIBRIJKE SPECIE IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE TUSSEN 1981 EN 2014 (TOT 01/06)....19
FIGUUR 2-7: BAGGERLOCATIES VAN ZANDRIJKE SPECIE IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE TUSSEN 1981 EN 2014 (TOT 01/06)....20
FIGUUR 2-8: STORTLOCATIES VOOR SLIBRIJKE SPECIE IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE TUSSEN 1981 EN 2014 (TOT 01/06)....20
FIGUUR 2-9: STORTLOCATIES VOOR ZANDRIJKE SPECIE IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE TUSSEN 1981 EN 2014 (TOT 01/06)....21
FIGUUR 2-10: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE OPZET TE VLISSINGEN (1971 – 2013). 23
FIGUUR 2-11: JAARGEMIDDELD BOVENAFVOERDEBIET IN M^3/S VAN DE SCHELDE TE SCHELLE (LINKS) EN DE SPUISLUIS TE BATH (RECHTS) 24
FIGUUR 2-12: LINKS: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE HOOGWATERSTAND TE VLISSINGEN, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. RECHTS: HW RESIDUEN VERGELEKEN MET DE RESIDUEN WAARUIT DE INVLOED VAN DE WINDOPZET IS GEFILTERD OP BASIS VAN HET LINEAIR VERBAND TUSSEN RESIDUEN EN OPZET TIJDENS 1971-2009. 24
FIGUUR 2-13: LINKS: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE LAAGWATERSTAND TE VLISSINGEN, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. RECHTS: LW RESIDUEN VERGELEKEN MET DE RESIDUEN WAARUIT DE INVLOED VAN DE WINDOPZET IS GEFILTERD OP BASIS VAN HET LINEAIR VERBAND TUSSEN RESIDUEN EN OPZET TIJDENS 1971-2009. 25
FIGUUR 2-14: LINKS: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE HOOGWATERSTAND TE ANTWERPEN-LOODSGEBOUW, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. RECHTS: CUMULATIEVE SOM VAN DE RESIDUEN OP DE (GEËXTRAPOLEERDE) T2009 TREND. 25
FIGUUR 2-15: LINKS: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE LAAGWATERSTAND TE ANTWERPEN-LOODSGEBOUW, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. RECHTS: CUMULATIEVE SOM VAN DE RESIDUEN OP DE (GEËXTRAPOLEERDE) T2009 TREND. 26

FIGUUR 2-16: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE RELATIEVE GETIJSLAG TEN OPZICHTE VAN VLISSINGEN PER STATION IN HET ESTUARIUM (T.E.M. 2013) MET AANDUIDING VAN HET JAAR 2009 (GESTIPPELDE LIJN). 28
FIGUUR 2-17: ONTWIKKELING VAN DE ABSOLUTE GETIJSLAG TE ANTWERPEN. 29
FIGUUR 2-18: EMPIRISCHE CUMULATIEVE WAARSCHIJNLIJKHEIDSVERDELING VAN DE SIGNIFICANTE GOLFHOOGTE OP DE LOCATIES WIELINGEN (LINKS) EN HANSWEERT (RECHTS). 30
FIGUUR 2-19: VERSCHILKAART 2009-2013 VAN MACROCEL 1. 32
FIGUUR 2-20: RTK-RAAI 2080 AAN DE HOOGE PLATEN NOORD (BRON: JENTINK ET AL., 2014). 33
FIGUUR 2-21: ECOTOPENKAART 2010 (BOVEN) VERSUS 2012 (ONDER) TER HOOGTE VAN DE HOOGE PLATEN. 35
FIGUUR 2-22: VERSCHILKAART 2009-2013 VAN MESOCEL 2. 36
FIGUUR 2-23: VERSCHILKAART 2009-2013 VAN MACROCEL 3. 36
FIGUUR 2-24: ECOPTOPENKAARTEN 2010 (BOVEN) EN 2012 (ONDER) IN MACROCEL 3. 37
FIGUUR 2-25: VERSCHILKAART 2009-2013 VAN MACROCEL 4. 38
FIGUUR 2-26: NETTO VOLUME NEVENGEUL MACROCEL 4 (BRON: SCHRIJVER, 2014) 39
FIGUUR 2-27: RTK-RAAI 2435 AAN DE RUG VAN BAARLAND (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 39
FIGUUR 2-28: ECOPTOPENKAARTEN 2010 (LINKS) EN 2012 (RECHTS) IN MACROCEL 4. 40
FIGUUR 2-29: VERSCHILKAART 2009-2013 VAN MACROCEL 5. 41
FIGUUR 2-30: ECOPTOPENKAARTEN 2010 (LINKS) EN 2012 (RECHTS) IN MACROCEL 4. 42
FIGUUR 2-31: NETTO VOLUME NEVENGEUL MACROCEL 5 (BRON: SCHRIJVER, 2014). 43
FIGUUR 2-32: VERSCHILKAART 2009-2013 VAN MACROCEL 6 EN 7. 44
FIGUUR 2-33: SCHOR-SLIKPROFIEL 2790 AAN OOSTZIJDE VAN HET LAND VAN SAEFTINGE (BRON: JENTINK ET AL, 2014) 45
FIGUUR 2-34: VERSCHILKAART 2009-2013 IN HET MEEST AFWAARTSE DEEL VAN DE BENEDEN-ZEESCHELDE. 46
FIGUUR 2-35: VERSCHILKAART 2009-2013 TER HOOGTE VAN HET DEURGANCKDOK. 46
FIGUUR 2-36: VERSCHILKAART 2009-2013 TER HOOGTE VAN DE PLAAT VAN BOOMKE. 47
FIGUUR 2-37: VERSCHILKAART 2009-2013 TER HOOGTE VAN DE REDE VAN ANTWERPEN. 48
FIGUUR 2-38: VERSCHILKAART 2009-2013 TER HOOGTE VAN KBR I (LINKS) EN KBR III (RECHTS). 49
FIGUUR 2-39: SCHOR-SLIKPROFIEL "BOE" OP BOERENSCHANS (DATABRON: INBO, 2014) 50
FIGUUR 2-40: JAARGEMIDDELD SUSPENSIEGEHALTE IN DE WESTERSCHELDE (LINKS) EN IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE (RECHTS) OP BASIS VAN PERIODIEKE STAALNAMES. FOUTBALKEN GEVEN HET 25STE EN 75STEPERCENTIEL WEER. 51
FIGUUR 2-41: CONTINUE METINGEN SUSPENSIEGEHALTE OOSTERWEEL. BREDE ZWARTE LIJN GEEFT HET TWEEDAGELIJKS GEMIDDELDE WEER, RODE LIJN DE JAARLIJKSE 99STE PERCENTIELWAARDE. METINGEN IN BLAUW GEVEN AAN WANNEER HET SATURATIENIVEAU VAN DE TURBIDITEITSSENSOR WERD BEREIKT. DE TWEEDAGELIJKSE GEMIDDELDEN KOMEN BOVEN DEZE WAARDEN UIT ALS GEVOLG VAN STATISTISCHE VERWERKING; ZIE DATARAPPORT EN BIJLAGE DAARIN VOOR MEER INFORMATIE. 53

FIGUUR 2-42: CONTINUE METINGEN SUSPENSIEGEHALTE BOEI 84. BREDE ZWARTE LIJN GEEFT HET TWEEDAGELIJKS GEMIDDELDE WEER, RODE LIJN DE JAARLIJKSE 99STE PERCENTIELWAARDE. METINGEN IN BLAUW GEVEN AAN WANNEER HET SATURATIENIVEAU VAN DE TURBIDITEITSSENSOR WERD BEREIKT. 54

FIGUUR 2-43: JAARGEMIDDELDE WAARDEN VOOR DE EUFOTISCHE DIEPTE IN DE WESTERSCHELDE (LINKS) EN DE BENEDEN-ZEESCHELDE (RECHTS). FOUTBALKEN GEVEN HET 25STE EN 75STEPERCENTIEL WEER. 55

FIGUUR 2-44: GEHALTE AAN CHLOROFYL-A IN DE WATERKOLOM OP DE SCHAAR VAN OUDEN DOEL. 56

FIGUUR 2-45: JAARGEMIDDELD SUSPENSIEGEHALTE IN DE WESTERSCHELDE OP BASIS VAN PERIODIEKE STAALNAMES. FOUTBALKEN GEVEN HET 25STE EN 75STEPERCENTIEL WEER. 57

FIGUUR 2-46: CHLOROFYL-A GEHALTE IN DE WESTERSCHELDE GEMETEN M.B.V. BODEMSTALEN 58

FIGUUR 2-47: JAARGEMIDDELDE WAARDEN VOOR HET CHLORIDEGEHALTE IN DE WESTERSCHELDE (LINKS) EN DE BENEDEN-ZEESCHELDE (RECHTS). FOUTBALKEN GEVEN HET 25STE EN 75STEPERCENTIEL WEER. 60

FIGUUR 2-48: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE DENSITEIT VAN CERASTODERMA EDULE (BLAUW) EN MACOMA BALTICA (ORANJE) IN DE WESTERSCHELDE TUSSEN 1992 EN 2013. 62

FIGUUR 2-49: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE BIOMASSA VAN CERASTODERMA EDULE (BLAUW) EN MACOMA BALTICE (ORANJE) IN DE WESTERSCHELDE TUSSEN 1992 EN 2013. 62

FIGUUR 2-50: AFNAME VAN DE KOKKELDENSITEIT EN –BIOMASSA IN HET LAAGDYNAMISCH LITORAAL IN DE ZOUTE ZONE VAN HET ESTUARIUM. 63

FIGUUR 2-51: EVOLUTIE VAN DE DENSITEIT EN –BIOMASSA VANHET NONNETJE IN HET LAAGDYNAMISCH LITORAAL IN DE ZOUTE ZONE. 64

FIGUUR 2-52: AANTAL INDIVIDUEN VAN SCHOLEKSTER IN DE WESTERSCHELDE PER MAAND IN DE PERIODE 2009-2013. 68

FIGUUR 2-53: AANTAL INDIVIDUEN VAN TURELUUR IN DE WESTERSCHELDE PER MAAND IN DE PERIODE 2009-2013. 68

FIGUUR 2-54: TEMPORELE EVOLUTIE VAN HET AANTAL GEWONE ZEEHONDEN, INCLUSIEF DE JONGEN, IN DE WESTERSCHELDE TUSSEN JULI 2008 EN JULI 2013. 73

FIGUUR 2-55: SPATIOTEMPORELE EVOLUTIE VAN HET AANTAL VOLWASSEN GRIJZE ZEEHONDEN IN DE WESTERSCHELDE (W: WEST; M: MIDDEN; O: OOST) TUSSEN JULI 2009 EN JULI 2013. 73

FIGUREN IN BIJLAGE

BIJLAGE-FIGUUR A-1: NETTO VOLUME VLOEDSCHAAR NEVENGEUL MACROCEL 1 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 100

BIJLAGE-FIGUUR A-2: NETTO VOLUME VLOEDSCHAAR NEVENGEUL MACROCEL 3 BRON: SCHRIJVER, 2014B) 101

BIJLAGE-FIGUUR A-3: NETTO VOLUME VLOEDSCHAAR NEVENGEUL MACROCEL 4 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 102

BIJLAGE-FIGUUR A-4: NETTO VOLUME VLOEDSCHAAR NEVENGEUL MACROCEL 5 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 103

BIJLAGE-FIGUUR A-5: NETTO VOLUME VLOEDSCHAAR NEVENGEUL MACROCEL 6 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 104

BIJLAGE-FIGUUR A-6: NETTO VOLUME VLOEDSCHAAR NEVENGEUL MACROCEL 7 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 104

BIJLAGE-FIGUUR A-7: TOENAME ECOLOGISCH WAARDEVOL AREAAL PLAATRANDEN. RODE LIJNEN GEVEN DE GRENZEN VAN DE GEWENSTE ONTWIKKELING WEER. GROENE PUNTEN GEVEN DE TOT WAARGENOMEN ONTWIKKELINGEN WEER TOT 2012..... 108

BIJLAGE-FIGUUR A-8: ECOTOPENKAART 2010 (BOVEN) VERSUS 2012 (ONDER) TER HOOGTE VAN DE HOOGE PLATEN. 109

BIJLAGE-FIGUUR A-9: ECOPTOPENKAARTEN 2010 (LINKS) EN 2012 (RECHTS) IN MACROCEL 4. 111

BIJLAGE-FIGUUR A-10: ECOPTOPENKAARTEN 2010 (LINKS) EN 2012 (RECHTS) IN MACROCEL 4. 112

BIJLAGE-FIGUUR A-11: SEDIMENTATIE / EROSIE IN DE RTK MEETPUNTEN VAN DE HOOGE PLATEN WEST VOOR HET 2DE KWARTAAL VAN 2014 (BRON: JENTINK, 2014B)..... 116

BIJLAGE-FIGUUR A-12: SEDIMENTATIE / EROSIE IN DE RTK MEETPUNTEN VAN DE HOOGE PLATEN NOORD VOOR HET 2DE KWARTAAL VAN 2014 (BRON: JENTINK, 2014C) 117

BIJLAGE-FIGUUR A-13: SEDIMENTATIE / EROSIE IN DE RTK MEETPUNTEN VAN DE PLAAT VAN WALSOORDEN VOOR HET 2DE KWARTAAL VAN 2014 (BRON: JENTINK, 2014D)..... 118

BIJLAGE-FIGUUR A-14: SEDIMENTATIE / EROSIE IN DE RTK MEETPUNTEN VAN DE RUG VAN BAARLAND VOOR HET 2DE KWARTAAL VAN 2014 (BRON: JENTINK, 2014E) 119

1. INLEIDING

1.1 DE OPDRACHT

De opmaak van het Voortgangsrapport 2012-2013 wordt uitgevoerd onder deelopdracht 6 van de overkoepelende opdracht 'Monitoringprogramma Flexibel Storten' in opdracht van afdeling Maritieme Toegang van de Vlaamse Overheid (bestek nummer 16EF/2011/22).

De Voortgangsrapportage wordt uitgevoerd door IMDC NV in samenwerking met de Universiteit Antwerpen (Prof. Patrick Meire) en Heinis Waterbeheer en Ecologie (dr. Floor Heinis).

De overkoepelende opdracht voorziet in het leveren van analyses, inhoudelijke rapportering en opmaak van afgeleide producten op basis van de monitoringdata die gegenereerd worden in het kader van de effectmonitoring uit OS2010 in het algemeen en het monitoringsprogramma Moneos-T in het bijzonder, gedurende 6 jaar.

1.2 ACHTERGROND

In 2005 werd door de Vlaamse Regering en het Koninkrijk Nederland beslist in een verdrag over de uitvoering van de Ontwikkelingsschets 2010 dat de Schelde zou verdiept worden. De Ontwikkelingsschets 2010 is een plan dat de nodige projecten, maatregelen en monitoring richtlijnen om de Schelde te doen evolueren naar een staat zoals bepaald in de Lange Termijn Visie (in het jaar 2030), omschrijft. In het verdrag wordt onder andere gesteld dat zeeschepen tot een diepgang van 13,1 m op getij-onafhankelijke wijze de haven van Antwerpen dienen te kunnen bereiken.

De derde verruiming werd in 2010 gerealiseerd om dit doel te bereiken. De eerste verdieping van de Schelde vond plaats in de jaren '70 van vorige eeuw; drempels werden 3 tot 4 meter verdiept. In 1995-96 werd een tweede verdieping uitgevoerd waardoor schepen tot 11,6 m diepgang getij-onafhankelijk konden varen.

De baggerwerken die nodig waren om de derde verruiming uit te voeren omvatten 7,7 miljoen m^3 aanlegbaggerwerk, (zoals de verwachting vooropgesteld in het milieueffectrapport, zie Consortium Arcadis-Technum, 2007a) gevolgd door 11,7 miljoen m^3 onderhoudswerk per jaar gedurende 5 jaar. Hierbij worden de drempels onderhouden op een gegarandeerde diepte van -14,5 m LAT. In de praktijk blijken de totale onderhoudsvolumes de afgelopen jaren iets lager te liggen.

In het verdrag wordt ook melding gemaakt van een flexibele stortstrategie die inhoudt om op basis van monitoring de stortstrategie aan te passen om zo de fysieke kenmerken van het systeem binnen zijn natuurlijke dynamiek te bewaren. Deze stortstrategie is ook meegenomen in de milieueffectrapportage en de hierop volgende milieuvergunningen.

Het monitoringsprogramma dat in de vergunningen is vastgelegd is het MONEOS-T Uitvoeringsplan 2008-2018 (Schrijver en Plancke, 2008) met uitbreiding van de vogel- en zeehondentellingen voor de Westerschelde voor wat betreft de Natuurbeschermings-vergunning.

Het programma MONEOS-T is gemeenschappelijk opgesteld door Nederland en Vlaanderen en beschrijft de metingen in de periode van 1 januari 2008 tot 1 januari 2019 die nodig zijn om de evaluatie van de effecten voor het thema toegankelijkheid, zoals opgelegd in de Ontwikkelingsschets Schelde-estuarium 2010, mogelijk te maken.

Het milieu-effectrapport (Consortium Arcadis-Technum, 2007a) focust op verschillende stortstrategieën. De conclusie hierbij was dat de flexibele stortstrategie, waarbij er mogelijkheid was dat bijkomend laagdynamisch, intertidaal gebied (met hoog ecologisch potentieel) zou gecreëerd worden, de meest milieuvriendelijke aanpak zou zijn. Hierdoor zouden ook de nevengeulen minder sterk belast worden door stortingen, wat strookt met het wensbeeld uit de Lange Termijn Visie van het behoud van een meergeulensysteem.

De evaluatie van het estuariene systeem is gebaseerd op een aantal parameters die gedefinieerd zijn in het “Protocol Voorwaarden voor Flexibel Storten – Kwaliteitsparameter”. De voorwaarden houden in dat bepaalde grenswaarden niet mogen overschreden worden zonder dat bijkomende maatregelen of onderzoek wordt opgestart. Om dit proces te bewaken en te realiseren, werd binnen de werkgroep Onderzoek en Monitoring van het VNSC het Overleg Flexibel Storten opgericht als overlegplatform waaraan deskundigen van verschillende instanties deelnemen met als doel de monitoringgegevens vanuit MONEOS-T op te volgen, de monitoringgegevens aan bovengenoemd Protocol te toetsen, de stortstrategie bij te sturen waar en wanneer nodig, bijkomend onderzoek op te dragen aan andere projectgroepen, en hierbij de Commissie Monitoring Westerschelde in te schakelen wanneer nodig.

1.3 DOEL VAN DE VOORTGANGSRAPPORTAGE

Afdeling Maritieme Toegang dient in het kader van de derde verruiming van de Schelde een tweejaarlijks Voortgangsrapport op te stellen. Deze voorwaarde is opgenomen in de vergunningen in het kader van de Wet beheer Rijkswaterstaatswerken (kenmerk 8500187272/D00994117 RWS-Zld), de Natuurbeschermingsvergunning (kenmerk DRZZ/2009-1236), en de milieuvergunningen afgeleverd door de provincie Antwerpen (MLAV1/0700000385/BV/AG) en de provincie Oost-Vlaanderen (082/46003/331/1/A/4/LDR/CL).

Uit de vergunningsaanvragen van Nederland is onderstaande tekst uit het Tracébesluit gekopieerd (Rijkswaterstaat, 2009):

> *“Op basis van de voortgang van de werkzaamheden, de uitkomsten van de integrale monitoring en de resultaten van studies en proefprojecten wordt onder verantwoordelijkheid van Afdeling Maritieme Toegang per 2 jaar, of zoveel eerder als vastgesteld door het ‘Baggeroverleg’, een Voortgangsrapport opgesteld. In het Voortgangsrapport wordt op basis van de waargenomen ontwikkelingen binnen de monitoring en resultaten van studies en proefprojecten aan de beheerder (i.c. Rijkswaterstaat) een voorstel gedaan voor eventuele aanpassing van de stortstrategie, de monitoring of het nader onderzoek.”*

In de Vlaamse milieuvergunningen is er sprake van een tweejaarlijks syntheserapport. In de praktijk zijn beide rapporten bijeen gebracht in één “grensoverschrijdend“ Voortgangsrapport.

Het doel van deze voortgangsrapportage is om, conform de voorwaarden van eerder vernoemde vergunningen, de effecten van het project van de derde verruiming in beeld te brengen.

Alhoewel alle parameters in dit rapport gelijkwaardig worden beschouwd, is er wel degelijk een onderscheid tussen verschillende types. In het Overleg Flexibel Storten en de jaarlijkse toetsing van de toestand van de parameters, wordt in hoofdzaak naar de Kwaliteitsparameters uit het Protocol Voorwaarden voor Flexibel Storten gekeken. In de voorliggende rapportage is dit ruimer opgevat. In het Overleg Flexibel Storten komt ook enkel de Westerschelde aan bod; in deze rapportage wordt ook de toestand van de Beneden-Zeeschelde beschouwd.

1.4 OVERZICHT VAN DE VOORTGANGSRAPPORTAGE

Het voortgangsrapport brengt in eerste instantie verslag over de monitoring uitgevoerd in de Westerschelde en de Beneden-Zeeschelde in het kader van het MONEOS-T Uitvoeringsplan, aangevuld met een analyse van zeehondentellingen, vogeltellingen en benthosgegevens voor de Westerschelde. Deze dataset en de analyse ervan geeft toegang tot een evaluatie van de effecten van het project van de derde verruiming van de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde. De voortgangsrapportage bestaat uit twee deelrapporten. Om een goede leesbaarheid van de voortgangsrapportage te verzekeren, is gekozen om de uitgebreide data-analyse fysiek te scheiden van een syntheserapport.

Voorliggend rapport vormt het syntheserapport. Dit is een beknopte samenvatting van het datarapport en een verhandeling waarin waarnemingen en analyseresultaten geïnterpreteerd en in een breder kader geplaatst worden. Rekening houdend met inzichten uit recente studies gerelateerd aan het Schelde-estuarium en het evaluatiekader dat is opgezet in de T2009-rapportage (T2009 Consortium, 2013) wordt voor de verschillende parameters geëvalueerd of de toestand (significant) beïnvloed of gewijzigd is en of dit veroorzaakt is door het proces van flexibel storten, dan wel andere ingrepen in het estuarium. Het syntheserapport omvat verder ook een advies inzake stortstrategie, monitoring en onderzoek, en ook een afzonderlijke vermelding van de toestand van de Kwaliteitsparameters uit het Protocol Voorwaarden voor Flexibel Storten.

1.5 OPBOUW VAN HET RAPPORT

Hoofdstuk 2, het hoofdstuk dat volgt op dit inleidend hoofdstuk bevat een samenvatting van het data- en analyserapport dat het eerste deel vormt van het voortgangsrapport.

Hoofdstuk 3 omvat een integrale discussie, waarin de waarnemingen geïnterpreteerd en aan elkaar gekoppeld worden.

Hoofdstuk 4 bevat een conclusie en adviezen inzake stortstrategie en verdere monitoring en onderzoek. Hierin is ook het advies van de CMW opgenomen voor wat betreft specifieke vragen die vanuit het Overleg Flexibel Storten werden voorgelegd.

Na de referenties (Hoofdstuk 5) volgt een Bijlage A die ingaat op de toetsing van de Kwaliteitsparameters van het Protocol Voorwaarden voor Flexibel Storten. Bijlage B bevat bathymetrische kaarten (2013) en verschilkaarten (2013-2009) van Westerschelde en Beneden-Zeeschelde.

2. SAMENVATTING DATA-ANALYSE

Dit hoofdstuk bevat een uitgebreide samenvatting van het data-en analyserapport (IMDC, 2014a). De belangrijkste vaststellingen uit de data-analyse worden hier uiteengezet en geïllustreerd. In opeenvolgende paragrafen wordt ingegaan op:

1. Ingrepen
2. Hydrodynamica en randvoorwaarden
3. Morfologie en leefomgeving
4. Waterkwaliteit
5. Fauna

2.1 INGREPEN

Opmerking: De bagger- en storthoeveelheden zijn in de baggerstatistiek (databank met baggergegevens) uitgedrukt in m³ in beun voor zand en in m³ equivalent (of gereduceerd) volume (V') voor slib. Voor de zandvolumes in de Westerschelde wordt in dit rapport echter gewerkt met in situ volumes, waarbij volgende omrekening gebruikt wordt: V_{beun} / $V_{in\ situ}$ = 1,12. De zandvolumes voor de Beneden-Zeeschelde zijn altijd in beun m³.

Het equivalent volume V' is het volume slib omgerekend naar een densiteit van 2 ton per m³ op basis van het waargenomen beunvolume en de beunmassa. Het voordeel van deze weergave t.o.v. beunvolumes is dat densiteitsverschillen ten gevolg van variërende waterinhoud geen rol spelen.

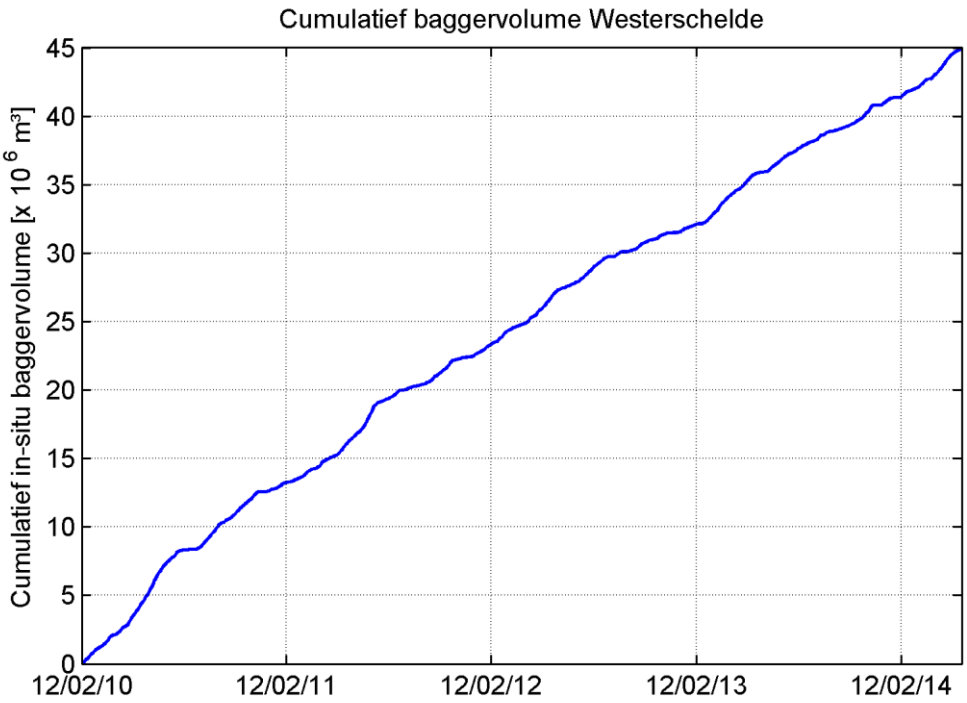
2.1.1 Westerschelde

Baggeren

Het jaarlijks onderhoud van zandrijke specie op de Westerschelde wordt weergegeven in Tabel 2-1, samen met het verwachte jaarlijkse gemiddelde (11,7 Mm³) voor de eerste 5 jaar (vanaf 2010), zoals weergegeven in het MER (Consortium Arcadis-Technum, 2007a). Het volume voor 2010 is relatief laag omdat het aanlegvolume van 7,7 miljoen m³ hierbij niet is inbegrepen. Vanaf 2011 ligt het onderhoudsvolume hoger dan voorafgaand aan 2010, maar de totalen blijven in de jaren nadien ruim onder de verwachtingswaarde uit het MER en ligt tussen 9 en 10 Mm³ in situ. Het verwachte baggervolume voor 2014 is ca. 10 Mm³ in situ, op basis van extrapolatie van het baggervolume tot 1 juni 2014. Figuur 2-1 geeft een overzicht weer van het cumulatieve baggervolume over de gehele Westerschelde sinds het begin van de verruiming.

Tabel 2-1: Uitgevoerde baggerhoeveelheden voor het jaarlijks onderhoud van de Westerschelde [Mm³ in situ]

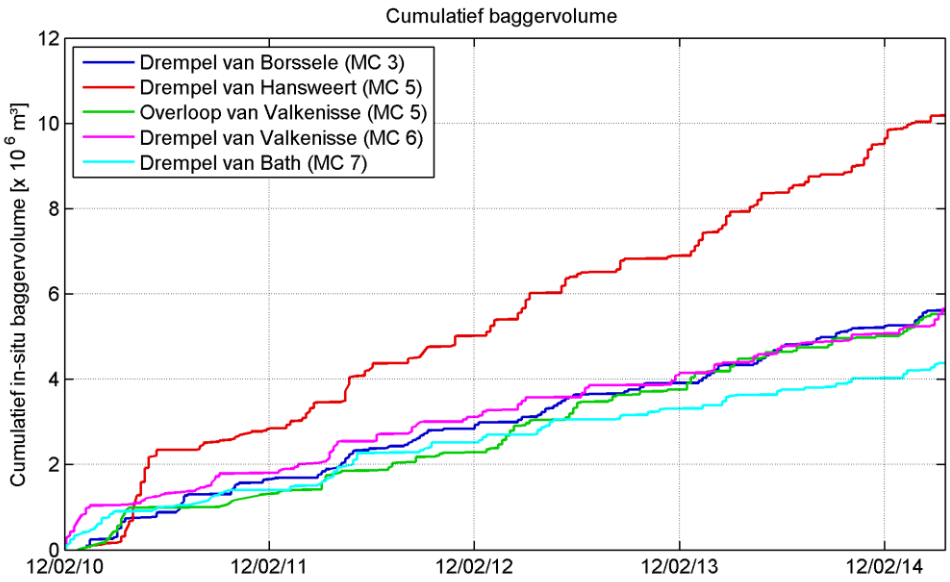
2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014 (tot 01/06)	Gemiddelde verwachting MER
6,4	6,9	5,7	9,5	9,1	9,3	4,3	11,7



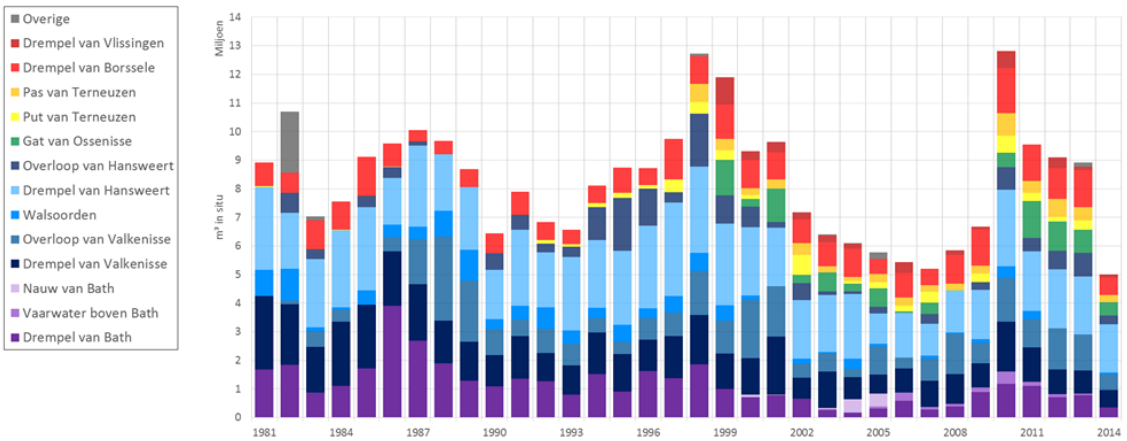
Figuur 2-1: Cumulatief baggervolume Westerschelde sinds de start van de verruiming.

Alhoewel ze ruimtelijk beperkter in omvang zijn dan de westelijke drempels, leveren de oostelijke drempels duidelijk de grootste hoeveelheid onderhoudswerk. De baggerwerken waren voornamelijk vereist in Macrocel 5, met meer dan 18 Mm³ (in situ). Daarnaast werd er in Macrocel 3 meer dan 12 Mm³ gebaggerd terwijl er uit Macrocel 4, Macrocel 6 en Macrocel 7, 5 à 6 Mm³ gebaggerd werd. In Macrocel 1 werd iets meer dan 1 Mm³ gebaggerd.

De Drempel van Hansweert (Macrocel 5) is met 10,2 Mm³ tussen 12/2/2010 en 1/6/2014 de belangrijkste baggerlocatie. Andere belangrijke locaties sinds het begin van de derde verruiming zijn de Drempel van Borssele (MC3; 5,6 Mm³), de Overloop van Valkenisse (MC5, 5,5 Mm³), de Drempel van Valkenisse (MC6, 5,7 Mm³) en de Drempel van Bath (MC7, 4,4 Mm³). Cumulatieve baggervolumes voor deze 5 locaties zijn weergegeven in Figuur 2-2. De laagste hoeveelheden van de gebaggerde vakken situeren zich ter hoogte van de Drempel van Vlissingen (1,2 Mm³ in situ), Bocht van Walsoorden en het Vaarwater boven Bath (0,8 Mm³ in situ).



Figuur 2-2: Cumulatieve baggervolumes voor de belangrijkste gebieden in de Westerschelde sinds de start van de verruiming.



Figuur 2-3: Jaarlijks baggervolume voor alle zones in de Westerschelde tussen 1981 en 2014 (tot 01/06/2014).

Storten

Op de meeste locaties in de Westerschelde bleven de stortvolumes ruim onder de vergunde hoeveelheden (Tabel 2-2). Vanaf 12 februari 2010 (het begin van de vergunningsperiode) tot 1 juni 2014, i.e. 4,3 jaar of 86 % van de vergunningsperiode, bedroegen de stortingen 64 % van het vergunde volume (Tabel 2-3). Enkel op de plaatranden in MC5 is het percentage 88 % en dus hoger dan de bovenvermelde 86 %.

Als extra randvoorwaarde in de vergunning zijn ook de maximale storthoeveelheden in de nevengeulen per jaar beperkt. Ook hier blijven de effectief gestorte volumes ruim onder de vergunde limiet (Tabel 2-3 en Tabel 2-4; merk op dat Tabel 2-3 ook een deel van het lopende vergunningsjaar bevat). Van de overige stortgebieden is een kleiner percentage benut.

Tabel 2-2: Maximaal vergunde stortcapaciteit (Mm³ in situ) voor de eerste vijf jaar

Macrocel	Hoofdgeul	Nevengeul	Plaatrand(en)	Totaal
1	0	5,5	8,2	13,7
3	0	6,0	0	6,0
4	15,5	2,0	5,0	22,5
5	3,5	7,0	6,5	17,0
6	3,5	1,5	0	5,0
7	2,0	0	0	2,0
Totaal	24,5	22,0	19,7	66,2

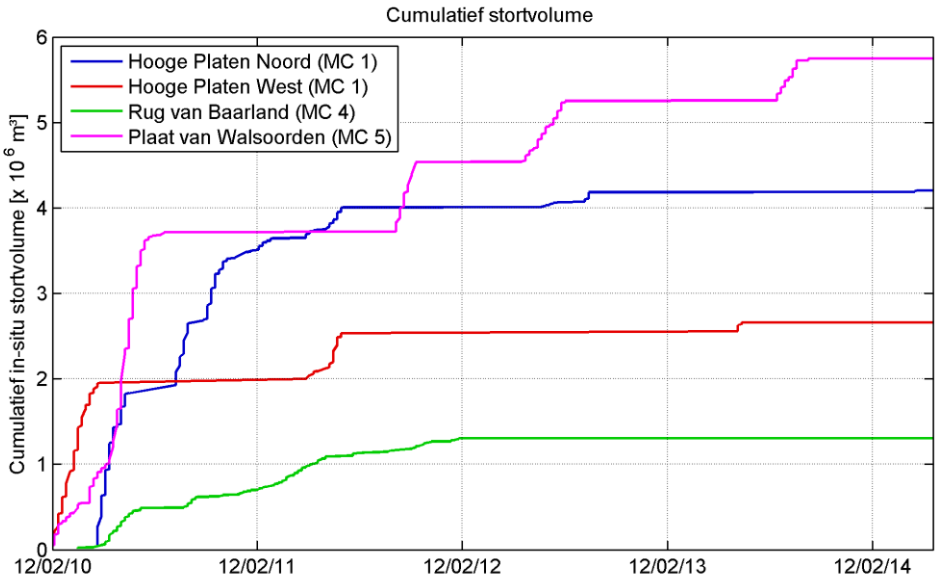
Tabel 2-3: Gestorte volumes (hoeveelheid en procentueel t.o.v. totaal vergunde capaciteit) in de Westerschelde van 12 februari 2010 tot en met 01 juni 2014 [m³ in situ]

Macro-cel	Actie	Hoofdgeul	Nevengeul	Plaatrand	Totaal
1	Onderhoud Verdieping	--	4,4	2,2 4,6	6,6 4,6
	Totaal MC1	**--**	**4,4 (80 %)**	**6,9 (84%)**	**11,3 (82 %)**
3	Onderhoud	--	4,5	--	4,5
	Totaal MC3	**--**	**4,5 (76 %)**	**--**	**4,5 (76 %)**
4	Onderhoud Verdieping	12,3 0	0 0	0,8 0,5	13,1 0.5
	Totaal MC4	**12,3 (79 %)**	**0 (0 %)**	**1,3 (26%)**	**13,6 (60 %)**
5	Onderhoud Verdieping	2,7 0	3,0 0	3,2 2,5	8,9 2,5
	Totaal MC5	**2,7 (77 %)**	**3,0 (43 %)**	**5,7 (88 %)**	**11,4 (67 %)**
6	Onderhoud	1,9	0	--	1,9
	Totaal MC6	**1,9 (53 %)**	**0 (0 %)**	**--**	**1,9 (37 %)**
7	Onderhoud	0	--	--	0
	Totaal MC7	**0 (0 %)**	**--**	**--**	**0 (0 %)**
TOTAAL		**16,8 (69 %)**	**11,9 (54 %)**	**13,9 (71 %)**	**42,7 (64 %)**

Tabel 2-4: Gestorte volumes in de nevengeulen van de Westerschelde per vergunningsjaar en maximaal vergund volume [m³ in situ]

Macrocel	12/02/2010 - 11/02/2011	12/02/2011 - 11/02/2012	12/02/2012 - 11/02/2013	12/02/2013 - 11/02/2014	Vergund max. per jaar
1	0,39	0,76	1,20	1,43	3,0
3	0,99	0,88	1,23	1,13	3,2
4	0	0	0	0	2,4
5	1,31	0,84	0,83	0	3,8
6	0	0	0	0	1,0
7	0	0	0	0	0

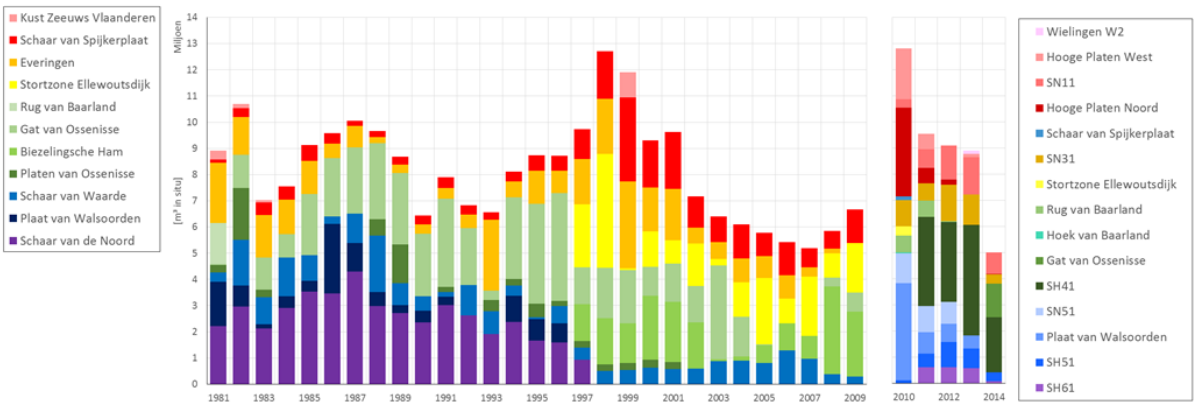
De plaatrandstortingen concentreren zich qua omvang in het eerste (aanleg)jaar van het project (Figuur 2-4). In de navolgende jaren zijn hier eerder kleinere campagnes uitgevoerd; zo zijn bijvoorbeeld op de Plaat van Walsoorden bijkomende stortingen uitgevoerd voor de uitbreiding van de oorspronkelijk aangelegde megaduin en voor de zuidelijke vloedschaar. Vanuit het Overleg Flexibel Storten is beslist om vanaf het tweede werkjaar niet meer op de Rug van Baarland te storten als voorzorgsmaatregel inzake de sterke autonome sedimentatie in het gebied (incl. de aangrenzende nevengeul Middelgat, zie §2.3.4). Op de Hooge Platen Noord wordt ook omzichtig omgesprongen omwille van ongewenste ophoging van het westelijk deel van de plaatrand.



Figuur 2-4: Cumulatieve stortvolumes op de plaatranden sinds de start van de verruiming.

In Figuur 2-5 worden de evoluties van de stortlocaties en –volumes weergegeven, met onderscheid tussen de periode tot en met 2009 en de periode vanaf 2010.

De stortingen in de hoofdgeul gebeurden vanaf 2010 in de Macrocellen 4, 5 en 6 met een duidelijk zwaartepunt in Macrocel 4 (hoofdgeulstortvak SH41), met meer dan 12 Mm³ in situ. In de nevengeul werden de vakken uit de Macrocellen 1, 3 en 5 gebruikt met een lichte overheersing van MC1 en MC3 met elk ± 4,5 Mm³ in situ.



Figuur 2-5: Ontwikkeling van de stortvolumes en -locaties voor en na 2009.

Vanaf vergunningsjaar 2 is het hoofdgeulstortvak SH41 het meest gebruikte stortvak, met meer dan 12 Mm³. Andere belangrijke stortvakken zijn de Plaat van Walsoorden (>5,5 Mm³ in situ) en Hooge Platen Noord, SN11 en SN31 (± 4,5 Mm³ in situ). De laagste hoeveelheden van de gebaggerde vakken situeren zich ter hoogte van de Rug van Baarland (1,3 Mm³ in situ) en SH61 (1,9 Mm³ in situ). In het plaatrandstortvak Rug van Baarland is er, omwille van de bezorgdheid over de sterke autonome sedimentatie, niet meer gestort.

De bovenvermelde volumes liggen in lijn met de vergunde stortcapaciteit, en het zwaartepunt van de reeds uitgevoerde stortingen valt samen met dat van de vergunde volumes (Tabel 2-3).

Enkele nevengeulstortvakken worden niet gebruikt:

- In SN41 (Middelgat) werd, net als op de Rug Van Baarland, niet gestort op basis van de reeds sterke autonome sedimentatie in het gebied. Bijkomend storten zou conflicteren met de Voorwaarde voor Flexibel Storten dat het watervolume in de nevengeul niet onder een specifieke grenswaarde mag afnemen.
- In SN51 wordt tijdelijk niet gestort om te snelle sedimentatie in de Schaar van Waarde tegen te gaan.
- SN61 (Schaar van de Noord) is niet gebruikt omdat het praktisch onmogelijk is om met baggerschepen in het gebied te komen wegens de beperkte diepgang.
- In SH71 is niet gestort omwille van bezorgdheid over een mogelijke aanvoer van specie naar het Land van Saeftinghe.

2.1.2 Beneden-Zeeschelde

Baggeren

De jaarlijkse hoeveelheid onderhoudsspecie in de Beneden-Zeeschelde wordt weergegeven in Tabel 2-5. Er wordt onderscheid gemaakt tussen zand en slib. Aangezien de verruiming van de Beneden-Zeeschelde in 2010 afgerond werd, is 2011 bijgevolg het eerste volledige jaar na de verruiming waarin het onderhoud geëvalueerd kan worden.

Voor het zand schommelt de hoeveelheid sinds 2008 rond 1,5 Mm³ in beun per jaar, maar is er voorlopig geen stijgende of dalende trend merkbaar.

Het slibonderhoud bereikte in 2011 een maximum. In 2012 en 2013 zijn de slibvolumes lager dan in 2011, maar nog steeds hoger dan in 2010 of 2009. De gebaggerde volumes liggen hoger dan de verwachting in het MER (Consortium Arcadis-Technum, 2007b), maar dat was ook al in 2008 het geval.

Tabel 2-5: Uitgevoerde baggerhoeveelheden voor het jaarlijks onderhoud van de Beneden-Zeeschelde [m³ in beun voor zand en m³ V' voor slib[1]]

Soort specie	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014 (tot 01/6)	MER
Zand	1,4	1,5	0,9	2,3	1,4	1,9	0,6	2,4
Slib	1,9	2,2	2,2	4,8	3,4	3,1	1,2	1,7

In bovenstaande tabel zijn de volumes in 2010 hoger indien de verruimingswerken worden meegerekend: nl. 4,1 Mm³ zandrijke specie (waarvan 0,5 Mm³ werd gestort in de putten nabij de Ketelplaat en 0,78 Mm³ werd afgevoerd naar de Waaslandhaven), en 2,8 Mm³ slibrijke specie. Deze waarden worden weergegeven in Figuur 2-6 en Figuur 2-7.

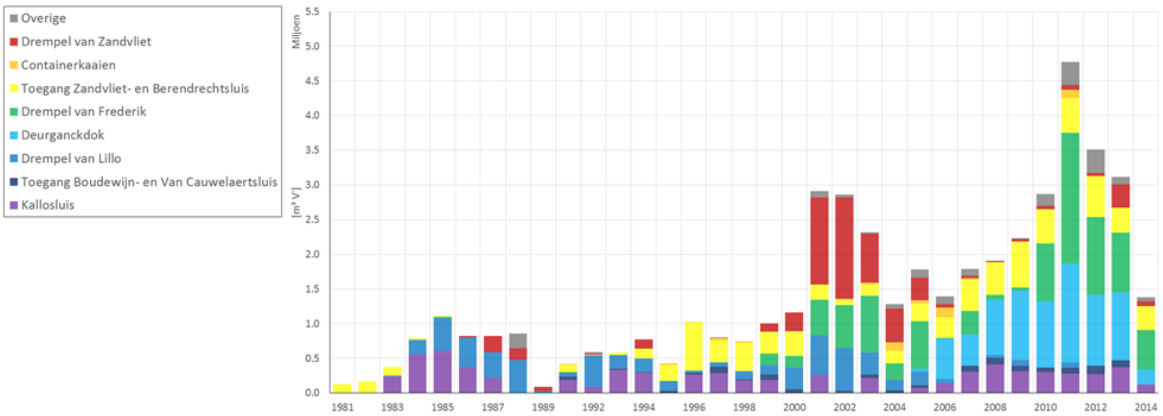
Het baggeren van slibrijk materiaal situeert zich vanaf 2006 voornamelijk in het Deurganckdok, ter hoogte van de toegangsgeul aan de Kallosluis en deze aan de Zandvliet- en Berendrechtsluis (Figuur 2-6). Vanaf 2010 verhoogt het volume aan de Drempel van Frederik en in het vaarwater aan de Plaat van Lillo. Merk op dat er in 2010 nog 652.000 m³ V' slib gebaggerd is ter hoogte van de Drempel van Frederik en de drempel voor het Deurganckdok die als 'verdieping' gecatalogeerd is. In 2011 is de Drempel van Frederik zelfs de belangrijkste onderhoudslocatie geworden. Het Deurganckdok volgt kort daarop als tweede grootste baggerlocatie. Ook in 2012 en 2013 zet dit zich verder. De toegangsgeulen tot de sluizen blijven vanzelfsprekend ook belangrijk.

In het MER (Consortium Arcadis-Technum, 2007c) werd enerzijds weergegeven dat er ten gevolge van de verruiming meer slib zou gaan sedimenteren aan de Drempel van Frederik en minder in het Deurganckdok. Anderzijds werd een toename van de aanslibbing verwacht op beide plaatsen, als gevolg van de autonome ontwikkeling. De toegenomen aanslibbing ter hoogte van de Drempel van Frederik blijkt inderdaad op te treden, maar ook de slibbaggerwerken in het Deurganckdok zjin toegenomen.

[1] De verhouding tussen gereduceerd volume V' en het beunvolume is ongeveer 1:4. Deze verhouding varieert als functie van het watergehalte in het gebaggerde slib.

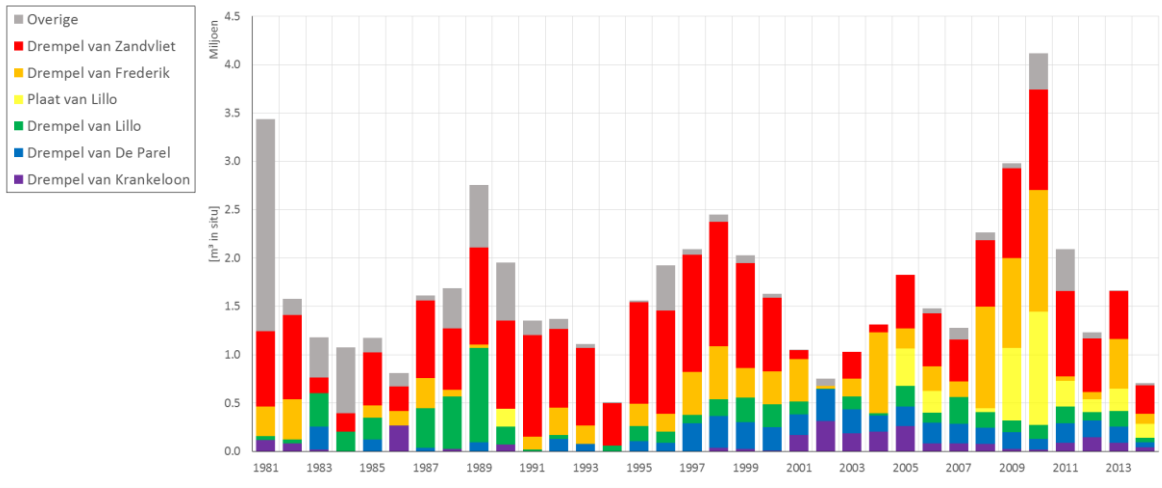
In het MER (Consortium Arcadis-Technum, 2007c) wordt een toename van de slibsedimentatie wel vermeld bij de tijdelijke effecten, ter hoogte van de drempels van Zandvliet, Frederik, Lillo en de Parel, in de toegangsgeulen van de zeesluizen en in het Deurganckdok.

Er werd ook aangegeven dat het totale slibvolume niet significant zou toenemen (er is sprake van een herverdeling, met afname in toegangsgeulen). De slibsedimentatie en hieruit volgende onderhoudsvolumes vallen echter hoger uit dan wat in het MER werd voorzien. Het Deurganckdok speelt hier echter een bijzondere rol in omwille van de extentie van het dok in 2007 en de verdieping van het onderhoudsbaggerpeil in 2011. Bij de verdieping van het baggerpeil is op korte tijd een groot volume slib teruggestort in de Beneden-Zeeschelde.



Figuur 2-6: Baggerlocaties van slibrijke specie in de Beneden-Zeeschelde tussen 1981 en 2014 (tot 01/06)

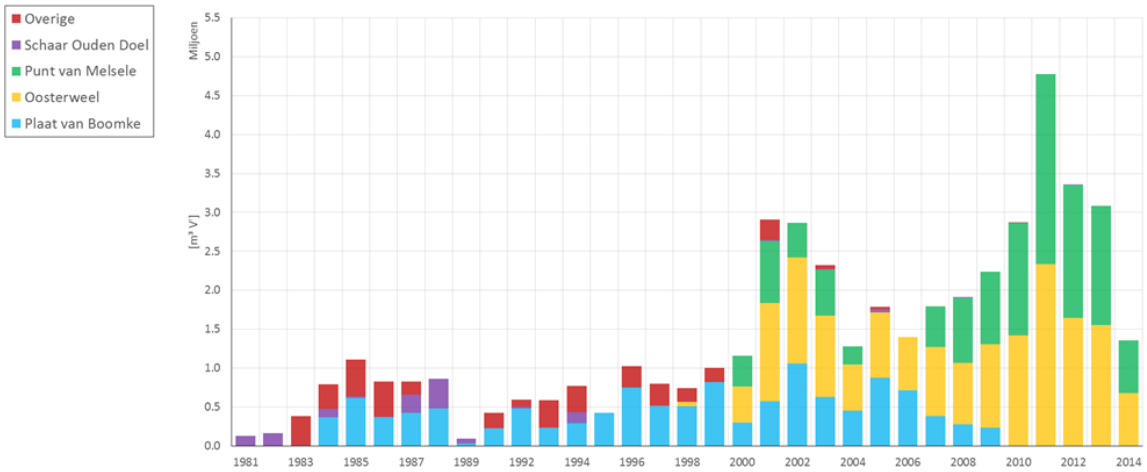
Voor de zandige specie (Figuur 2-7) concentreert het onderhoud zich sinds 2008 voornamelijk op de Drempel van Frederik en de Drempel van Zandvliet. In 2010 is de Plaat van Lillo ook prominent aanwezig als onderhoudslocatie. Voor de periode 2011-2014 is de Drempel van Zandvliet veruit de belangrijkste baggerlocatie en is de Drempel van Frederik teruggevallen tot de volumes van de andere gebieden. Enkel in 2013 ligt de Drempel van Frederik op het niveau van de Drempel van Zandvliet.



Figuur 2-7: Baggerlocaties van zandrijke specie in de Beneden-Zeeschelde tussen 1981 en 2014 (tot 01/06)

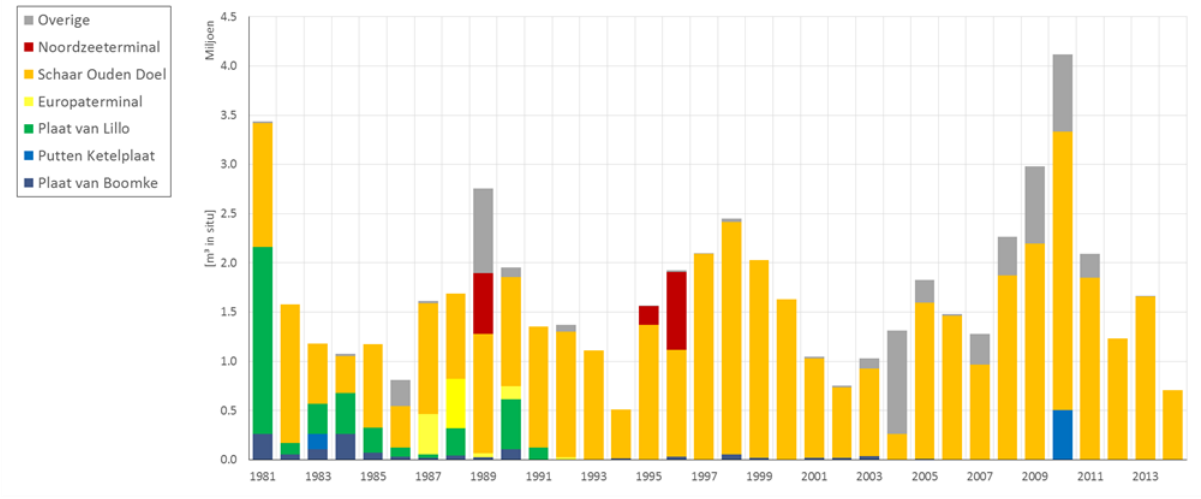
Storten

De voorbije jaren zijn er systematisch grote hoeveelheden slib in de stortvakken Oosterweel en Punt van Melsele gestort met een intensifiëring in 2011 (Figuur 2-8). De Plaat van Boomke werd in 2009 voor het laatst gebruikt als stortlocatie.



Figuur 2-8: Stortlocaties voor slibrijke specie in de Beneden-Zeeschelde tussen 1981 en 2014 (tot 01/06)

Voor zand (Figuur 2-9) is de Schaar van Ouden Doel veruit de belangrijkste stortlocatie (bijna 14 Mm³ in situ sinds 2008). Verder zijn er de voorbije jaren enkele opspuitwerken uitgevoerd, voornamelijk in het Doeldok (bijna 2 Mm³ in situ opgespoten in 2008-2011).



Figuur 2-9: Stortlocaties voor zandrijke specie in de Beneden-Zeeschelde tussen 1981 en 2014 (tot 01/06)

2.1.3 Compensatiemaatregelen

In de Passende Beoordeling uit het MER van de verruiming wordt een concrete uitwerking van de natuurcompensatie voor de verdiepingswerken vermeld (zie Hoofdstuk 6 in de Passende Beoordeling). Het gebied langs de Schelde tussen het Noordkasteel en Fort Filip (zone met een lengte van ongeveer 4,3 km) wordt hier als een zoekgebied voor de compensatie aangeduid. In combinatie met de dijkwerken van Sigmaproject 35 kan er door het afgraven een goede uitgangshoogte slik- en schorontwikkeling tot stand komen. Er kan zo 3 ha slik en 3 ha schor gerealiseerd worden.

De aanlegwerken voor slik en schor zijn beëindigd sinds half juli 2014. Men is enkel nog een jaagpad op de dijken aan het aanleggen en de afwateringsconstructie ter hoogte van ExxonMobil. De totale oppervlakte van het slik en schor dat is gerealiseerd bedraagt 7 ha. In fase 1 van de werken: 2,7 ha en voor Fase 2: 4,3 ha.

2.1.4 Zandwinning

Gegevens inzake zandwinning zijn aangeleverd door Rijkswaterstaat voor wat betreft de Westerschelde en door Afdeling Maritieme Toegang voor de Beneden-Zeeschelde.

In de Westerschelde werd in 2011 iets meer dan 1 Mm³ zand gewonnen, vooral rond de Plaat van Ossenisse. In 2013 was de hoeveelheid gewonnen zand met meer dan de helft teruggezakt tot ongeveer 400 000 m³, en in de toekomst zal de zandwinning in de Westerschelde volledig worden stopgezet.

Vanuit de Beneden-Zeeschelde werd in 2013 1,26 Mm³ zand gewonnen in de Schaar van Ouden Doel en schommelen de volumes tussen 1,5 en 2 Mm³ per jaar tussen 2009 en 2012. Ter hoogte van Rupelmonde werd bijna 44 000 m³ gewonnen in 2013, en niets in de twee jaren 2011-2012.

2.1.5 Havenstortingen (Westerschelde)

Voor de havens in de Westerschelde lag het gezamenlijke stortvolume in 2011 beduidend hoger dan in de voorgaande jaren. Het is belangrijk op te merken dat er in de brongegevens geen onderscheid gemaakt wordt tussen onderhoud en nieuwe aanlegwerken. Onderhoudsstortingen worden bovendien gegroepeerd, wat leidt tot geconcentreerde grote hoeveelheden en grote jaarlijkse variaties.

In het Basisrapport Morfologie uit het MER Verruiming vaargeul (Consortium Arcadis-Technum, 2007d), worden geen negatieve effecten verwacht met betrekking tot de stabiliteit van het meergeulensysteem als gevolg van havenstortingen, omdat de stortvolumes betrekkelijk klein zijn en omdat voornamelijk in de buurt van de havens wordt teruggestort, wat de effecten op het niveau van de macrocellen beperkt. Er werd geen informatie aangeleverd over de gestorte volumes in functie van de stortlocaties.

Er wordt opgemerkt dat de stortvolumes afkomstig uit de havens significante volumes betreffen die in vergelijking met de onderhoudswerken van de vaargeul niet te negeren zijn en 17 tot 45 % van het stortvolume uitmaken in de periode 2008-2013. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen zand en slib aangezien geen exacte sedimentsamenstelling bekend is. In IMDC *et al.* (2013) werd dit als 60 % zand, 40 % slib aangenomen.

Tabel 2-6: Storthoeveelheden vanuit havens in de Westerschelde tot 2013 [Mm³ in situ] (bron: RWS Zee en Delta)

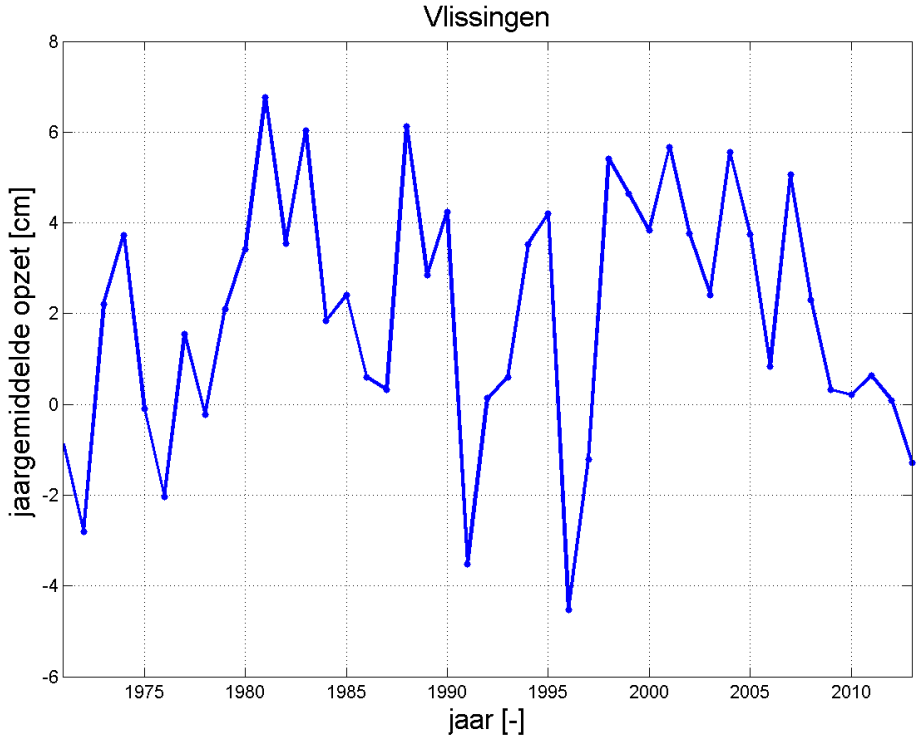
	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Stortvolume (Mm³ in situ)	4,1	3,8	2,8	4,9	3,0	4,6

2.2 HYDRODYNAMIEK

2.2.1 Randvoorwaarden: meteorologie en rivierafvoer

De meteorologie en rivierafvoer vormen belangrijke randvoorwaarden voor verschillende processen in de Schelde en kunnen daarom dienen als verklarende parameter voor waargenomen effecten of veranderingen in de waarnemingen.

De elementen van de meteorologie die het meest relevant zijn als verklarende parameter, zijn de neerslag en de wind. De neerslag beïnvloedt de rivierafvoer en zit dus impliciet vervat in deze parameter. De variabiliteit van de wind en het effect hiervan op het estuarium zitten vervat in de opzet van de waterstand.

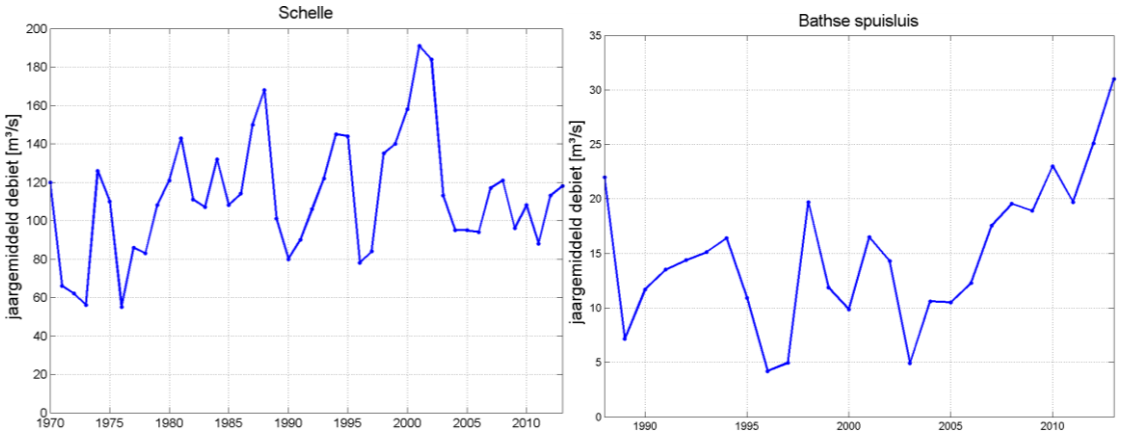


Figuur 2-10: Evolutie van de jaargemiddelde opzet te Vlissingen (1971 – 2013).

De opzet wordt berekend als verschil van de waterstandmetingen en het astronomisch getij (te Vlissingen, cf. Figuur 2-10). De residuen van het jaargemiddelde hoog- en laagwater te Vlissingen ten opzichte van de trendlijn bepaald in het T2009-rapport (T2009 Consortium, 2013) zijn sterk gecorreleerd aan de jaargemiddelde opzet, eveneens voor de periode inclusief 2010-2013. Aangezien de opzet invloed heeft op het volledige estuarium, is het mogelijk dat de opzet ook een bijdrage heeft gehad in afwijkend gedrag in de overige meetstations dieper in het estuarium.

In 2010-2013 was de opzet relatief laag ten opzichte van de vorige jaren. Dit gegeven is van belang voor o.a. de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden (cf. §2.2.2). In de periode 2010-2013 lagen de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden lager dan de trendlijnen uit het T2009-rapport, en deze afwijking werd minstens voor een deel veroorzaakt door de lagere jaargemiddelde opzet tijdens deze periode.

De rivierafvoer heeft ook een invloed op de waterstanden. De jaargemiddelde bovenafvoer van de Schelde te Schelle tijdens 2010-2013 is niet abnormaal afwijkend van de jaren voordien (Figuur 2-11). De jaargemiddelde debieten tijdens 2010-2013 van de Bathse spuisluis zetten de stijgende trend verder van de jaren voordien. Vanwege de relatie tussen rivierafvoer en de waterstanden werd ook de correlatie onderzocht tussen de jaargemiddelde hoog- en laagwaterresiduen op de T2009 trend en het jaargemiddelde debiet van de bovenafvoer te Schelle. De residuen van het hoog- en laagwater te Schelle ten opzichte van de T2009-trend zijn middelmatig, resp. zwak, gecorreleerd aan het jaargemiddelde bovenafvoer debiet. De correlatie neemt zelfs af voor de periode inclusief 2010-2013. Dit wijst erop dat de residuen tijdens deze periode waarschijnlijk eerder het gevolg zijn van andere oorzaken (bv. menselijke ingrepen, opzet).



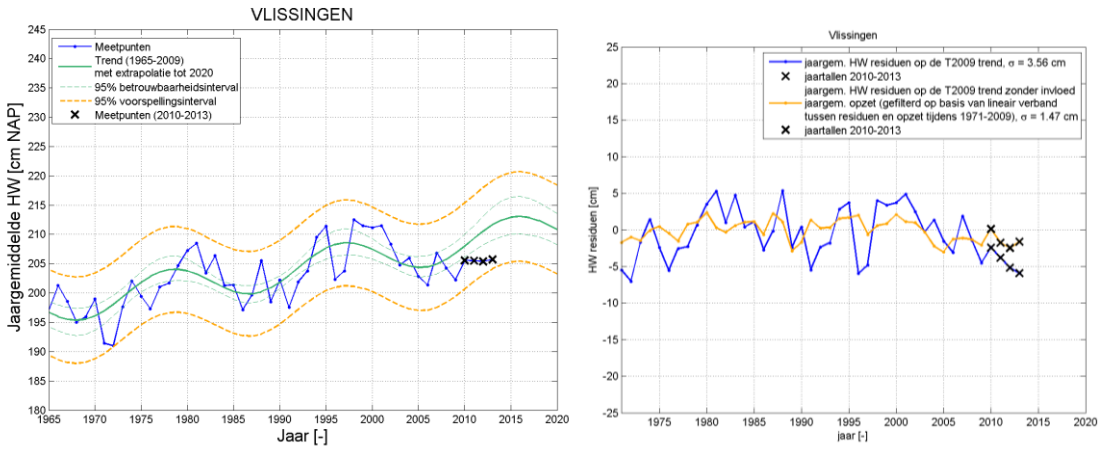
Figuur 2-11: Jaargemiddeld bovenafvoerdebiet in m³/s van de Schelde te Schelle (links) en de Spuisluis te Bath (rechts)

2.2.2 Hoog- en laagwaterstanden

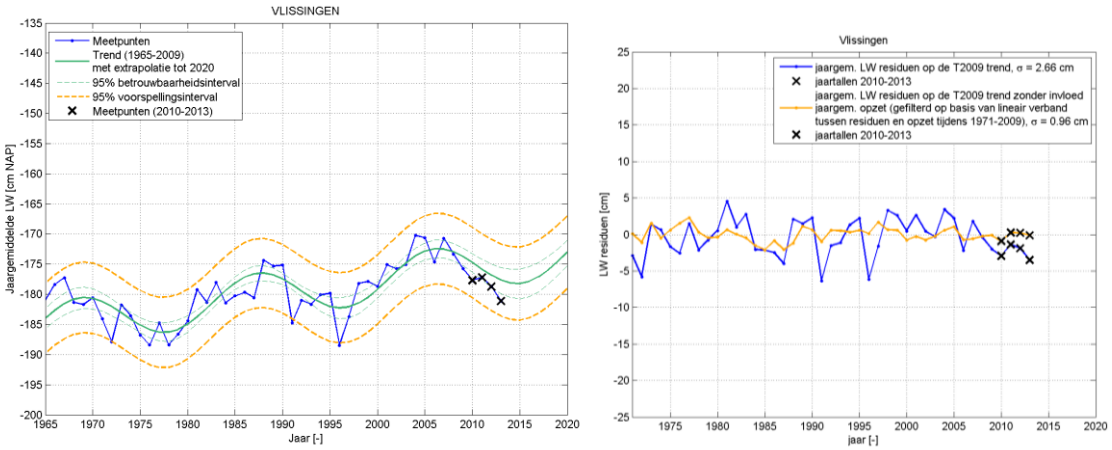
In het T2009-rapport (T2009 Consortium, 2013) werden trends en 95%-verwachtingsintervallen opgesteld voor de hoog-en laagwaterstanden op verschillende stations. Voor het voorliggend rapport werden de hoog- en laagwaterstanden na 2009 geëvalueerd aan de hand van een vergelijking met de geëxtrapoleerde T2009 trend en zijn 95 %-verwachtingsinterval. De cumulatieve som van de residuen op de T2009 trend was daarbij een hulpmiddel om eventuele afwijkingen van de trend te identificeren.

Figuur 2-12 en Figuur 2-13 geven de resultaten weer voor de hoog- en laagwaterstanden te Vlissingen. Dit station dient vornamelijk als referentiestation waar menselijke ingrepen in het estuarium beperkte impact op zullen hebben.

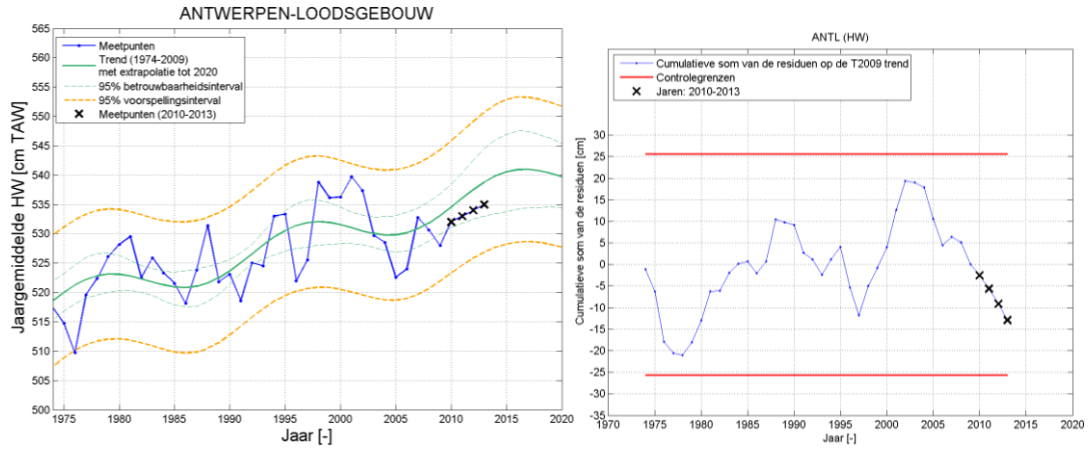
Figuur 2-14 en Figuur 2-15 geven de resultaten weer voor de hoog- en laagwaterstanden te Antwerpen-Loodsgebouw. Dit station geeft een goede weergave van de algemene trend op de gehele Westerschelde en Beneden-Zeeschelde (stations die afwijken van de algemene trend worden steeds vermeld).



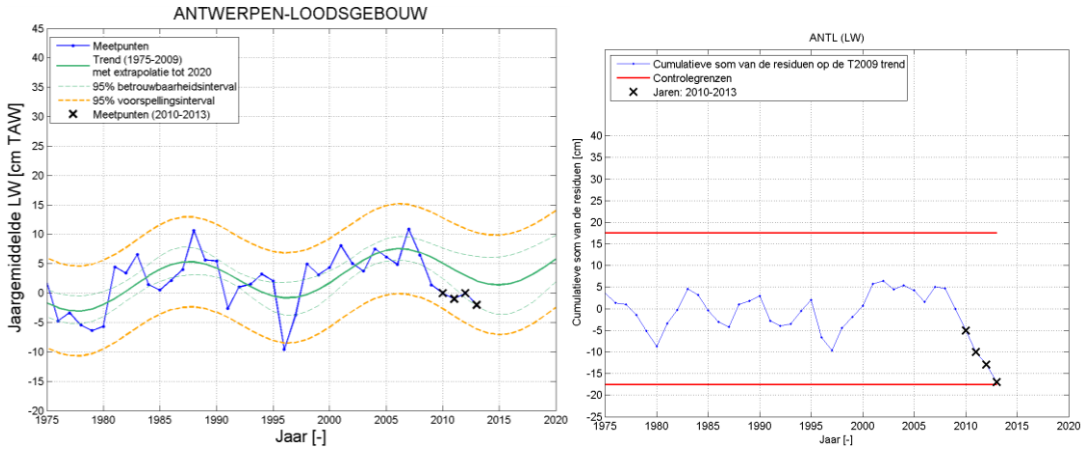
Figuur 2-12: Links: evolutie van de jaargemiddelde hoogwaterstand te Vlissingen, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval. Rechts: HW residuen vergeleken met de residuen waaruit de invloed van de windopzet is gefilterd op basis van het lineair verband tussen residuen en opzet tijdens 1971-2009.



Figuur 2-13: Links: evolutie van de jaargemiddelde laagwaterstand te Vlissingen, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval. Rechts: LW residuen vergeleken met de residuen waaruit de invloed van de windopzet is gefilterd op basis van het lineair verband tussen residuen en opzet tijdens 1971-2009.



Figuur 2-14: Links: Evolutie van de jaargemiddelde hoogwaterstand te Antwerpen-loodsgebouw, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval. Rechts: Cumulatieve som van de residuen op de (geëxtrapoleerde) T2009 trend.



Figuur 2-15: Links: Evolutie van de jaargemiddelde laagwaterstand te Antwerpen-loodsgebouw, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval. Rechts: Cumulatieve som van de residuen op de (geëxtrapoleerde) T2009 trend.

Een kwalitatieve vergelijking over het gehele estuarium toont aan dat het gedrag van de jaargemiddelde laagwaterstanden in de periode 2010-2013 vergelijkbaar is over alle getijstations in het Schelde-estuarium. Hetzelfde geldt voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden, behalve in de getijstations te Vlissingen, Prosperpolder en Schelle, die eerder een constante evolutie vertonen in plaats van een stijgende.

Bijna alle jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden tijdens de periode 2010-2013 vallen binnen het 95 % voorspellingsinterval van de geëxtrapoleerde T2009 trend voor elk meetstation. De cumulatieve som van de residuen op de T2009 trend blijft ook bijna steeds binnen de controlegrenzen. Het valt echter op te merken dat de jaargemiddelde waarden na 2009 zowel voor hoog- als voor laagwater systematisch onder verwachtingswaarde van de geëxtrapoleerde T2009 trend liggen (met uitzondering van het jaargemiddelde laagwater te Terneuzen en Hansweert) en meestal ook buiten het 95 %-betrouwbaarheidsinterval.

Als gevolg hiervan volgt de cumulatieve som van de residuen op de T2009 trend steeds een dalende lijn na 2009 (opnieuw met uitzondering van het jaargemiddelde laagwater te Terneuzen en Hansweert). Het laatste punt (i.e. 2013) van de cumulatieve som onderschrijdt zelfs enkele malen zijn onderste controlegrens (het jaargemiddelde hoogwater te Vlissingen en het jaargemiddelde laagwater te Bath).

Dit hoeft daarom niet meteen een trendbreuk te betekenen. Deze afwijking van de hoog- en laagwaterstanden ten opzichte van de T2009-trendlijn kan (op zijn minst deels) verklaard worden door de meteorologische invloed van de wind (opzet) en de neerslag (bovenafvoer) (zie §2.2.1). De residuen t.o.v. de T2009-trend te Vlissingen zijn sterk gecorreleerd aan de jaargemiddelde opzet en dit geldt ook voor de periode 2010-2013. De opzet te Vlissingen was relatief laag tijdens de periode 2010-2013 (Figuur 2-10). Wanneer de invloed van de opzet uit de HW/LW residuen te Vlissingen wordt gehaald, verdwijnt de relatief sterk neerwaartse trend van de HW residuen (2010-2013) en de LW residuen van 2010-2013 verdwijnen zelfs zo goed als volledig (cf. rechtse figuur in Figuur 2-12 en Figuur 2-13).

Het feit dat de opzet relatief laag was tijdens 2010-2013 wordt daarom als (hoofd-) oorzaak van het signaal in de hoog- en laagwaterresiduen in die periode beschouwd.

Daarnaast zijn de hoog- en laagwaterresiduen te Schelle middelmatig, resp. zwak, gecorreleerd aan het jaargemiddelde bovenafvoer debiet. Deze correlatie neemt licht af voor de periode inclusief 2010-2013. Het afvoerdebiet te Schelle was relatief normaal tijdens deze periode en lag hoger dan normaal voor de spuisluis te Bath (Figuur 2-11). De bijdrage van het bovenafvoer debiet aan de HW/LW residuen is dus vrij beperkt voor de periode 2010-2013.

Omdat de opzet en de bovenafvoer op het gehele Schelde-estuarium werken, kan er worden verwacht dat op de andere getijstations een gelijkaardige correlatie met de opzet en het bovendebiet bestaat. De opzet is de hoofdoorzaak van de HW/LW residuen op de T2009 trend te Vlissingen. Dit is naar alle waarschijnlijkheid dan ook het geval voor alle andere getijstations in het estuarium.

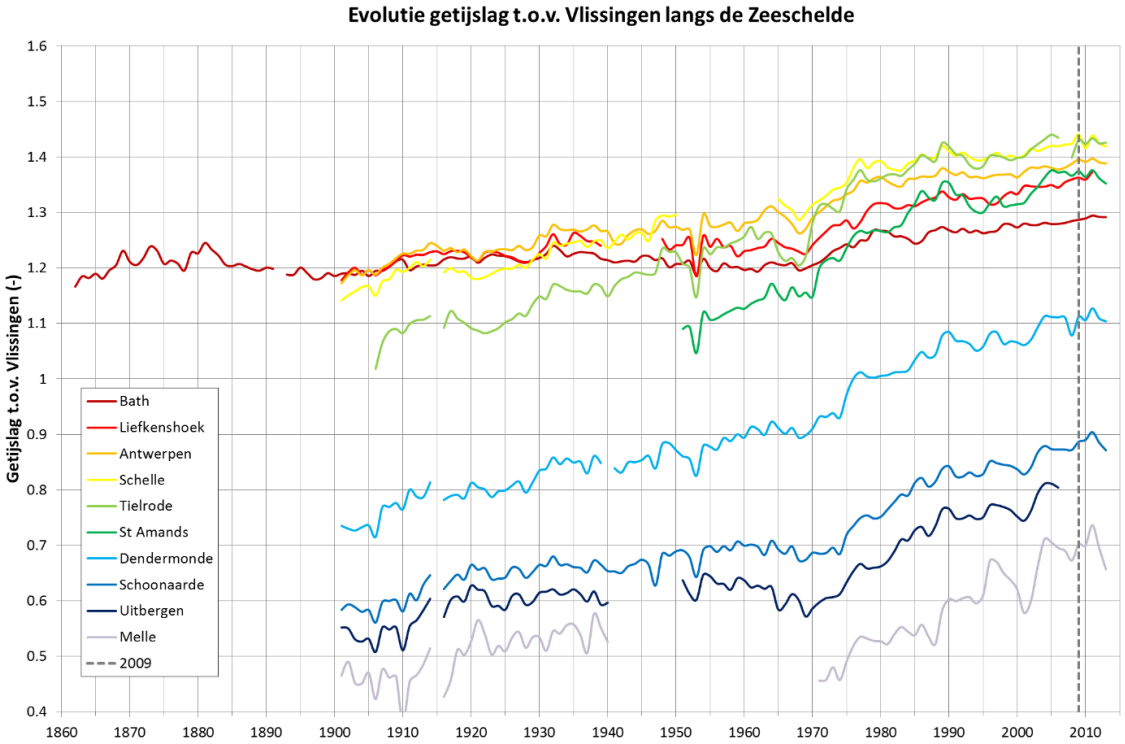
Er wordt ook opgemerkt dat de meetwaarden in de Zeeschelde voor 2013 een correctie hebben ondergaan nadat peilschalen opnieuw topografisch zijn ingemeten, en waaruit een fout van enkele centimeters bleek. Het is niet gekend hoe hiermee achterwaarts in de tijd dient rekening gehouden te worden (pers. comm. E. Vanlierde, Hydrologisch Informatie Centrum, Waterbouwkundig Laboratorium). Er wordt door WL voorgesteld om de correctie te laten gelden vanaf 2011 omdat dit overeenstemt met de grens voor de berekening van de tienjarige overzichten die het WL publiceert. Voor de huidige analyse is dit vooralsnog niet gedaan omdat het de systematische onderschrijding van de verwachtingswaarde nog zou versterken, en het optreden van een ‘trendbreuk’ zou veroorzaken die niet op een systemische maar een methodologische basis zou verklaard worden.

Het valt sterk aan te bevelen om in de komende jaren de ontwikkeling van de waterstanden van nabij op te volgen. Als de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden in de komende jaren nog steeds onder de trendlijn blijven en de residuen niet door de opzet (en/of bovenafvoer) verklaard kunnen worden, dan zou er sprake kunnen zijn van een trendbreuk. Op dit moment is het echter zeker nog te vroeg om over een trendbreuk te spreken, vooral omdat de residuen grotendeels meteorologisch verklaard kunnen te worden.

Op dit ogenblik wordt dus bevestigd wat in de MER-studie (van Banning, 2007) werd gesteld, namelijk dat de effecten van de verruiming op de waterstanden gering zouden zijn.

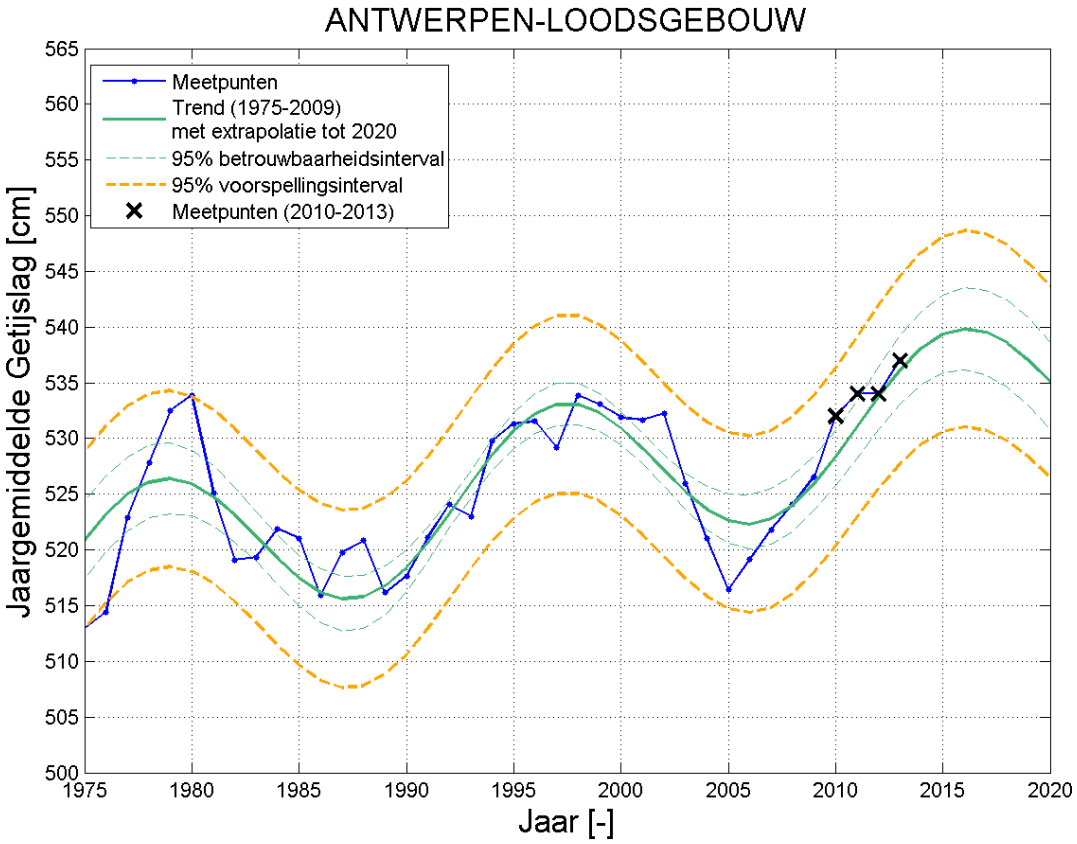
2.2.3 Getijslag

De jaargemiddelde *relatieve* getijslag (ten opzichte van Vlissingen), is weergegeven in Figuur 2-16. De relatieve getijslag lag het hoogst in 2011; in 2012 en 2013 lag de getijamplificatie iets lager; ongeveer op dezelfde hoogte als in 2009. De gemiddelde relatieve getijslag over de periode 2010-2013 te Antwerpen bedraagt 1,3915, terwijl deze in de periode 2006-2009 gemiddeld 1,3853 bedroeg wat op een lichte toename van de amplificatie wijst (bijna 0,5 %). De wijzigingen van de laatste vier jaar zijn echter niet significant in vergelijking met de variabiliteit tijdens de laatste decennia.



Figuur 2-16: Evolutie van de jaargemiddelde relatieve getijslag ten opzichte van Vlissingen per station in het estuarium (t.e.m. 2013) met aanduiding van het jaar 2009 (gestippelde lijn).

De *absolute* getijslag vertoont een evolutie die de trend voorafgaand aan 2009 volgt (bepaald volgens de methode voorgeschreven in de evaluatiemethodiek). Dit betekent dat er geen reden is om aan te nemen dat de trendmatige lineaire stijging van de getijslag die werd waargenomen voor 2009 (bv. +0.36 cm per jaar te Antwerpen) de afgelopen vier jaar is afgenomen. Hiermee wordt ook bevestigd wat in de MER-studie (Consortium Arcadis-Technum, 2007e) werd gesteld, namelijk dat de effecten van de verruiming op de waterstanden (en dus ook op de getijslag) gering zouden zijn. Dit neemt echter niet weg dat de toename van de getijslag op zich een negatieve ontwikkeling is met mogelijke gevolgen voor bevaarbaarheid, ecologie, …



Figuur 2-17: Ontwikkeling van de absolute getijslag te Antwerpen.

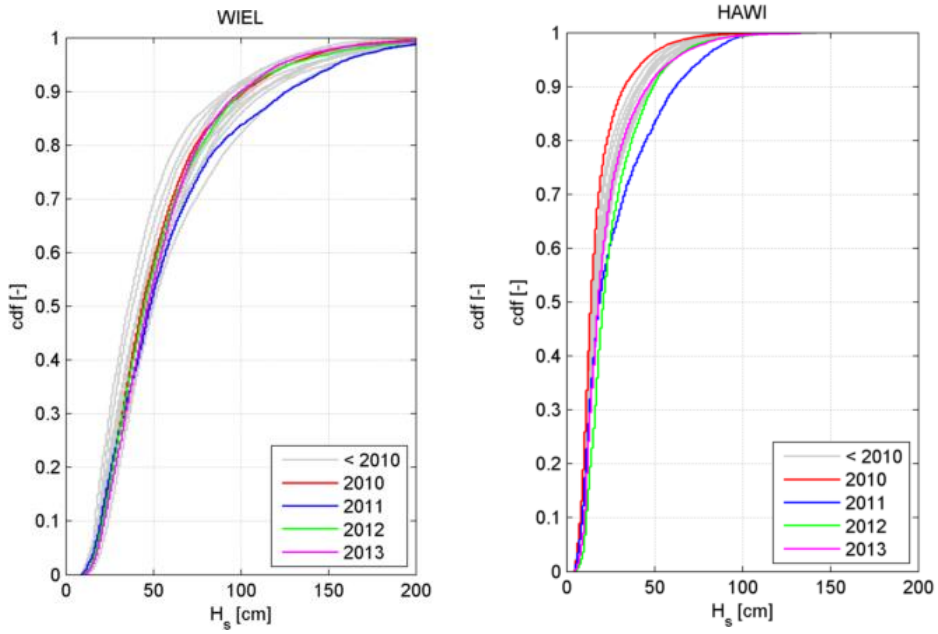
2.2.4 Golven

Bij de analyse van golven is het belangrijk op te merken dat zowel scheepsgolven als windgolven voorkomen in het Schelde-estuarium. Deze hebben een verschillend karakter (golfhoogte, golffrequentie) en ook een verschillend effect op oevers en schorranden. Binnen de huidige monitoring is het echter niet mogelijk om een onderscheid te maken tussen deze twee golftypes.

In het eerste voortgangsrapport (IMDC, 2013a) is gebleken dat een trendanalyse van de jaargemiddelde golfhoogte weinig nut heeft wegens de relatief korte meetperiode en de sterke afhankelijkheid van de meteorologische variabiliteit. Daarom werd de analyse in het tweede voortgangsrapport gebaseerd op een vergelijking van de jaarlijkse cumulatieve distributies van de significante golfhoogte.

Cumulatieve verdelingskrommen voor de Wielingen (buiten het estuarium) en Hansweert (binnen het estuarium) zijn weergegeven in Figuur 2-18. Ten opzichte van de periode voor 2010 (Figuur 2-18, grijze curves) zijn de golfhoogtes in Hansweert (Figuur 2-18, rechts) in 2010 (rode curve) lager; in 2011 (blauw curve) zijn ze iets hoger en in 2012-2013 (groene en paarse curve) zijn ze zeer vergelijkbaar met de periode van voor 2010. De verschillen zijn echter zeer beperkt. De andere meetboeien in het Schelde-estuarium (weergegeven in het datarapport) geven eenzelfde beeld als de meetboei te Hansweert. De verhoging van de golfhoogtes in 2011 is ook buiten het estuarium waarneembaar (bvb. op de Wielingen, Figuur 2-18 links), wat een meteorologische oorzaak suggereert. Er is dus geen reden om

aan te nemen dat de golfhoogtes onder de invloed van de verruiming van de Westerschelde (of aspecten van de strategie flexibel storten) zijn toegenomen.



Figuur 2-18: Empirische cumulatieve waarschijnlijkheidsverdeling van de significante golfhoogte op de locaties Wielingen (links) en Hansweert (rechts).

In het kader van de Agenda van de Toekomst wordt door het Waterbouwkundig Laboratorium, in samenwerking met Rijkswaterstaat, onderzoek verricht naar de bijdrage van wind- en scheepsgolven ter hoogte van het slik en schor ten oosten van Saeftinghe.

2.2.5 Stroomsnelheden Westerschelde

Op de plaatranden worden stroomsnelheidsmetingen uitgevoerd om na te gaan of er nieuw laagdynamisch (= lagere stroomsnelheden) gebied gecreëerd is. Hierbij werden de meest recente meetwaarden vergeleken t.o.v. de voorgaande metingen en voornamelijk de referentie T0-meting uitgevoerd vóór de stortingen.

Hooge Platen West:

Ten oosten van de kortsluitgeul is een laagdynamisch gebied ontstaan achter de zandrug, en dit vertaalt zich lokaal in een verlaagde stroomsnelheid. Iets verder oostwaarts is de stroomsnelheid echter licht gestegen, maar de omgeving is nog steeds laagdynamisch.

Hooge Platen Noord:

Op de meeste locaties vertonen de snelheidsmetingen weinig veranderingen tijdens de rapportageperiode. Wel is er een zone onder de oostelijke ‘arm’ van de plaatrandstortingen waar de stroomsnelheden zijn verlaagd.

Rug van Baarland:

De metingen op de Rug van Baarland vertonen geen significant patroon van wijzigingen in de stroomsnelheid. Merk op dat hier minder werd gemeten omdat er ook niet gestort werd in de laatste jaren.

Plaat van Walsoorden:

Vooral op de meer zuidelijke van de twee oostelijke plaatpunten werden verlaagde stroomsnelheden waargenomen, en dit vooral tijdens de vloed. Op het diepste punt van de noordwestelijke zandtong, werden verhoogde stroomsnelheden waargenomen.

Conclusie

De stroomsnelheidsdalingen zijn een positieve ontwikkeling die indiceren dat de flexibel storten strategie op die plaatranden op sommige plaatsen (Hooge Platen West en Noord, Plaat van Walsoorden) de ontwikkeling van de beoogde laagdynamisch ondiepe gebieden bewerkstelligt.

2.2.6 Stroomsnelheden Beneden-Zeeschelde

De stroomsnelheden in de Beneden-Zeeschelde werden geëvalueerd aan de hand van een vergelijking van de maximale gemeten eb- en vloedsnelheden te Oosterweel ten opzichte van de magnitude van de waterstanddaling respectievelijk -stijging te Antwerpen.

De relatie tussen stroomsnelheid en getijslag is niet gewijzigd, m.u.v. het jaar 2012 waarin de ebsnelheden wat hoger dan normaal liggen; in 2013 wordt deze vaststelling niet gedaan waardoor niet van een trend kan gesproken worden. Ten opzichte van 2009 lijkt wel een ontwikkeling op te treden waarbij de laagste getijslag en laagste stroomsnelheden iets minder voorkomen (de onderste deciel van de verdelingen zijn iets hoger komen te liggen).

2.3 MORFOLOGIE EN LEEFOMGEVING

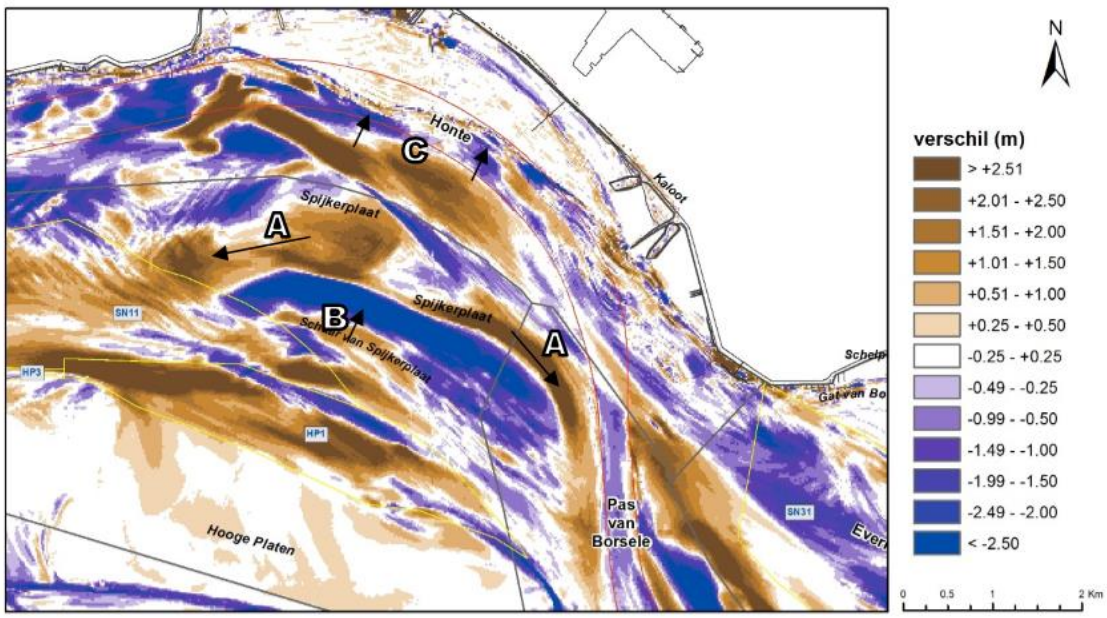
In dit deel worden de morfologische veranderingen in het Scheldegebied en in het bijzonder op de platen besproken, alsook het effect hiervan op de arealen van de verschillende ecotopen. Dit gebeurt aan de hand van:

- Vaklodingen en bathymetrische verschilkaarten
- RTK-metingen van meetraaien en -punten op de platen en schorren
- Berekeningen van de stabiliteit van gestorte baggerspecie op basis van de bathymetrie en de baggergegevens
- Berekenen van de doorstroomvolumes bij eb en vloed door de hoofd- en nevengeulen op basis van metingen en een numeriek stromingsmodel
- Ecotopenkaarten.
- Op vaste meetpunten op de platen en slikken West worden geomorfologie, sedimentsamenstelling, bodemhoogte, bodemleven en chlorofyl doorheen de tijd gemonitord.

De beschrijving is opgedeeld per Macrocel voor de Westerschelde, en afzonderlijk voor de Beneden-Zeeschelde. Hierbij worden telkens belangrijke elementen uit de waarnemingen gebundeld. Voor een gedetailleerde bespreking van de individuele parameters wordt verwezen naar het bijhorende datarapport.

In Bijlage B zijn de dieptekaarten en verschilkaarten 2013-2009 opgenomen.

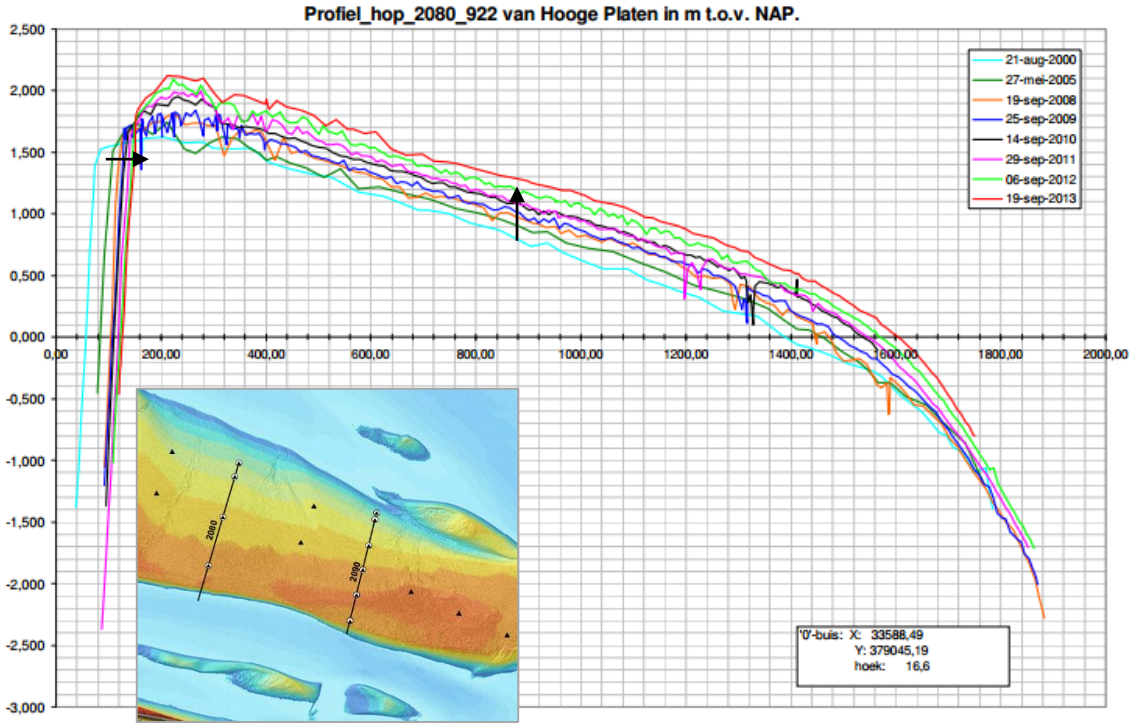
2.3.1 Macrocel 1



Figuur 2-19: Verschilkaart 2009-2013 van macrocel 1.

In macrocel 1 gaat het “knijpen” van de Honte gepaard met een uitbreiding van de Spijkerplaat naar het noorden, in combinatie met de noordelijke migratie van de Schaar van de Spijkerplaat (Figuur 2-19, B, C). De Spijkerplaat kent ook een uitbreiding in het westen en het oosten, maar wordt aan de zuidelijke rand steiler (Figuur 2-19, A, B). Dit werd reeds aangegeven in het T2009-rapport. Deze processen maken deel uit van een (pseudo)cyclisch proces van verleggen of migreren van geulen en worden op andere plaatsen in het estuarium ook waargenomen op verschillende schalen. Het baggeren van de hoofdgeul houdt de noordelijke en oostelijke grens van dit dynamisch gebied echter vast. De stortingen aan de noordelijke plaatrand (stortvak HPN of HP1) en vooral in het nevengeulstortvak SN11 kunnen dit dynamisch proces beïnvloeden, maar zijn vermoedelijk niet sturend.

De plaatrandstortingen ter hoogte van Hooge Platen West (HPW) en Hooge Platen Noord (HPN) zorgen voor een areaaltoename van de Hooge Platen, vooral aan de westelijke en noordelijke zijde. Op het centrale deel van de plaat vindt sedimentatie plaats, en deze verloopt aan een relatief constant tempo. In een gebied nabij het westelijk uiteinde van de stortzone Hooge Platen Noord wordt er een versnelde sedimentatietrend waargenomen. Uit bezorgdheid voor het foerageergebied voor vogels is in de onmiddellijke nabijheid ook niet meer gestort. De zuidelijke rand van Hooge Platen zone is al meerdere jaren, of zelfs decennia, aan het ophogen; dit zorgt dus voor een opbollen en versteilen van de Hooge Platen (Figuur 2-20). Gelijktijdig aan de sedimentatie aan de noordzijde, treedt ook erosie aan de zuidkant van de plaat op; hierdoor schuift de plaat als het ware als geheel noordwaarts op, zonder dat de totale breedte hierdoor sterk verandert.



Figuur 2-20: RTK-raai 2080 aan de Hooge Platen Noord (bron: Jentink et al., 2014).

De monitoring van twee vaste meetpunten op Hooge Platen West toont aan dat ondanks de ophoging van de punten, ze in een hoogdynamische, zandige omgeving blijven liggen. Dit gaat gepaard met een afname van het bodemleven in het algemeen, alsook het lutumgehalte (sediment wordt zandiger).

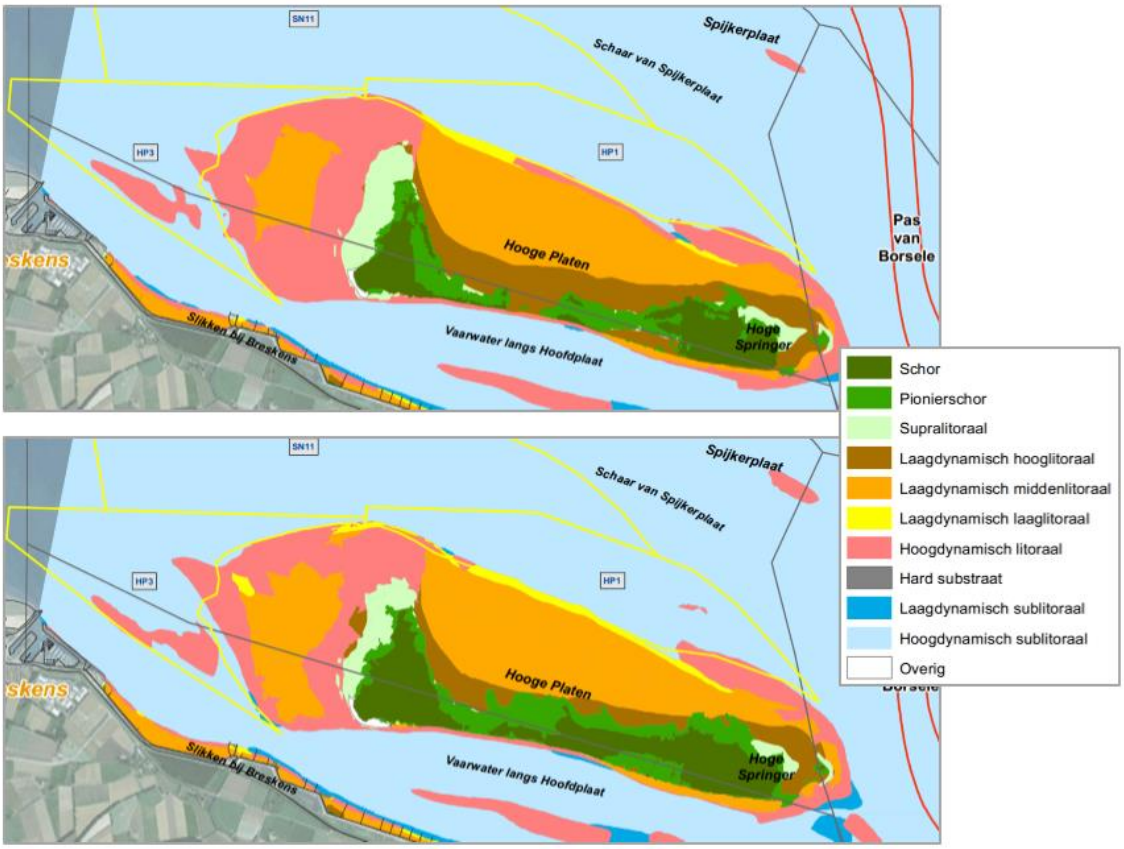
Op de rest van de Hooge Platen zijn verschillende trends waarneembaar: in het oosten wordt fijn sediment gevangen, wat gerelateerd wordt aan de schor(vorming) die er plaatsvindt. De bodem hoogt er ook op (dit is een algemene ontwikkeling) maar de overige veldparameters vertonen weinig veranderingen. Centraal op de plaat wordt een rijker bodemleven waargenomen in laagdynamisch litoraal gebied. Zuidelijker neemt ook de schorvegetatie toe, waardoor het lutumgehalte toeneemt, terwijl het bodemleven in hoeveelheid en rijkheid afneemt. Het chlorofylgehalte neemt dan weer toe, alhoewel hier wordt opgemerkt dat de laatste jaren de staalname frequentie verlaagd is, waardoor seizoenale schommelingen of lange-termijn trends niet betrouwbaar in beeld worden gebracht. In het westen is ook een stabiel laagdynamisch milieu aanwezig. Hier wordt waargenomen dat periodes met hogere lutumgehaltes overeenkomen met minder Corophium en bodemleven in het algemeen.

De ecotopenkaart van 2012 (Figuur 2-21) toont ook dat de evolutie van ophoging gepaard gaat met (pionier-) schorvorming. De aanwezige schorvegetatie bevordert de neerslag van slib en fijner sediment, wat door de bodemmonsters wordt bevestigd.

De stabiliteit van het gestorte sediment (in de plaatrandstortzones) ligt momenteel op 68 % voor Hooge Platen West, en deze waarde was vrij constant in de periode 2011-2013. Voor Hooge Platen Noord schommelt de stabiliteit rond 103 %, wat betekent dat er (netto) 3 % autonome sedimentatie is opgetreden bovenop het gestorte volume.

De ecotooparealen in de plaatrandstortzones tonen positieve ontwikkelingen (zie Bijlage A voor de volledige tabellen met ecotooparealen). Op Hooge Platen West is het totaal waardevol laagdynamisch areaal in 2011 en 2012 toegenomen, zowel ten opzichte van 2008 (±17 ha) als 2010 (±11 ha, 2010 geldt als referentie). Merk op dat in de jaren 2008 en 2010 het areaal een dieptepunt bereikte. Het grootste aandeel van de recente stijging is afkomstig van een toename van het laagdynamisch middelhoog litoraal (±7 ha). Tussen 2011 en 2012 neemt zowel het aandeel laag als middelhoog litoraal licht af, alsook het totaal. Het areaal laag litoraal verdwijnt nagenoeg volledig in 2010. In 2011 en 2012 wordt dit matig hersteld.

Op Hooge Platen Noord is het totaal waardevol laagdynamisch areaal ten opzichte van de referentiesituatie (2010) toegenomen (±21 ha). Na een stijging in 2011, volg een lichte daling in 2012. Het waardevol areaal concentreert zich vooral in het laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal, en in mindere mate in de slibrijke variant. Sinds 2010 kan men op het middelhoog litoraal een afname waarnemen van het fijnzandige aandeel en een stijging van het areaal laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal. Deze omslag is opmerkelijk aangezien voorheen een omgekeerde trend bestond. Het aandeel fijnzandig laag litoraal lijkt zich - na een dip in 2008 en 2010 - terug te herstellen, waarschijnlijk ten koste van de slibrijke tegenhanger die in 2012 nagenoeg niet meer aanwezig is. Het fijnzandig hoog litoraal kent tussen 1996 en 2010 een gestage toename, stabiliseert in 2011 en neemt af in 2012. Het slibrijk hoog litoraal is in de beschouwde periode meer niet, dan wel aanwezig. Hetzelfde geldt voor het ondiepe sublitoraal.

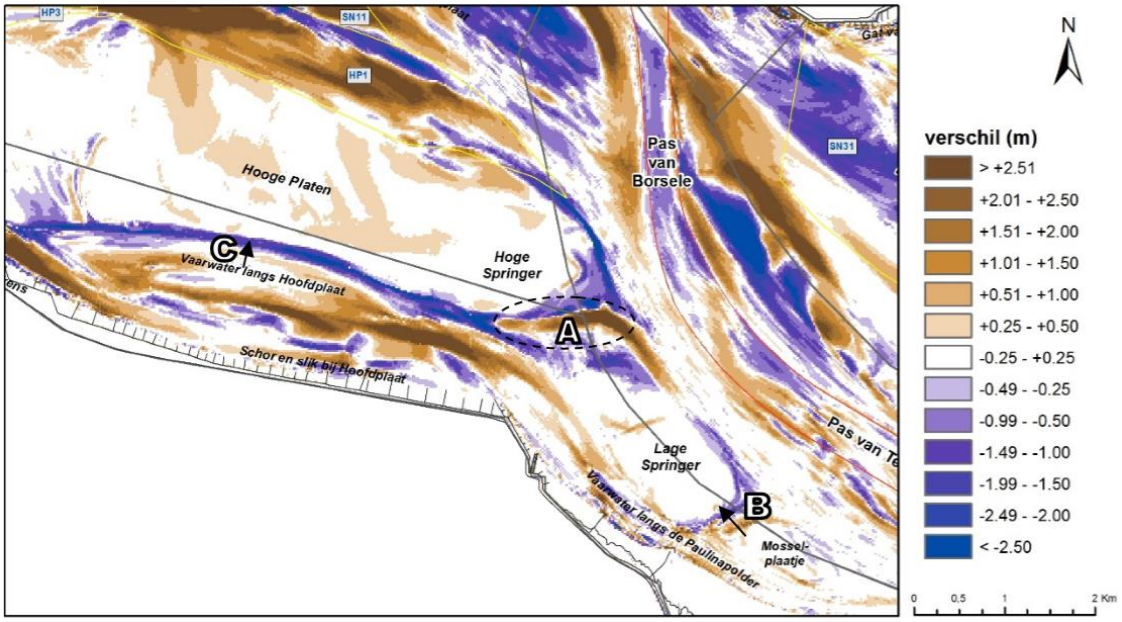


Figuur 2-21: Ecotopenkaart 2010 (boven) versus 2012 (onder) ter hoogte van de Hooge Platen.

2.3.2 Mesocel 2

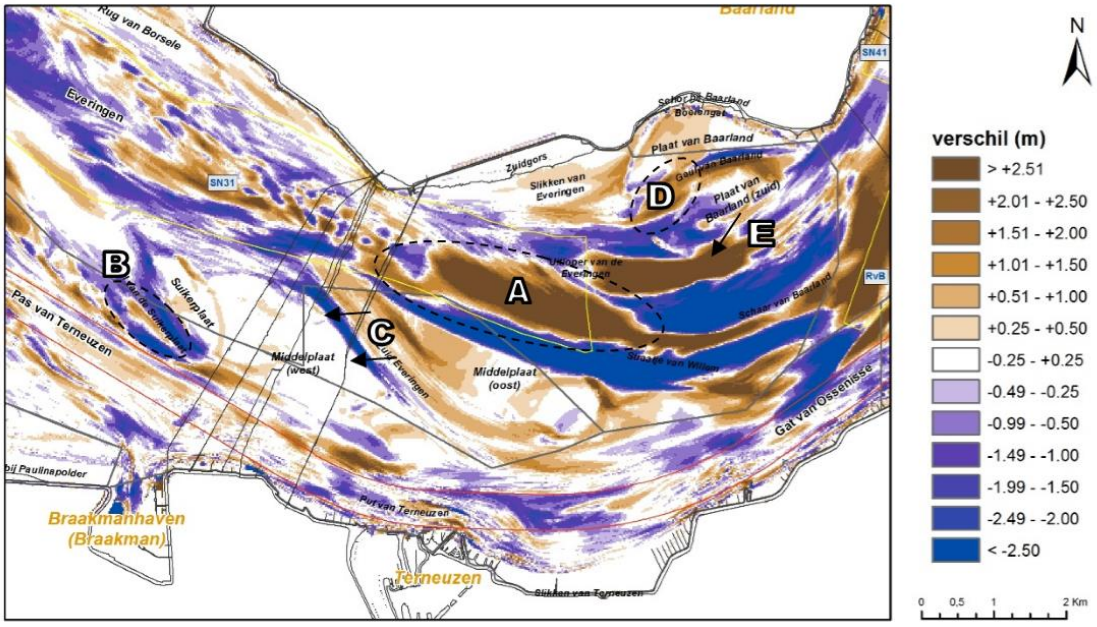
Mesocel 2, of het Vaarwater langs de Hoofdplaat, vertoont een trend van verondieping over het volledige dieptebereik, deels door de stortingen aan HPW die in het rekenvak vallen, maar vooral door het verzanden van het vaarwater langs Hoofdplaat. De aanzanding van het Vaarwater langs Hoofdplaat wordt bevestigd door de ADCP metingen die een debietsafname registreerden. Als gevolg hiervan wordt het sublitoraal (de geul) hier iets luwer, maar deze ontwikkeling is wel is negatief voor de instandhouding van het meergeulenstelsel.

Aan de noordrand van het vaarwater, tegen de plaatrand aan, treedt erosie op, zodat de zuidrand van de Hooge Platen steiler wordt en terugwijkt (Figuur 2-22, C). De kortsluitgeul tussen de Hoge en Lage Springer is nog steeds aanwezig, maar krijgt over de beschouwde jaren heen te kampen met vrij veel sedimentatie (Figuur 2-20 en Figuur 2-22,A). De kortsluitgeul tussen de Lage Springer en het Mosselplaatje lijkt noordwaarts te migreren (Figuur 2-22, B).



Figuur 2-22: Verschilkaart 2009-2013 van mesocel 2.

2.3.3 Macrocel 3

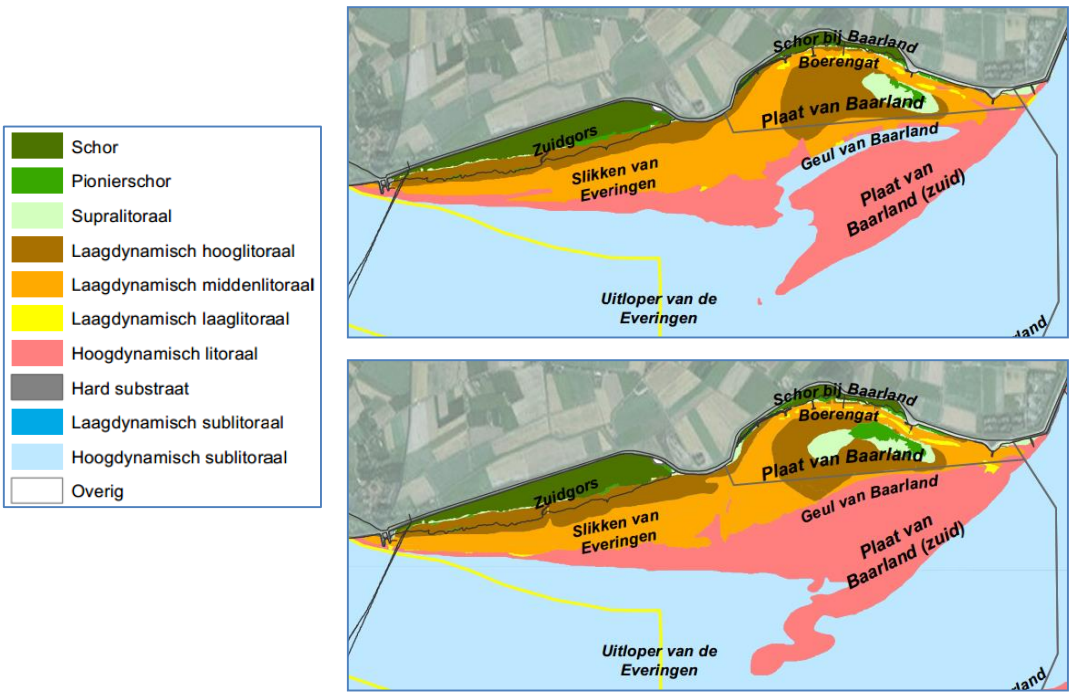


Figuur 2-23: Verschilkaart 2009-2013 van macrocel 3.

De Everingen breidt uit in oostwaartse richting; er is een sterke verondieping door de stortingen in SN31 en door autonome sedimentatie (Figuur 2-23, A). Migratie van het gestorte sediment richting macrocel 4 aan de oostelijke rand van de Rug van Baarland en het Middelgat kan niet worden uitgesloten. Lokale verdiepingen komen voor ter hoogte van het Straatje van Willem en de Uitloper van de Everingen.

De Geul van de Suikerplaat kent in het midden van de geul sedimentatie, terwijl de randen eroderen. Hierdoor wordt de westelijke rand van de Suikerplaat steiler (Figuur 2-23, B). Dit kan ook vastgesteld worden ten oosten van de Middelplaat (west), waar de kortsluitgeul Zuid Everingen vernauwt en westwaarts lijkt te migreren (Figuur 2-23, C). Door erosie rondom de Middelplaat (west), neemt de oppervlakte van de plaat stelselmatig af. De hoogte van beide Middelplaten neemt dan weer toe. Vooral op de oostelijke Middelplaat wordt er veel sediment afgezet. Deze plaat breidt ook uit in westelijke richting door de migratie van de kortsluitgeul Zuid (Figuur 2-23, C).

Doorheen de beschouwde periodes lijkt het westelijke uiteinde van de Geul van Baarland te verzanden (Figuur 2-23, D). Het overige deel van de kortsluitgeul zorgt evenwel voor erosie aan de zuidelijke rand van de Plaat van Baarland en het westelijke deel voor de Zuidgors. De Plaat van Baarland zelf (ook zuid) en de Slikken van Everingen aan het Zuidgors worden hoger. De zuidelijke Plaat van Baarland lijkt zich uit te breiden richting de Uitloper van de Everingen, hoewel schaarvorming hier ook voor erosie zorgt (Figuur 2-23, E).

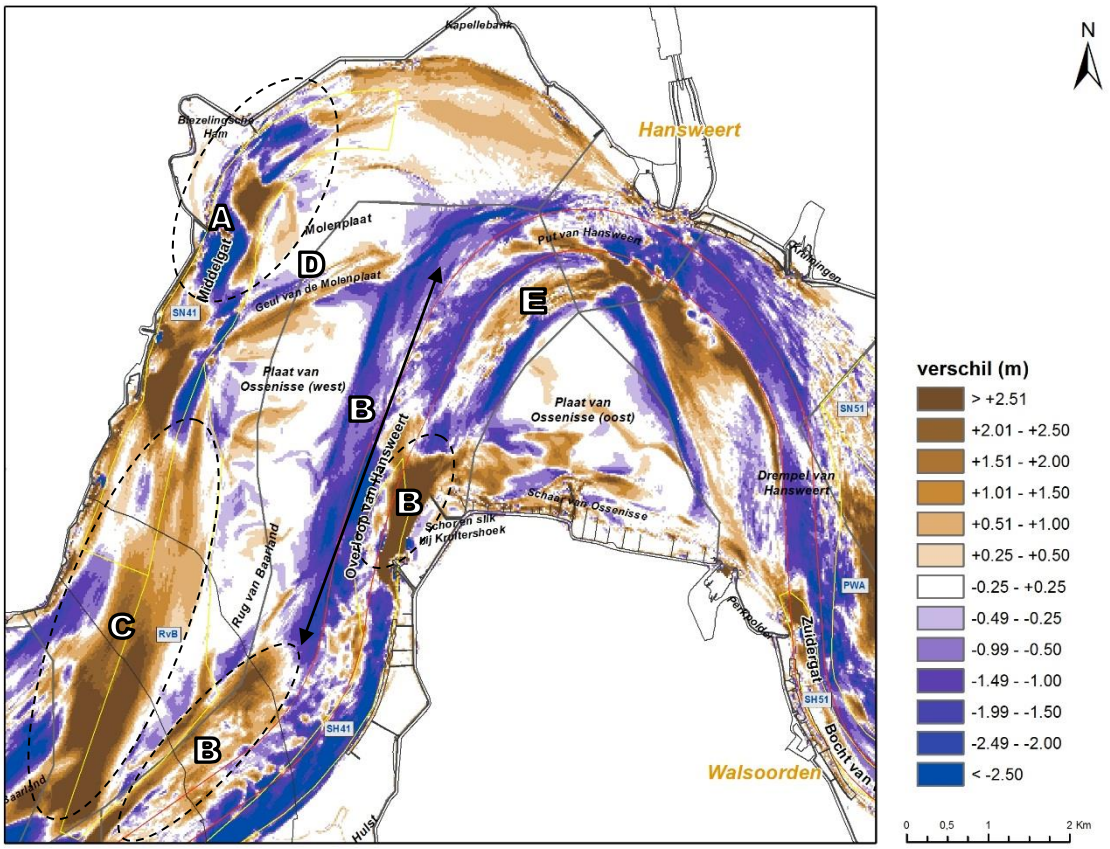


Figuur 2-24: Ecoptopenkaarten 2010 (boven) en 2012 (onder) in macrocel 3.

Er is uitbreiding van het pionierschor op de Plaat van Baarland (met steiler wordende klif) en areaaltoename van de Slikken van Everingen (Figuur 2-24). Het is niet duidelijk welke factor hiervoor verantwoordelijk is.

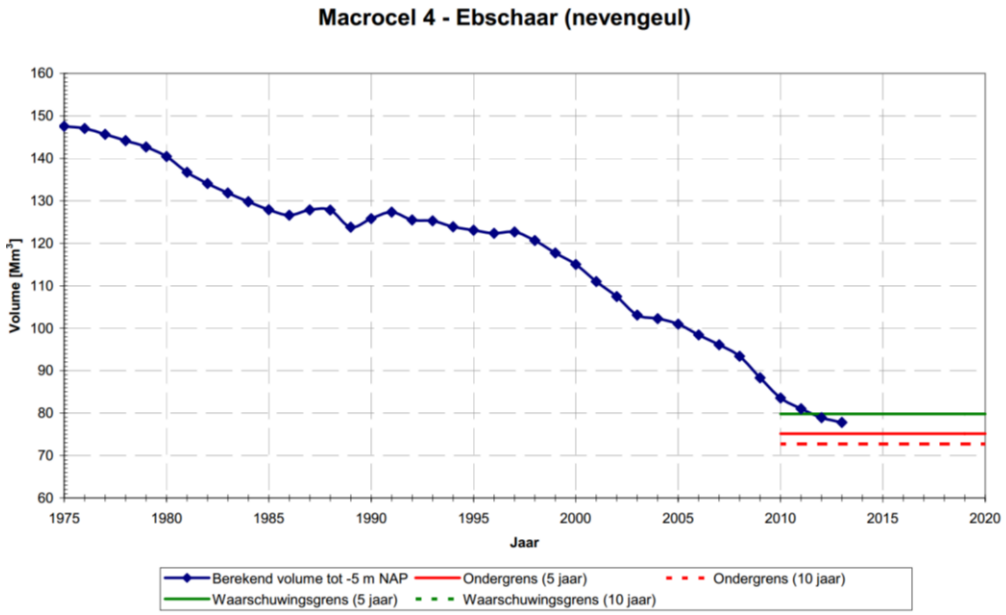
Zowel de hoofd- als de nevengeul (Everingen) in macrocel 3 zijn verdiept. De kantelindex (de verhouding van de gemiddelde diepte van de hoofdgeul ten opzichte van de gemiddelde diepte van de nevengeul) vertoont er ook een dalende trend, wat er op wijst dat de nevengeul aan volume 'wint' ten opzichte van de hoofdgeul. Anderzijds geven metingen en een numeriek stromingsmodel (Schrijver, 2014) aan dat het relatieve getij-aandeel van de nevengeul (Everingen) licht is afgenomen.

2.3.4 Macrocel 4



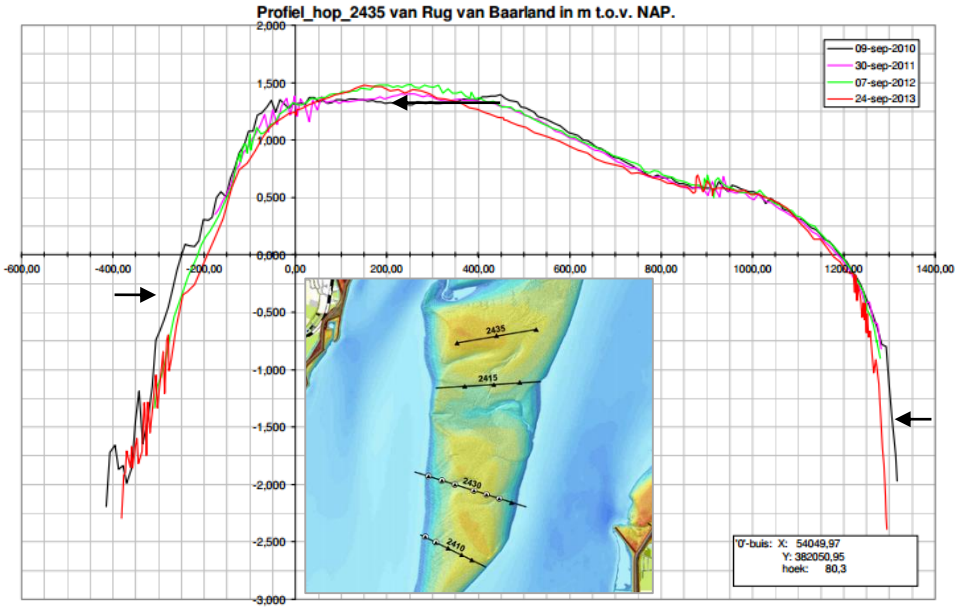
Figuur 2-25: Verschilkaart 2009-2013 van macrocel 4.

In macrocel 4 treft men over het algemeen een verondieping aan van de nevengeul, terwijl de hoofdgeul verdiept (Figuur 2-25, C). De historische opvulling van het Middelgat (gepaard met de functiewissel hoofd- en nevengeul) blijft in de beschouwde periode doorgaan. Ondanks de beslissing om geen stortingen meer uit te voeren ter hoogte van Rug van Baarland (in SN41 werd nooit gestort in de huidige vergunningsperiode), blijft het watervolume in de nevengeul afnemen (Figuur 2-26). De sedimentatiesnelheid is sinds het stopzetten van de stortingen wel afgenomen, maar de sedimentatie blijft toch autonoom doorgaan. Ook debietmetingen tonen aan dat de nevengeul steeds minder belangrijk wordt. Net zoals in Mesocel 2 is er hier areaal veranderd van hoogdynamisch sublitoraal naar laagdynamisch sublitoraal, door het verlagen van de stroomsnelheden. Naast de sedimentatie - die zich uitstrekt vanaf Hansweert tot aan de Schaar van Baarland - blijkt ter hoogte van het Middelgat lokaal ook sterke erosie plaats te vinden (Figuur 2-25, A).



Figuur 2-26: Netto volume nevengeul macrocel 4 (bron: Schrijver, 2014)

Daarnaast groeit de Rug van Baarland in het westen aan door stortingen en autonome sedimentatie in het plaatrandstortvak RvB (Figuur 2-25, C). De plaatranden worden ook steiler (Figuur 2-27) en de plaat wordt smaller (zwarte pijlen).

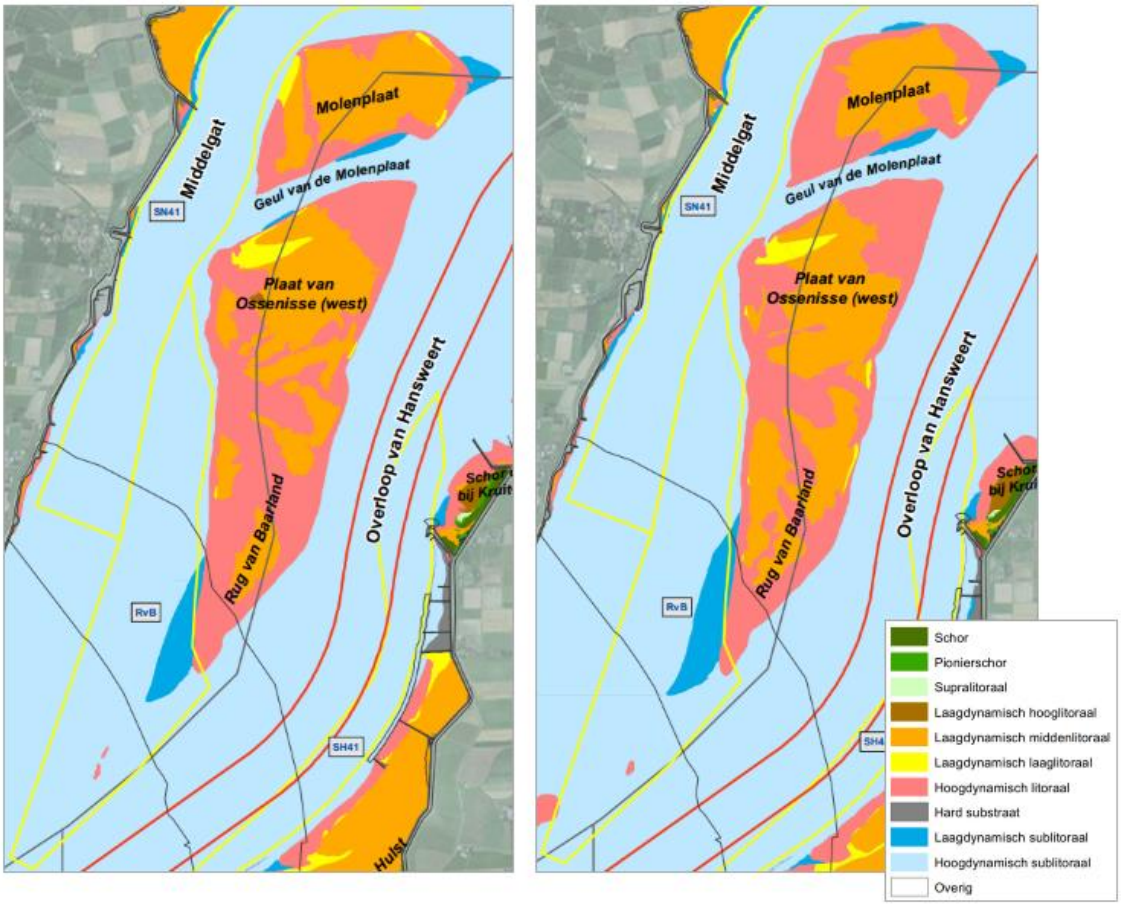


Figuur 2-27: RTK-raai 2435 aan de Rug van Baarland (bron: Jentink et al., 2014)

Verder is er een sterke verondieping zichtbaar ter hoogte van het stortvak SH41, waar de grootste hoeveelheid sediment is gestort (meer dan 12 Mm³, Figuur 2-25, B). De (kortsluit-)Geul van de Molenplaat ondergaat in de beschouwde periode een rotatie zodat de richting van de geul meer oost-west komt te liggen (Figuur 2-25, D). Hierdoor treedt erosie op aan de randen van de aanliggende Molenplaat en Rug van Baarland. Bijkomend wordt ook de oostelijke plaatrand steiler door het uitbochten van de hoofdgeul.

De meetpunten op het zuidelijk deel van de Rug van Baarland vertonen een vrij grofzandig, slibarm sedimentologie en afwisselingen in hoog- en laagdynamisch karakter. In de laagenergetische delen wordt het bodemleven positief beïnvloed. Het noordelijk deel is overheersend laagdynamisch, met een rijk bodemleven.

Op de Rug van Baarland en de Rug van Baarland blijkt uit de ecotopenkaarten een uitwisseling tussen het laagdynamisch en hoogdynamisch litoraal, maar breidt het laagdynamische areaal meer uit en wordt het meer aaneengesloten (Figuur 2-28). Mogelijks zorgt de verzanding van het Middelgat hier voor luwere omstandigheden. Op de Molenplaat krimpt het laagdynamisch litoraal in.



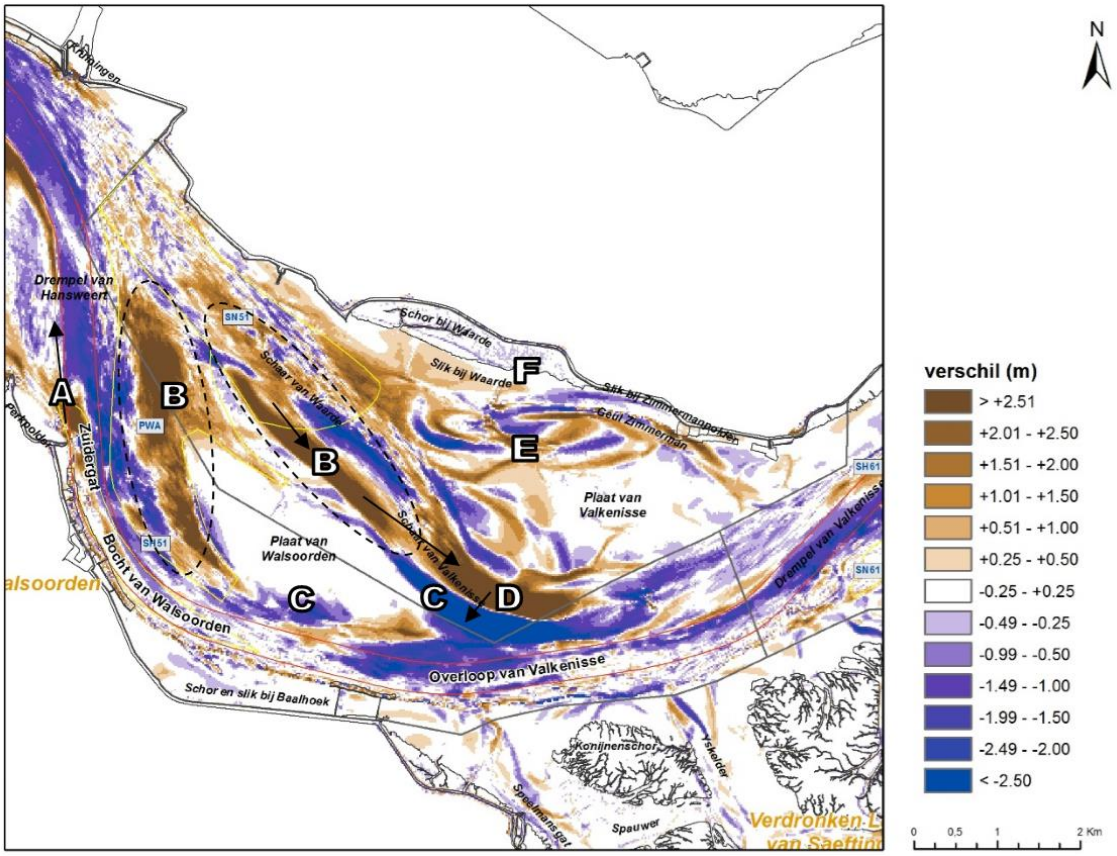
Figuur 2-28: Ecoptopenkaarten 2010 (links) en 2012 (rechts) in macrocel 4.

Het areaal van de Plaat van Ossenisse neemt af en de plaatrand wordt er steiler door significante erosie. Aan de zuidelijke plaatrand komt wel sedimentatie voor, mogelijks onder invloed van vloedwaartse migratie van het stortmateriaal uit SH41: de stortingen die plaatsvonden in SH41 lijken noordwaarts te migreren en via de (vloed-) Schaar van Ossenisse langsheen de zuidelijke plaatrand van de Plaat van Ossenisse te worden afgezet. Daarbij is het mogelijk dat een deel van de migrerende specie terechtkomt op de Drempel van Hansweert, of terug afwaarts circuleert en afgezet wordt aan de binnenbocht (Figuur 2-25, E). Van Veen (1949) spreekt in de context van deze rondgaande zandbewegingen van ‘zandneren’.

Ondanks de aanwezigheid van supralitoraal op de Plaat van Ossenisse, treedt er tot op heden nog geen (pionier-) schorvorming op (volgens de morfologische kaart; er wordt echter gemeld dat enige Spartina anglica (Engels slijkgras) voorkomt, maar te weinig om al aangeduid te kunnen worden als pionierschor; pers. comm. Dick de Jong). Arcadis (2014) onderzocht de limiterende factor voor het ontbreken van schorren, maar de specifieke reden is vooralsnog niet achterhaald. De toenemende steiltegraad van de randen van de Plaat van Ossenisse zorgen voor een inkrimping van het litoraal ten voordele van het sublitoraal.

Op de Platen van Hulst neemt het areaal slikgebied af. Dit is mogelijk te linken met de erosieve omstandigheden toe te schrijven aan de hydrodynamische condities die gelden nabij de Nol van Ossenisse.

2.3.5 Macrocel 5



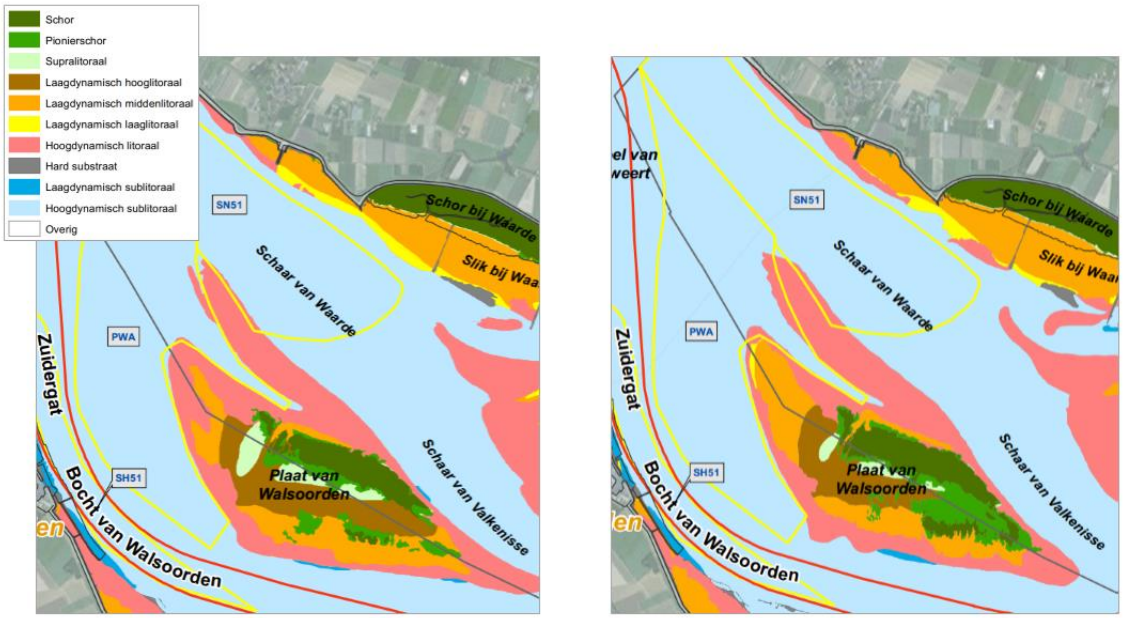
Figuur 2-29: Verschilkaart 2009-2013 van macrocel 5.

In macrocel 5 zorgen verdiepingswerken ter hoogte van de Drempel van Hansweert (op- en afwaarts) en de Overloop van Valkenisse voor verdieping van de hoofgeul in deze zones. Stortspecie uit stortvak SH51 lijkt in stroomafwaartse richting (noordwaarts) te migreren (Figuur 2-29, A).

Plaatrandstortingen aan de Plaat van Walsoorden en in SN51 zorgen er voor een toename van de bodemhoogte (Figuur 2-29, B). De stabiliteit van de plaatrandstortingen bedragen slechts 40 %. Dit komt vooral omdat in de initiële periode van storten in 2010 veel specie verloren is gegaan. Wanneer echter ingezoomd wordt op de zone waar daadwerkelijke stortingen zijn uitgevoerd, wordt duidelijk dat nog steeds een grote hoeveelheid van het gestorte sediment aanwezig is ten oosten en zuidoosten van de stortlocatie, terwijl de diepere zone aan de westelijke kant, grenzend aan de vaargeul, sterke erosie heeft ondergaan. Destroommetingen en de resultaten van de stroommodelleringen geven aan dat ter hoogte van deze plaatrandstortzone de snelheden dalen, wat het uiteindelijke doel is (zie §2.2.5).

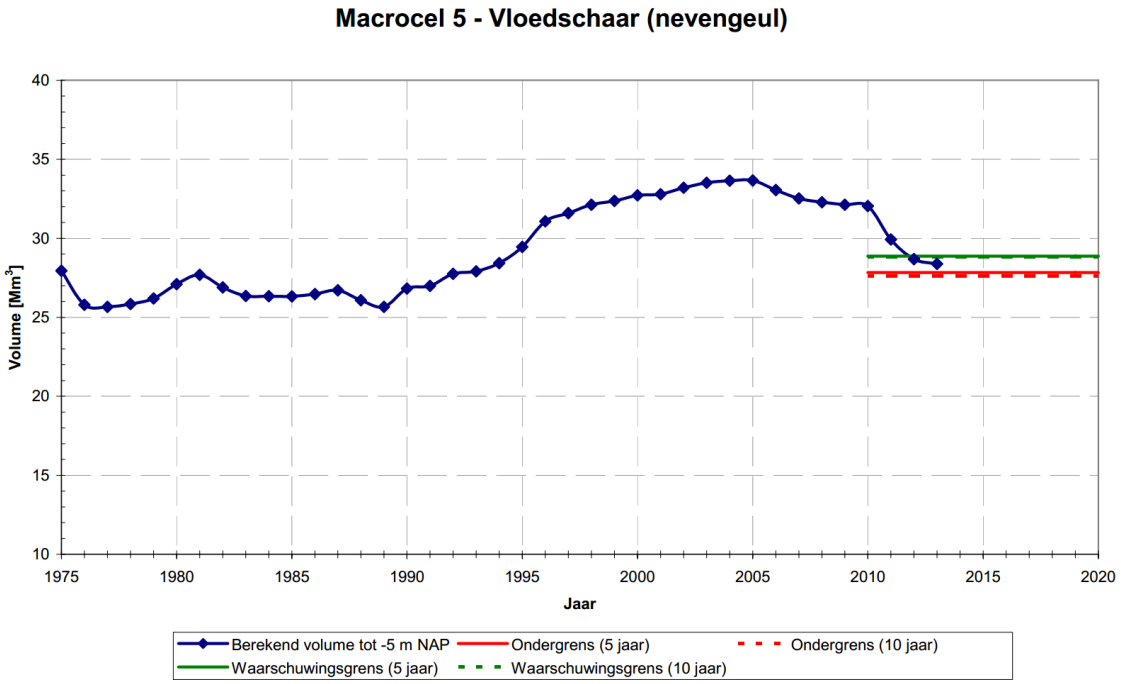
Het zuidoosterlijke deel van de Schaar van Valkenisse migreert zuidwaarts (Figuur 2-29, D) en ruimt de zuidwestelijke plaattip van de Plaat van Walsoorden weg (Figuur 2-29, C). Ook aan de zuidelijke plaatrand komt erosie voor. Dit heeft een forse inkrimping van het litoraal tot gevolg. Op de plaat van Walsoorden zelf geldt een sterke uitbreiding van het (pionier-) schor (Figuur 2-30). Analoog aan de Hooge Platen wordt de sedimentsamenstelling er slibrijker en fijnkorreliger.

Ter hoogte van het westelijk deel van de plaat (nabij de stortzone) is een overgang van hoog- naar laagenergetisch milieu opgetreden, zo blijkt uit de meetpunten en de ecotopenkaart. De plaatrandstortingen op de plaatpunt, en de migratie van de sedimenten in de richting van ondieper water hebben hier een luwe, laagdynamische zone gecreëerd. Hiermee neemt het slibgehalte echter niet toe. De omgeving ontwikkelt qua voorkomen van Corophium en wadpieren. Kokkels zijn op de Plaat van Walsoorden niet waargenomen; het water is hier reeds te brak.



Figuur 2-30: Ecoptopenkaarten 2010 (links) en 2012 (rechts) in macrocel 4.

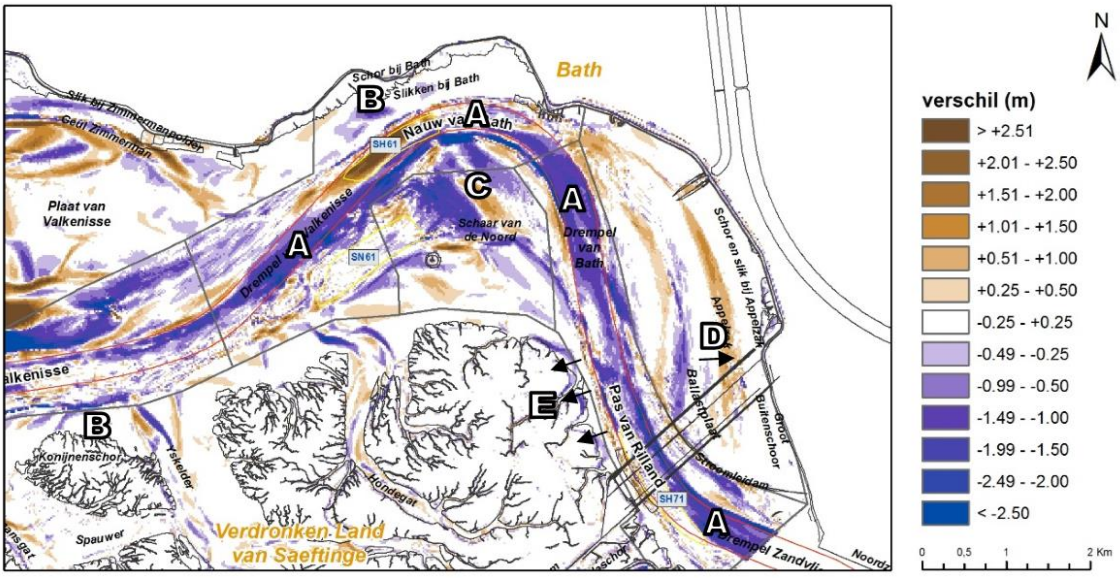
Analoog aan macrocel 4 is in macrocel 5 het volume van de nevengeul afgenomen. Daarop is beslist om minder frequent te storten in vak SN51. Het volume in de nevengeul neemt echter nog steeds af, maar met een trager tempo dan in 2010-2011 (Figuur 2-31). Debietmetingen en modelberekeningen (Schrijver, 2014) geven echter aan dat de Schaar van Waarde zowel bij eb als bij vloed minder debiet verwerkt in de recentste metingen. Bij vloed is de daling meer uitgesproken dan bij eb.



Figuur 2-31: Netto volume nevengeul macrocel 5 (bron: Schrijver, 2014).

Ten noorden en ten westen van de Plaat van Valkenisse geldt een complexe sedimentdynamiek met kleine eb- en vloedscharen (Figuur 2-29, E). Op de hogere, centraal gelegen delen van de Plaat van Valkenisse blijft de bodemhoogte vrij stabiel. Er vestigt zich op de Plaat van Valkenisse ook de eerste (pionier-) schor vegetatie. Bij Waarde vond een sterke ophoging van het slikkengebied plaats, in combinatie met een terugschrijden van de schorklif.

2.3.6 Macrocel 6 en 7

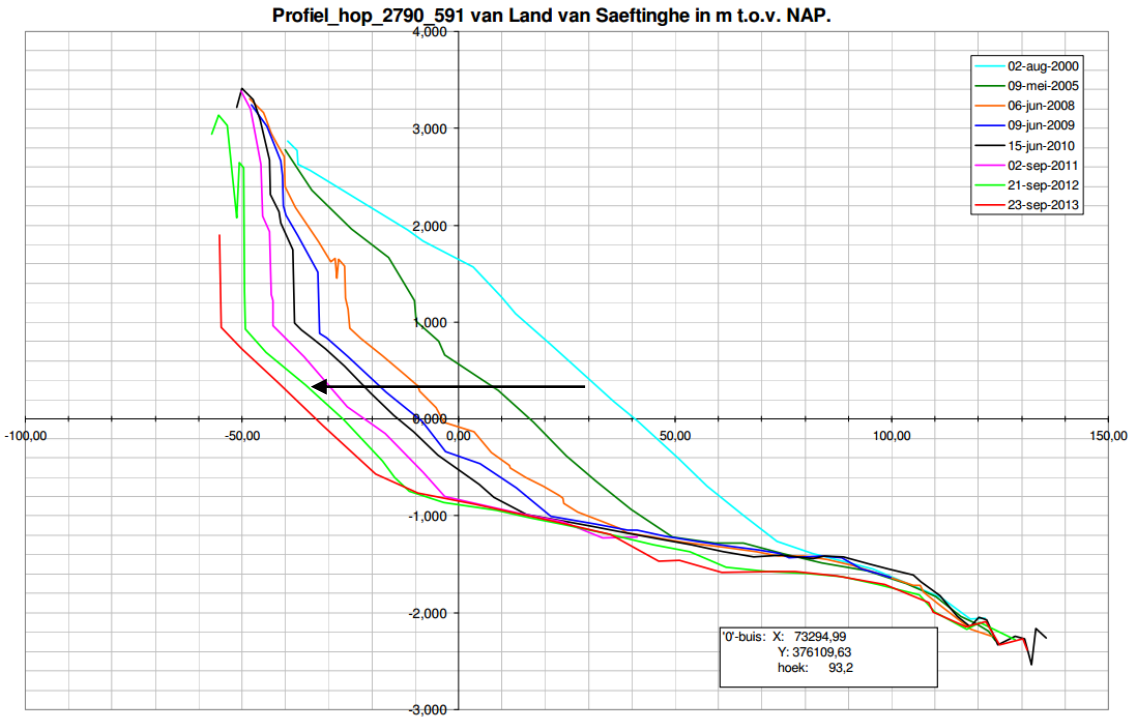


Figuur 2-32: Verschilkaart 2009-2013 van macrocel 6 en 7.

Verdiepingswerken op de Drempel van Valkenisse (Figuur 2-32, A) en erosie aan de Schaar van de Noord (Figuur 2-32, C) zorgen voor algemene verdieping in macrocel 6. De erosie van Schaar van de Noord volgt de langetermijntrend (T2009 Consortium, 2013) en heeft als gevolg dat het laagdynamisch areaal aan de Schaar van de Noord licht inkrimpt. Verondiepingen vindt men terug ter hoogte van het stortvak SH61. In het T2009-rapport wordt het uitbochten van de hoofdgeul in macrocel 6 belicht. Dit proces vindt plaats over een langere termijn dan de rapportageperiode, maar is toch licht merkbaar als erosie bij de Slikken bij Bath en het Konijnschor (Figuur 2-32, B). Omdat hierdoor veenlagen aan de oppervlakte komen, neemt het areaal 'hard substraat' hier toe, ten koste van laagdynamisch zandig areaal, wat als negatieve ontwikkeling wordt aangeduid.

Macrocel 7 toont verdieping onder invloed van baggerwerken op de Drempel van Bath en de Drempel van Zandvliet. De Ballastplaat lijkt zich geleidelijk in oostelijke richting te verplaatsen. De Appelzak vertoont sedimentatie en aan de westelijke plaatrand van de Ballastplaat treedt erosie op (Figuur 2-32, D). Sedimentatie van de Appelzak zorgt voor verondieping en een toename van het laagdynamisch sublitoraal.

De schorrand aan het oosten van het land van Saeftinge ondervindt sterke erosie (Figuur 2-32, E; Figuur 2-33), versterkt sinds de aanleg van de strekdam en mogelijk ook door golfslagwerking (Jentink, 2014a). Windgolven op deze locatie zijn waarschijnlijk beperkt (om golven die invallen op de schorrand te generen zijn immers oostelijke winden nodig, en dit is de minst voorkomende windrichting). Scheepsgolven zijn een waarschijnlijke oorzaak, maar zoals vermeld in sectie 2.2.4 zijn er momenteel nog geen meetgegevens beschikbaar om een duidelijk onderscheid te maken tussen wind- en scheepsgolven (er is wel een meetcampagne opgestart bij Saeftinghe door Rijkswaterstaat en het Waterbouwkundig Laboratorium, en een studie in het kader van de Agenda van de Toekomst). Figuur 2-33 toont de kliferosie met een snelheid van ca. 6 m per jaar. Opmerkelijk hierbij is dat er nauwelijks erosie optreedt van de ondergrond (op ca. -1,4 m NAP); dit is waarschijnlijk net als in Macrocel 6 een hardere veen-of kleilaag.

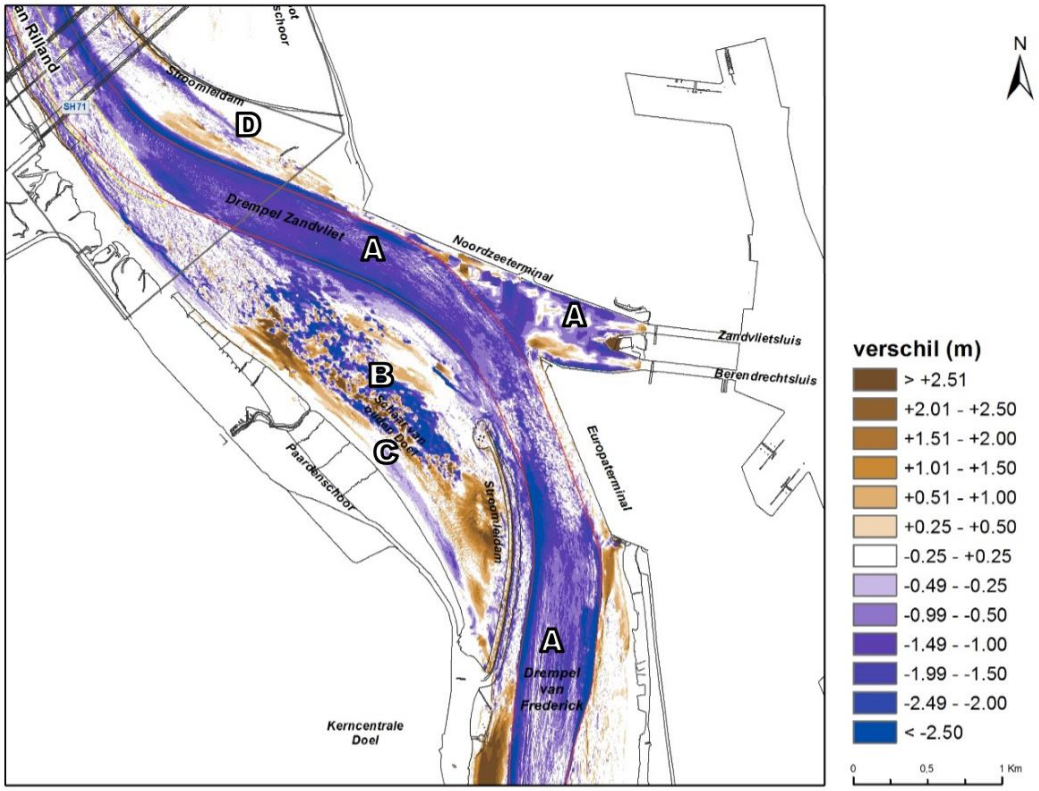


Figuur 2-33: Schor-slikprofiel 2790 aan oostzijde van het Land van Saeftinge (bron: Jentink et al, 2014)

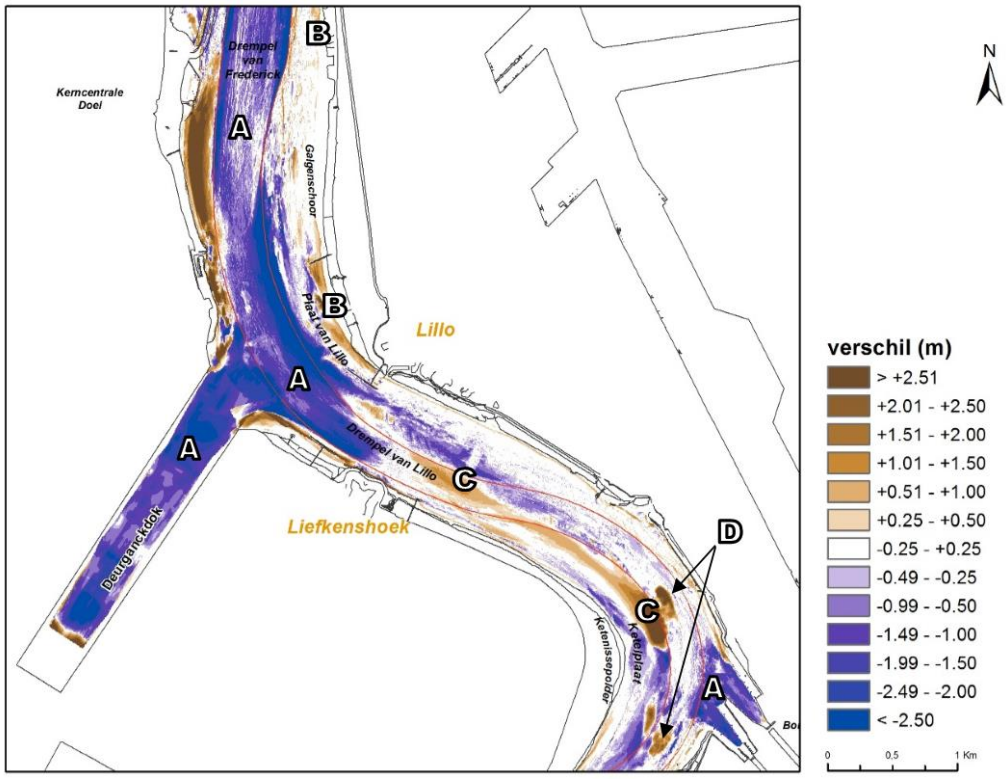
Het watervolume in de hoofdgeul van zowel macrocel 6 als 7 is toegenomen in 2010 en 2011 door de verdiepingswerken. Nadien is het volume gestagneerd onder invloed van de onderhoudsbaggerwerken. In macrocel 6 is het volume in de nevengeul sterk toegenomen.

2.3.7 Beneden-Zeeschelde

De grootste morfologische veranderingen in het noordelijk deel van de Beneden-Zeeschelde treft men aan onder invloed van antropogene activiteiten. Hieronder vallen de baggerwerken die tijdens de derde verdieping zijn uitgevoerd voor de toegang naar sluiscomplexen en dokken (Figuur 2-34 A). Op de Schaar van Ouden Doel (Figuur 2-34 B) wordt zowel zand ontgonnen als baggerspecie gestort, daarom kent dit gebied zowel erosie als sedimentatie. Langsheen de rand van het Paardenschoor wordt noordelijk sedimentatie aangetroffen, terwijl meer zuidelijker erosie voorkomt (Figuur 2-34 C). De zuidelijke rand van het Buitenschoor kent lichte sedimentatie, aan de strekdam treedt echter erosie op (Figuur 2-34 D).



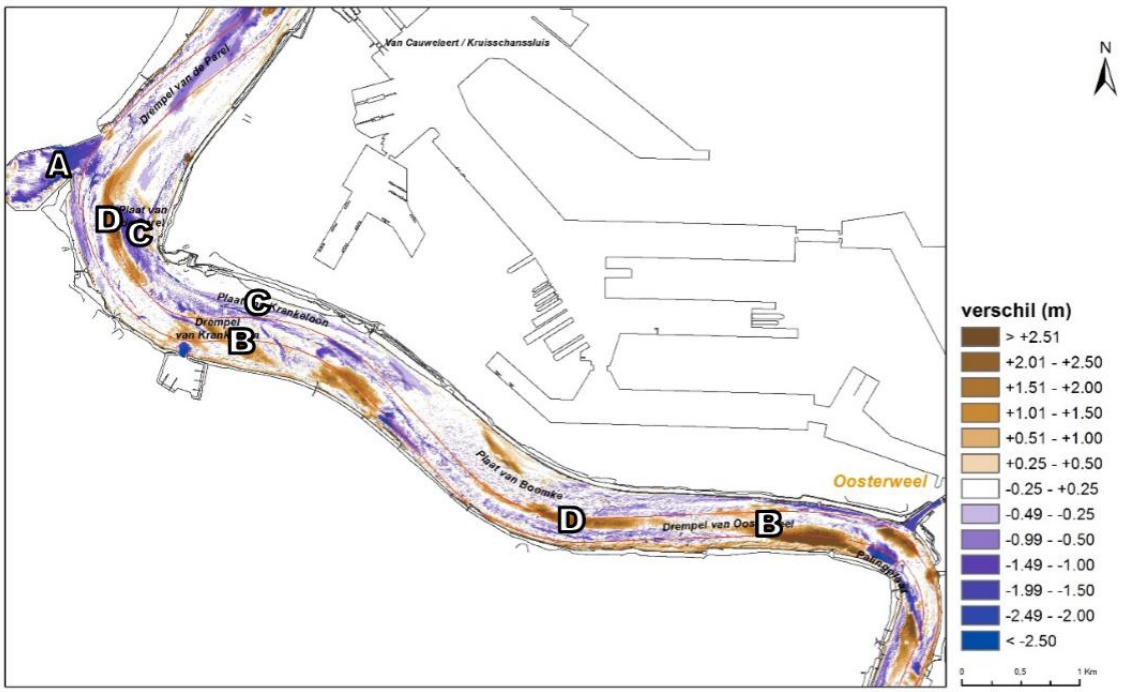
Figuur 2-34: Verschilkaart 2009-2013 in het meest afwaartse deel van de Beneden-Zeeschelde.



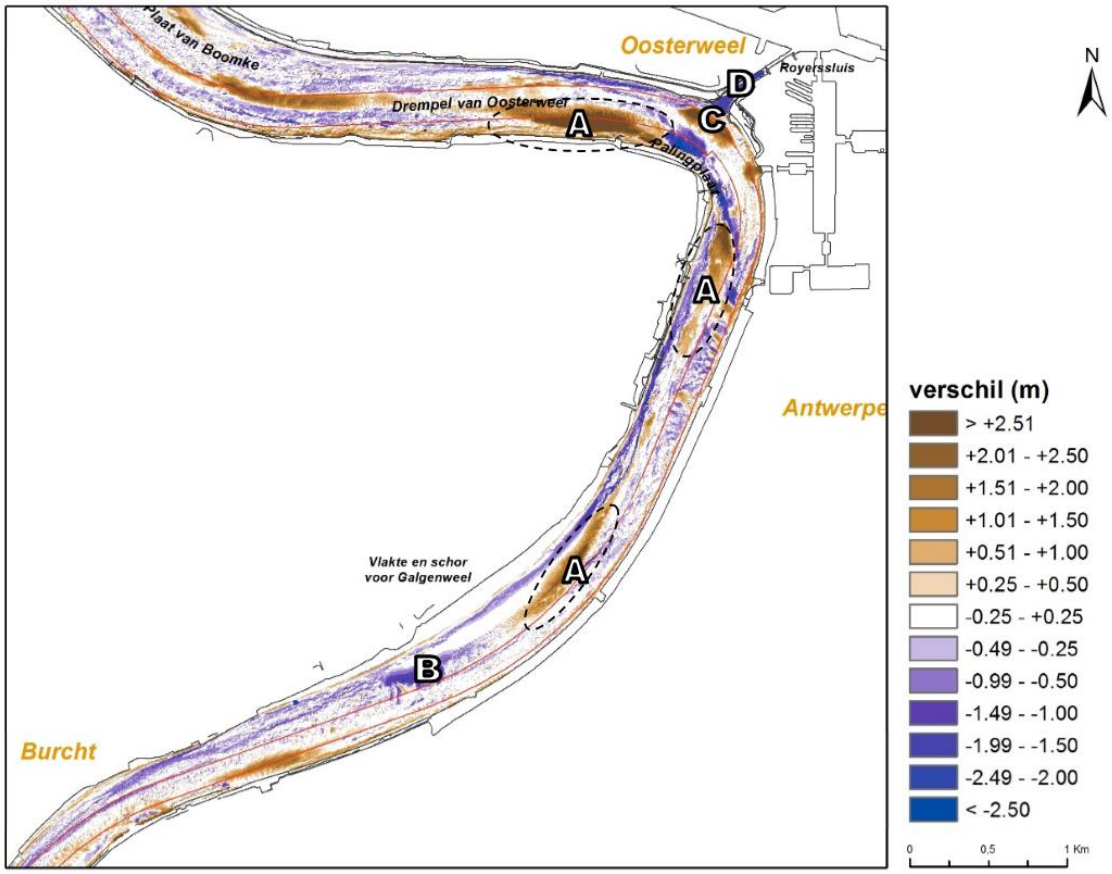
Figuur 2-35: Verschilkaart 2009-2013 ter hoogte van het Deurganckdok.

Tussen 2009 en 2013 verdiept de zone tussen de Drempel van Frederick en de Drempel van Lillo gevoelig onder invloed van onderhoud- en verdiepingswerken (Figuur 2-35). Dit geldt ook voor het Deurganckdok en de toegang naar beide sluizen (Figuur 2-35, A). In het westen komt de Galgenschoor onder druk te staan door verdieping, maar lijkt zich in noordelijke en - vooral - zuidelijke richting uit te breiden (Figuur 2-35, B). Sedimentatie treft men aan op de Drempel van Lillo en op het noordelijk deel van de Ketelplaat (Figuur 2-35, C). Op het zuidelijke deel en ter hoogte van de Ketenissepolder kan erosie worden waargenomen. Verder stroomopwaarts verdiept ook de Drempel van de Parel. In de vaargeul ziet men het resultaat van de stortproef in de Diepe Putten van de Ketelplaat tijdens het voorjaar van 2010 (Figuur 2-29, D; IMDC, 2011a).

Op de verschilkaart ter hoogte van de Plaat van Boomke (Figuur 2-36) is het duidelijk dat de toegang naar de Kallosluis verdiept (Figuur 2-36, A). De Drempel van Krankeloon en de Drempel van Oosterweel zijn sindsdien hoger geworden (Figuur 2-36, B). Erosie komt voor op de Plaat van de Parel en langsheen de Plaat van Krankeloon (Figuur 2-36, C). Verder treft men verondiepingen aan op de westelijke en zuidelijke rand van de Plaat van de Parel en de Plaat van Boomke (Figuur 2-36, D).

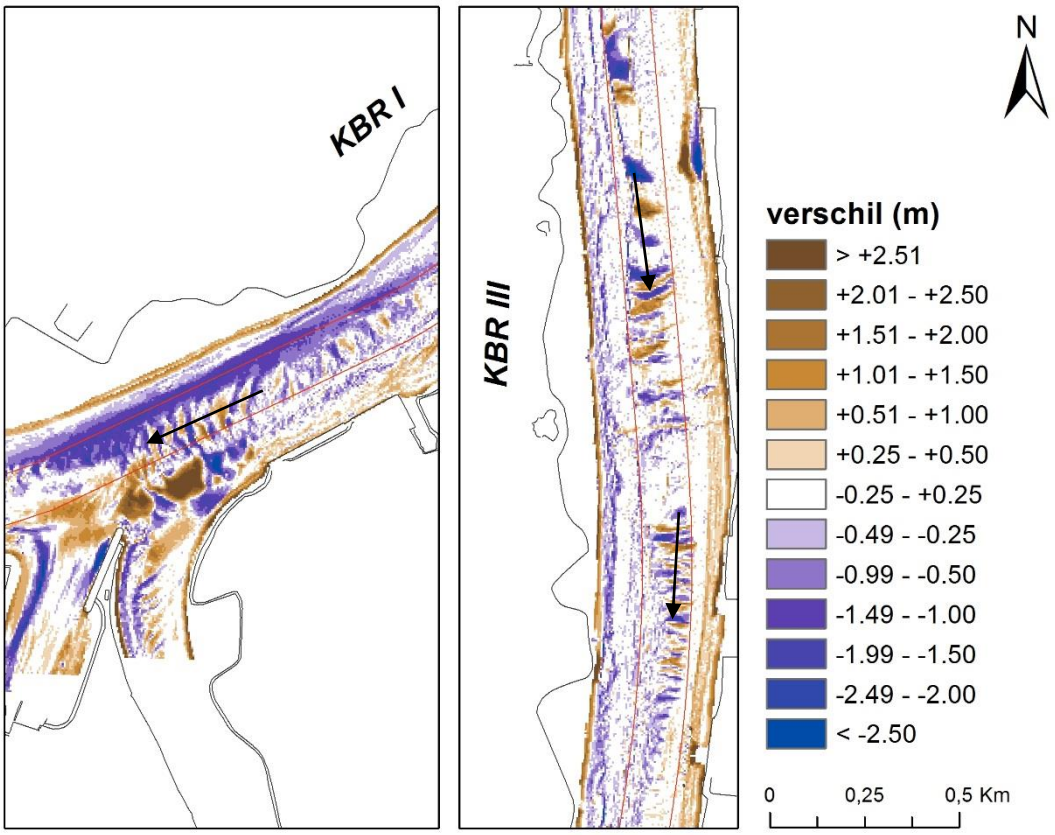


Figuur 2-36: Verschilkaart 2009-2013 ter hoogte van de Plaat van Boomke.



Figuur 2-37: Verschilkaart 2009-2013 ter hoogte van de Rede van Antwerpen.

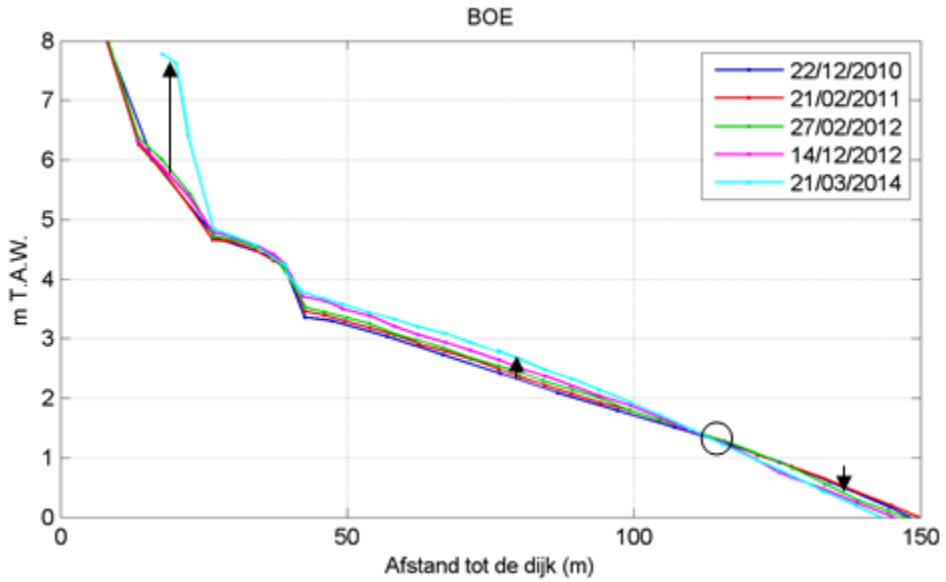
Tussen Oosterweel en Burcht (Figuur 2-37) valt het op dat de linkeroever van de Zeeschelde onderhevig is aan erosie, behalve op sommige delen van de Palingplaat en de schoor voor Galgenweel (Figuur 2-37 A). Mogelijks komt een deel van de gestorte slibspecie vanuit het stortvak van Oosterweel hier terecht. Hier werden immers de voorbije jaren systematisch grote hoeveelheden gestort. De zuidelijke rand van de schor verliest echter aan terrein (Figuur 2-37, B). Aan de Royerssluis, net voor de versmalling van de vaargeul, komt sedimentatie voor (Figuur 2-37, C). De toegang naar de sluis zelf wordt antropogeen verdiept (Figuur 2-37, D).



Figuur 2-38: Verschilkaart 2009-2013 ter hoogte van KBR I (links) en KBR III (rechts).

Verder stroomopwaarts worden de autonome processen terug dominanter. Stroomopwaarts gerichte duinmigratie nabij KBR I en III is zichtbaar in Figuur 2-38, onder meer onder de vorm van duinmigratie en sedimentatie op drempels en in binnenbochten. In de sectie tussen Burcht en Rupelmonde domineert oevererosie, maar lokaal - bvb. ter hoogte van Hemiksem, Schelle en de Rupelmonding - wordt ook sediment afgezet.

Wat betreft fysiotoopveranderingen in de Beneden-Zeeschelde doet zich een een netto-verschuiving voor van supralitoraal naar subtidaal. Er doet zich ook een afname van het areaal middelhoog slik voor, onder invloed van steiler wordende slikhellingen. Een voorbeeld hiervan op de Boerenschans is weergegeven in Figuur 2-39.



Figuur 2-39: Schor-slikprofiel "BOE" op Boerenschans (databron: INBO, 2014).

2.4 FYSICOCHEMIE EN WATERBODEMKWALITEIT

De fysicochemische toestand van het Scheldewater omvat parameters zoals het gehalte aan sediment in suspensie, het zoutgehalte, en het doorzicht. Samen met de waterbodemkwaliteit vormen deze parameters de link tussen de hydrodynamiek en sedimentdynamiek enerzijds, en de ecologische processen anderzijds. Ook het gehalte aan Chlorofyl-A, dat een maat is voor de primaire productie maar ook een belangrijke factor voor het doorzicht, wordt in dit deel besproken.

2.4.1 Chemische kwaliteit van de waterbodem

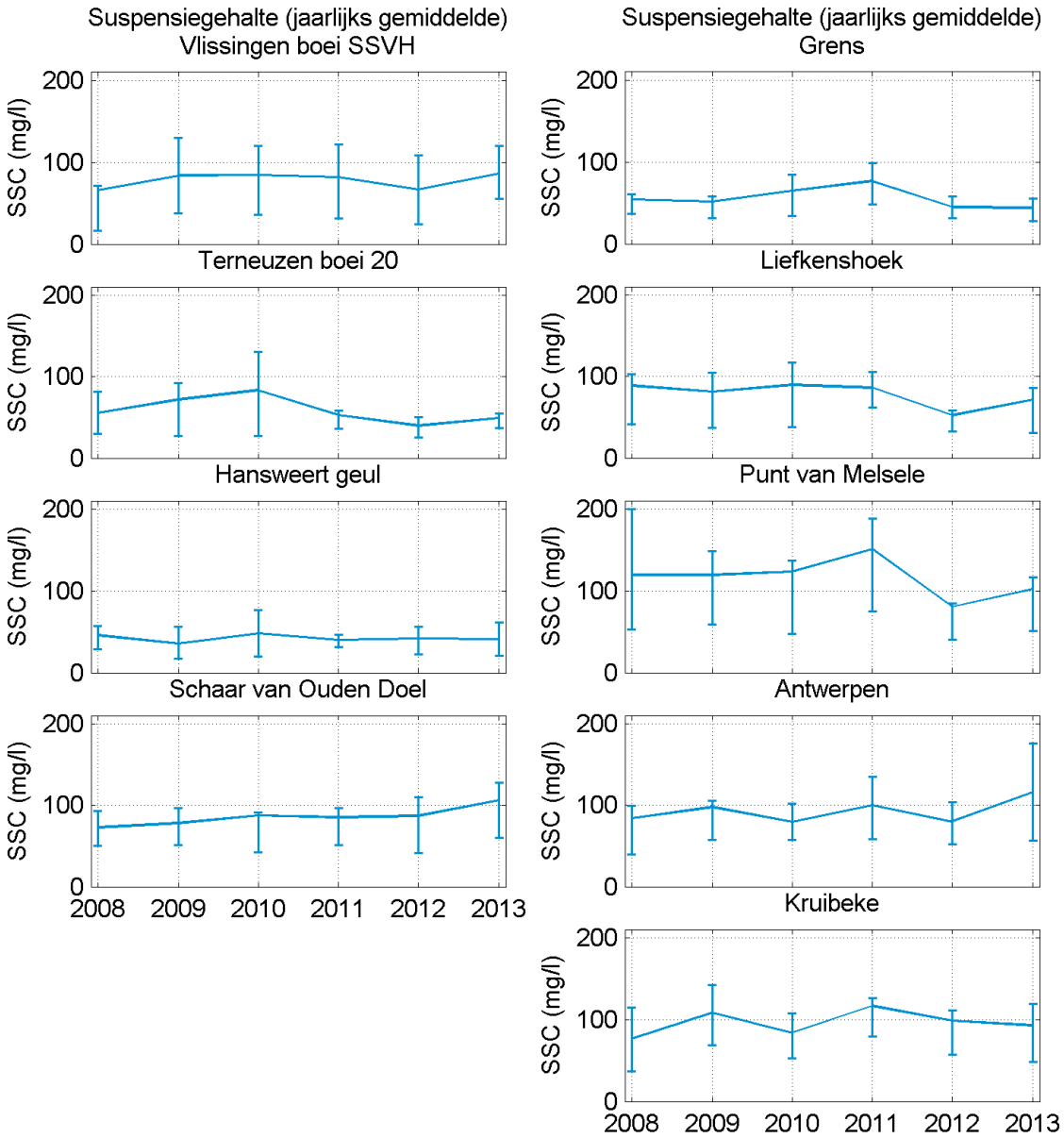
Wat betreft waterbodemkwaliteit behoren de normoverschrijdingen van verschillende verontreinigingsparameters (PCBs, zware metalen, organische parameters, extraheerbare halogeenverbindingen) in 2011-2013 tot de laagste van de afgelopen tien jaar in de Beneden-Zeeschelde (VMM, 2013a). Het flexibel storten heeft dus niet gezorgd voor een verhoging van de normoverschrijdingen en het terugstorten van baggerspecie blijft dus te rechtvaardigen. In de Westerschelde is sinds 2007 geen enkele overschrijding van de normen volgens de Zoute Baggertoets (ZBT) voorgekomen. De baggerspecie voldoet hierdoor aan de normen om teruggestort te worden (VMM, 2013b).

2.4.2 Suspensiegehalte

Het gehalte aan sediment in suspensie wordt zowel door middel van periodieke staalnames (twee maal per maand tijdens de zomerperiode, één maal per maand buiten de zomer) als met behulp van continue metingen opgevolgd.

De jaargemiddelde suspensiegehaltes op basis van periodieke staalnames (genomen aan het oppervlak in de Beneden-Zeeschelde en 1 m onder het wateroppervlak in de Westerschelde) zijn weergegeven in Figuur 2-40.

Tijdens de periode 2008-2013 deden zich geen statistisch significante trends voor in het suspensiegehalte of in de jaarlijkse standaardafwijking. Te Schaar van Ouden Doel werd wel een stijging waargenomen die net niet aan het significantiecriterium voldeed (p = 0.053). In de Beneden-Zeeschelde lagen de jaargemiddelde waarden op de meeste meetpunten het hoogst in 2011. Dit valt samen met de hoogste volumes slibstorting in de Beneden-Zeeschelde (zie Figuur 2-8).



Figuur 2-40: Jaargemiddeld suspensiegehalte in de Westerschelde (links) en in de Beneden-Zeeschelde (rechts) op basis van periodieke staalnames. Foutbalken geven het 25ste en 75stepercentiel weer.

Op de meetlocaties Boei 84 en Oosterweel (beide in de Beneden-Zeeschelde) wordt met multiparametertoestellen op continue basis de turbiditeit gemeten, en deze turbiditeit wordt via kalibratie omgezet naar sedimentconcentraties. Deze continue metingen geven een beter beeld van de variabiliteit en de piekwaarden van het suspensiegehalte dan de periodieke metingen. Op beide meetlocaties zijn twee toestellen geplaatst: te Oosterweel op 1,0 m en 4,5 m boven de bodem, en te Boei 84 op 0,8 m en 3,3 m boven de bodem.

Tijdens bepaalde periodes waren de gebruikte meettoestellen zo afgesteld dat de turbiteitssensoren hun saturatieniveau bereikten. Hierdoor konden de hoogste suspensiegehaltes tijdens deze periodes niet worden gemeten, maar werden de meetreeksen op een bepaald plafonneringsniveau afgetopt. Deze perioden zijn in blauw aangegeven in Figuur 2-41 en Figuur 2-42.

Op beide locaties is een stijging in het suspensiegehalte waargenomen, zowel in het tweedagelijks gemiddelde (brede zwarte/blauwe lijn) als in de piekwaarde (geïllustreerd door de jaarlijkse 99ste percentielwaarde, de rode lijn in Figuur 2-41 en Figuur 2-42). Deze stijging was het sterkst tijdens de jaren 2005-2011. Op het meetpunt Oosterweel zijn in 2011-2013 de gemiddelde suspensiegehaltes licht afgenomen, maar is de jaarlijkse 99ste percentielwaarde nog licht blijven stijgen. Op het meetpunt Boei 84 zijn zowel de gemiddelde waarde als de 99ste percentielwaarde licht toegenomen in 2011-2013, zij het aan een lager tempo dan in 2006-2011. De stijging was sterker te Oosterweel dan op Boei 84: de gemeten suspensiegehaltes zijn tot ca. 2009 hoger op Boei 84 dan op Oosterweel (vermoedelijk omdat de meettoestellen dichter bij de bodem zijn geplaats); daarna zijn de waarden hoger te Oosterweel. De hoge waarden van het suspensiegehalte te Oosterweel in 2011 worden bevestigd door metingen met behulp van staalnames tijdens de langsvaarten uitgevoerd door het Waterbouwkundig Laboratorium tijdens halftij-eb, kentering hoogwater en kentering laagwater (Vanlierde *et al.*, 2014).

Uit een voorgaande analyse is gebleken dat het suspensiegehalte te Oosterweel sterk wordt beïnvloed door nabijgelegen stortingen van slib afkomstig van het Deurganckdok en de Drempel van Frederick (IMDC, 2013b). Deze stortingen lagen het hoogst in 2011 en zijn daarna licht verminderd (Figuur 2-8); dit is waarschijnlijk de oorzaak voor de daling in de waargenomen sedimentconcentraties in 2011-2013.

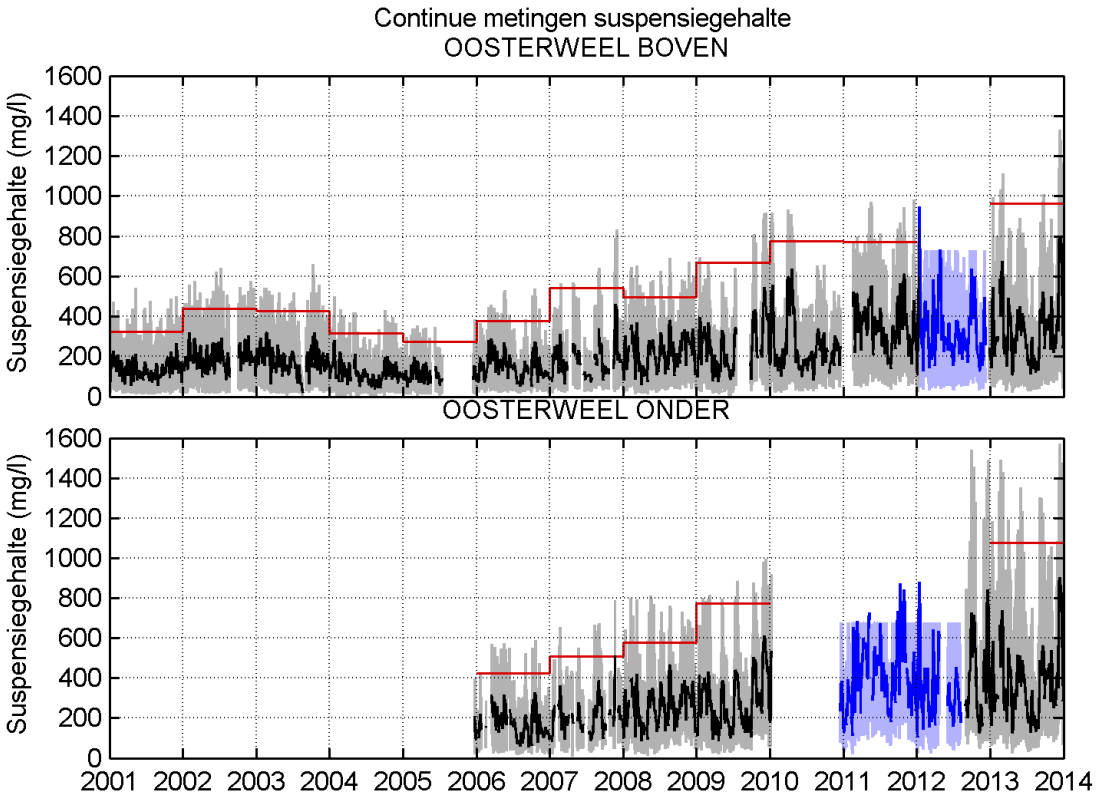
Het MER (Consortium Arcadis-Technum, 2007c) wijst als autonome ontwikkeling op een beperkte toename van de slibconcentraties tot 2010 en een afname van de gemiddelde en maximale slibconcentraties tegen 2030. De conclusies (Consortium Arcadis-Technum, 2007c) bij het onderdeel tijdelijke effecten (pluimverspreiding) komen duidelijker overeen met wat de voorbije jaren werd waargenomen in de buurt van het turbiditeitsmaximum:

> *"De bagger- en stortactiviteiten* [in de Beneden-Zeeschelde] *leiden tot een verhoging van de (gemiddelde) slibconcentratie die over een lange afstand merkbaar is […] met meer dan 50 mg/l tussen Bath […] en de Rupelmonding […]"*

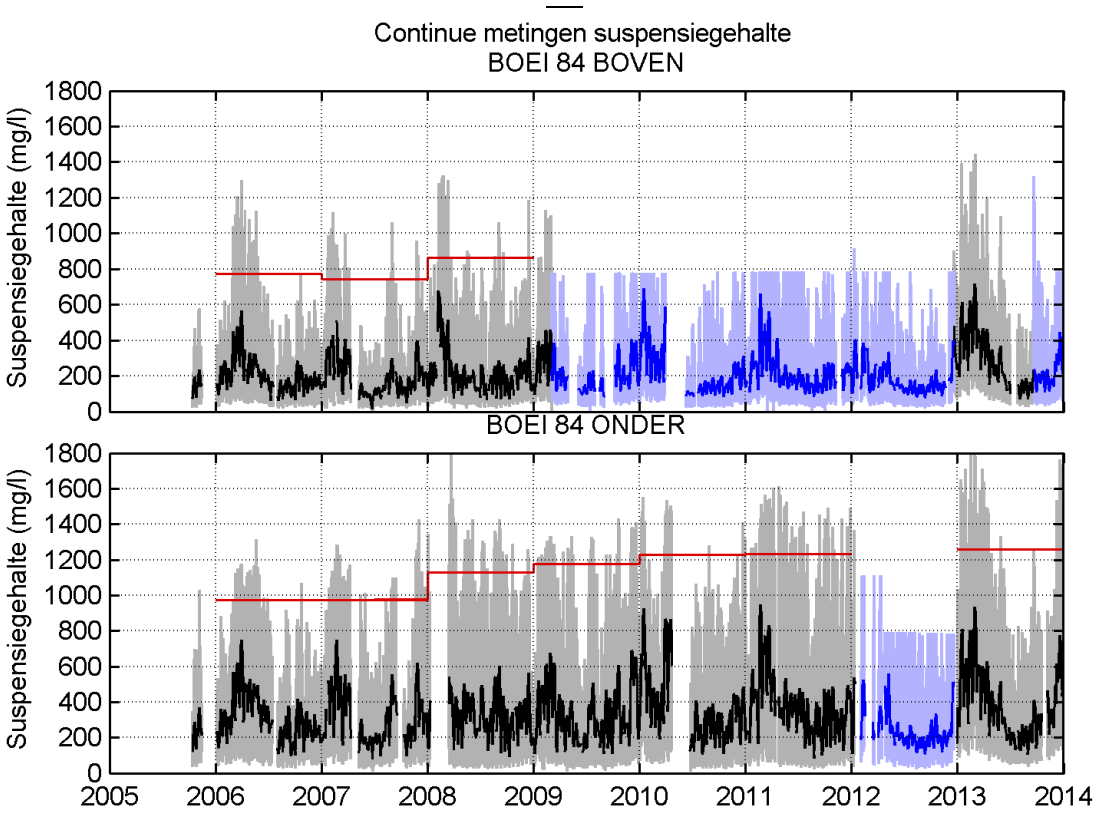
en

> *"Ten gevolge van de bagger- en stortactiviteiten op de Beneden-Zeeschelde treedt er een versterking op van de algemene tendens van de bestaande aanslibbingspatronen."*

De stijging van het suspensiegehalte en de stijging van de piekconcentraties zijn verontrustend in het kader van een eventuele systeemomslag naar een hyperturbide toestand. Dit proces wordt verder besproken in het hoofdstuk Integrale Discussie (§3).



Figuur 2-41: Continue metingen suspensiegehalte Oosterweel. Brede zwarte lijn geeft het tweedagelijks gemiddelde weer, rode lijn de jaarlijkse 99ste percentielwaarde. Metingen in blauw geven aan wanneer het saturatieniveau van de turbiditeitssensor werd bereikt. De tweedagelijkse gemiddelden komen boven deze waarden uit als gevolg van statistische verwerking; zie Datarapport en bijlage daarin voor meer informatie.

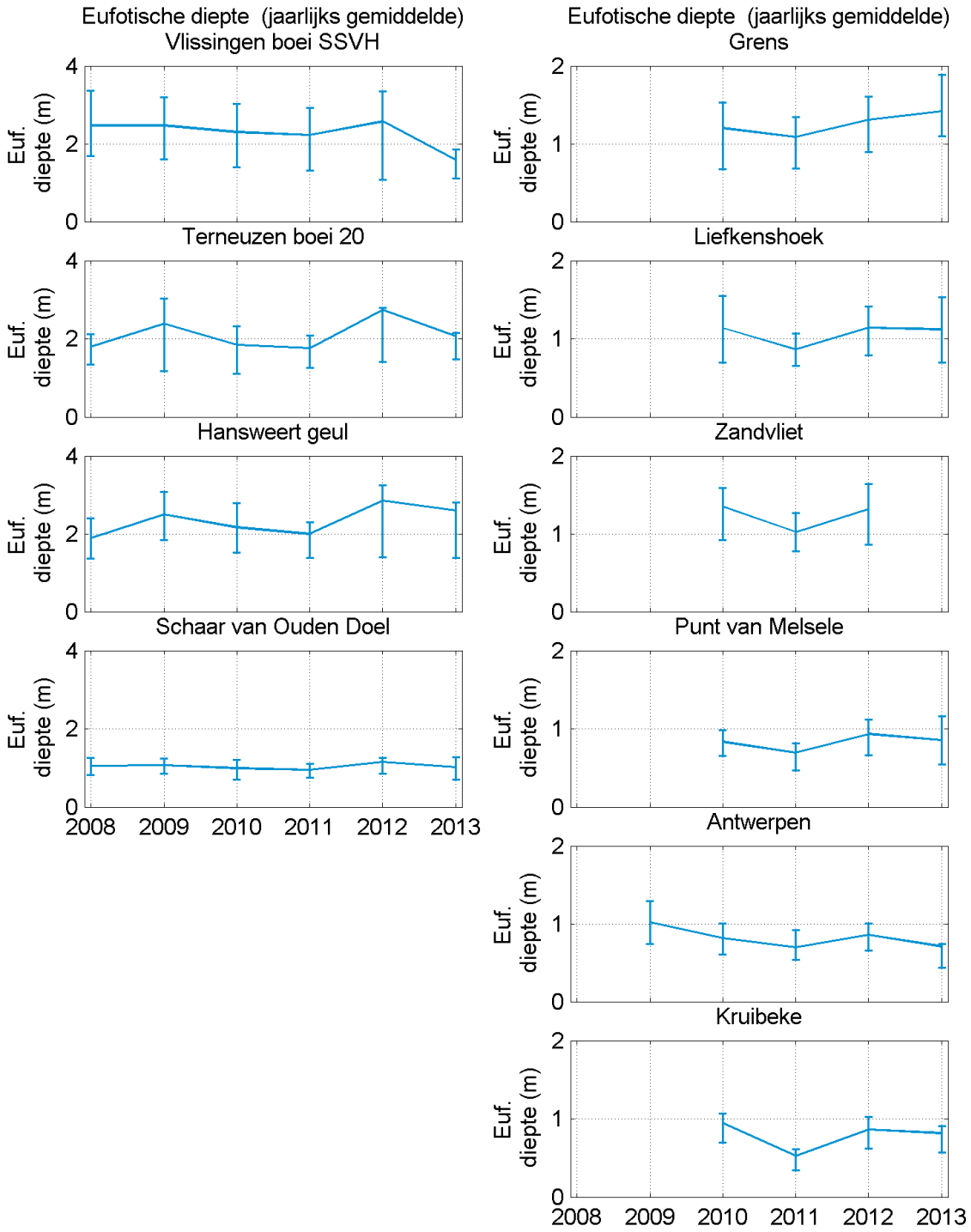


Figuur 2-42: Continue metingen suspensiegehalte Boei 84. Brede zwarte lijn geeft het tweedagelijks gemiddelde weer, rode lijn de jaarlijkse 99ste percentielwaarde. Metingen in blauw geven aan wanneer het saturatieniveau van de turbiditeitssensor werd bereikt.

2.4.3 Doorzicht

Het doorzicht geeft aan hoe diep zonlicht binnendringt in het Scheldewater. Dit wordt beïnvloed door o.a. het gehalte aan zwevende stof en aan biomassa, en is een belangrijke limiterende factor voor de primaire productie in het Schelde-estuarium. De eufotische diepte, gedefinieerd als de diepte waarop nog slechts 1 % van het licht kan doordringen, is een goede meetparameter voor het doorzicht. Er zijn geen statistisch significante trends waargenomen in de eufotische diepte tijdens de periode 2008-2014 (Figuur 2-43). In de Beneden-Zeeschelde werden in 2011 licht verlaagde waarden opgemeten. Dit valt samen met de verhoogde waarden van het gehalte aan zwevende stof tijdens dit jaar (Figuur 2-40).

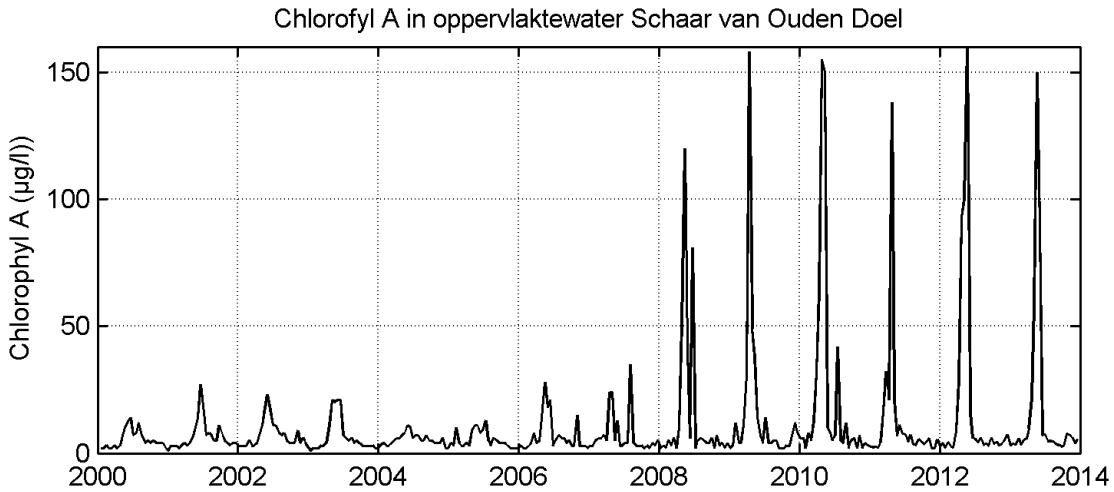
In het MER (Consortium Arcadis-Technum, 2007c) werd gesteld dat (autonome) veranderingen in doorzicht verwacht worden waar de veranderingen in slibconcentraties verwacht worden. Als gevolg van de verruiming werden geen veranderingen verwacht omdat in de Westerschelde de veranderingen in sedimentconcentraties te laag zijn en in de Beneden-Zeeschelde reeds dermate hoog dat veranderingen evenmin veel verandering veroorzaken. De effecten van verruiming of geoptimaliseerde stortstrategie werden als gering bestempeld, wat op basis van de hier beschikbare doorzichtgegevens bevestigd lijkt.



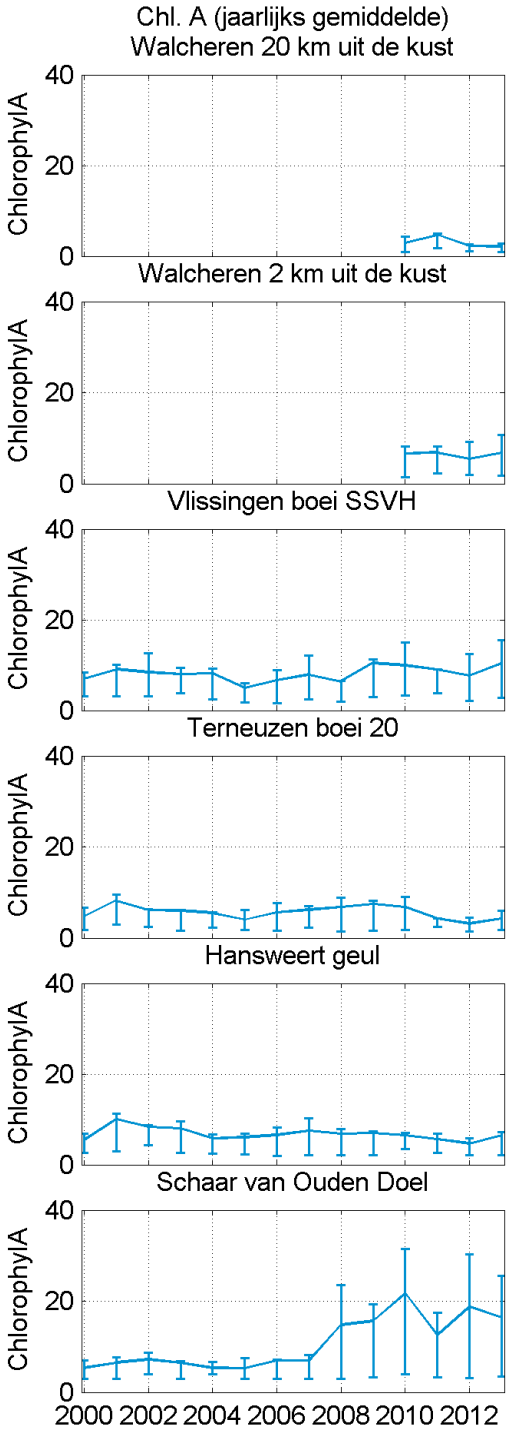
Figuur 2-43: Jaargemiddelde waarden voor de eufotische diepte in de Westerschelde (links) en de Beneden-Zeeschelde (rechts). Foutbalken geven het 25ste en 75stepercentiel weer.

2.4.4 Chlorofyl-A

Het Chlorofyl-A gehalte in de waterkolom is een maat voor de primaire productie. Deze parameter vertoont een sterke seizoensgebonden variabiliteit, met telkens een piek tijdens het voorjaar. Op de stations gelegen van Schaar van Ouden Doel (aan de grens België-Nederland) tot de Punt van Melsele wordt vanaf 2008 een sterk verhoogd piekgehalte aan Chlorofyl-A waargenomen (Figuur 2-44). Dit is te wijten aan algenbloei van een exoot. Het valt op te merken dat het ongeveer het donkerste gedeelte (kleinste eufotische diepte) van de Schelde is waar deze planktonbloei zich heeft genesteld. Verder werd een lichte (doch significante) daling opgemeten op de meetpunten Hansweert en Terneuzen. Metname in 2011 en 2012 lagen de Chlorofyl-A waarden tijdens de voorjaarsbloei er relatief laag. In 2013 werden echter opnieuw normale waarden opgemeten.



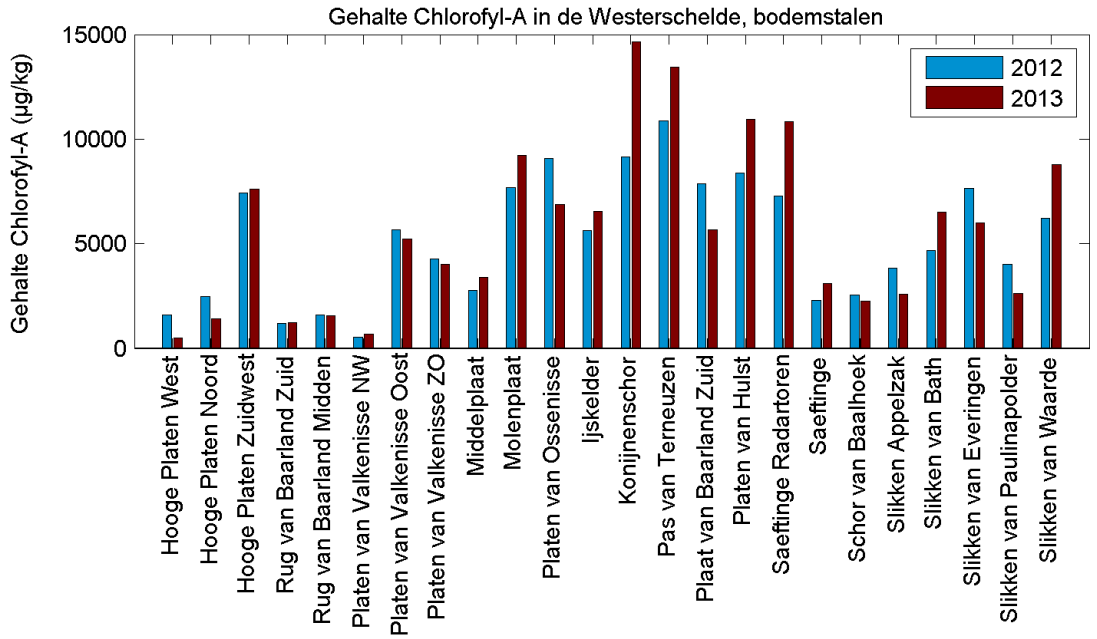
Figuur 2-44: Gehalte aan Chlorofyl-A in de waterkolom op de Schaar van Ouden Doel.



Figuur 2-45: Jaargemiddeld suspensiegehalte in de Westerschelde op basis van periodieke staalnames. Foutbalken geven het 25ste en 75stepercentiel weer.

Naast de metingen van het chlorofylgehalte in de waterkolom werden in er 2012 en 2013 3 à 4 maal per jaar stalen genomen van het Chlorofyl-A gehalte in de bodem op de platen en schorren in de Westerschelde. Chlorofyl op de bodem is hoofdzakelijk gelinkt aan kiezelwieren (diatomeën). Deze organismen dragen bij tot de primaire productie, en verhogen via de vorming van matten ook de weerstand tegen bodemerosie. Jaargemiddelde data (enkel rekening houdend met de metingen genomen tijdens maart, september en december, de maanden waarin zowel in 2012 als in 2013 werd gemeten) zijn weergegeven in Figuur 2-46.

Speciale aandacht gaat naar de zones Hooge Platen West en Noord, Rug van Baarland Zuid, en Platen van Valkenisse Noord-west omdat deze meetpunten in of nabij de plaatrandstortzones liggen. Op Hooge Platen West en Noord is het chlorofyl-A gehalte gezakt in 2013 t.o.v. 2012, terwijl het op de zuid-westelijke kant van de Hooge Platen licht is gestegen. Op de Rug van Baarland Zuid en de Platen van Valkenisse Noord-West is het chlorofylgehalte licht toegenomen. Op de andere platen is het chlorofylgehalte ook toegenomen. Op de slikken en schorren langsheen de rivieroever is er een gemengd beeld, met op sommige locaties een toename van het chorofylgehalte en op andere locaties een afname. De evolutie van het chlorofyl-A gehalte nabij de plaatrandstortingen ligt dus binnen de range van de evolutie in andere gebieden in de Westerschelde. Door het feit dat de bemonstering maar 4 keer per jaar meer gebeurt, kan de representativiteit hiervan in vraag gesteld worden (i.v.m. meehebben of missen van bloeiperiodes).

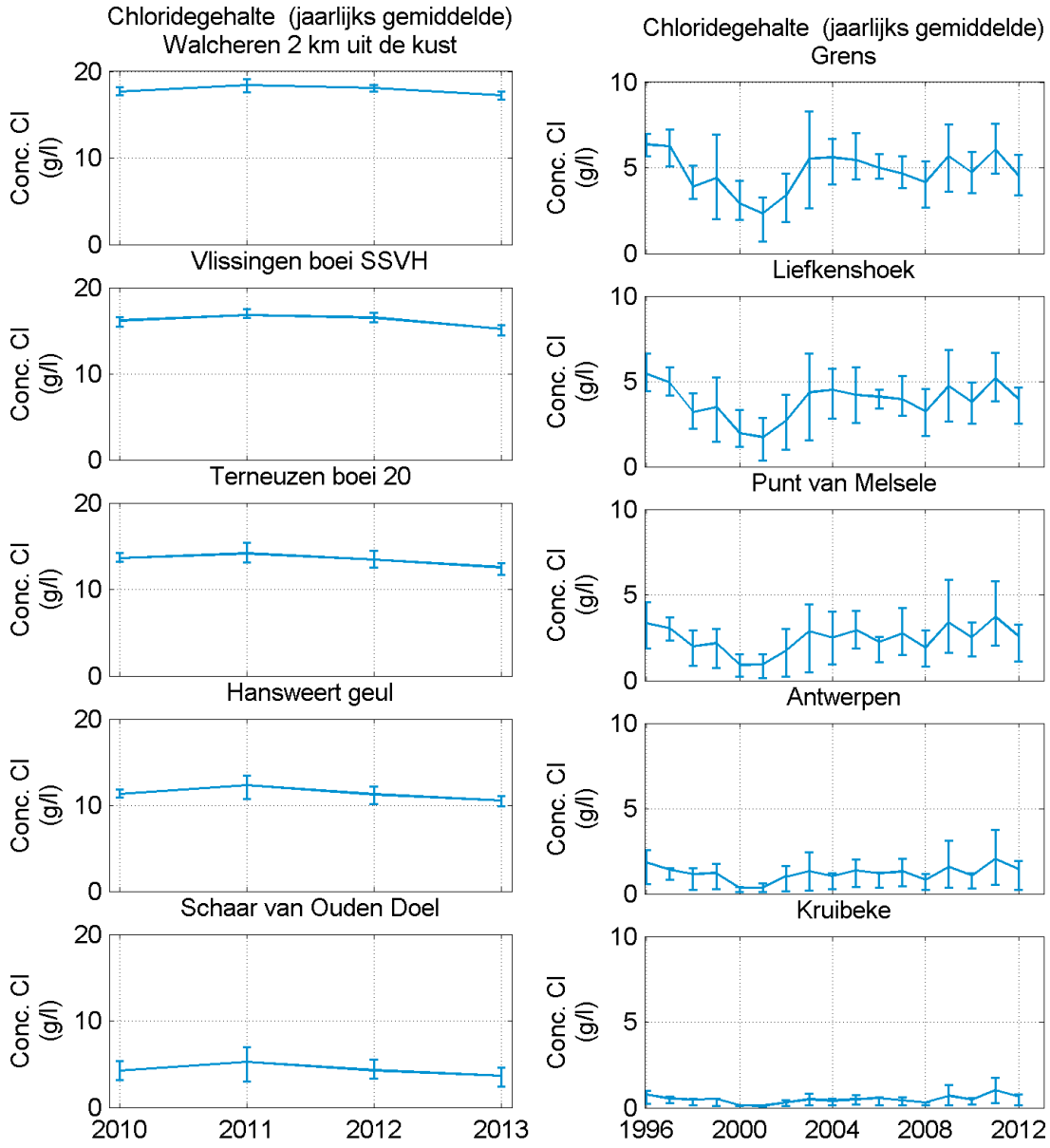


Figuur 2-46: Chlorofyl-A gehalte in de Westerschelde gemeten m.b.v. bodemstalen

2.4.5 Chloridegehalte

Het chloridegehalte is een maat voor de indringing van zout water in het estuarium. Jaargemiddelde meetwaarden van het chloride vertonen een lichte daling van 2011 tot 2013 in de Westerschelde (Figuur 2-47, boven). De daling is het sterkst in Hansweert (sterker dan aan de monding). Waarden voor 2013 voor de Beneden-Zeeschelde waren nog niet beschikbaar, maar de jaargemiddeldes in 2012 liggen ook daar lager dan in 2011. De daling ligt echter binnen de gebruikelijke variabiliteit van de laatste decennia. De jaargemiddelde afvoer van de Schelde vertoont een sterke correlatie met het jaargemiddeld chloridegehalte (T2009 Consortium, 2013). In 2012-2013 was er een (lichte) stijging van het bovenafvoerdebiet van zowel de Schelde als de spuisluis van Bath (§2.2.1) en dit is waarschijnlijk de verklaring voor de afname van het chloridegehalte tijdens deze periode. Een effect van de verruiming kan niet aangetoond worden.

In het MER (Consortium Arcadis-Technum, 2007e) werd een lichte toename van de zoutindringing verwacht, maar vooral als gevolg van de zeespiegelstijging.



Figuur 2-47: Jaargemiddelde waarden voor het chloridegehalte in de Westerschelde (links) en de Beneden-Zeeschelde (rechts).
Foutbalken geven het 25ste en 75stepercentiel weer.

2.5 FAUNA

In dit deel wordt de evolutie nagegaan van de populaties macrobenthos, niet-broedvogels, broedvogels en zeehonden in de Westerschelde in het algemeen, en specifiek op de plaatranden.

2.5.1 Macrozoöbenthos

Inleiding

Macrozoöbenthos is de verzamelnaam voor alle organismen die leven in de bodem van zoete, brakke en zoute wateren en groter zijn dan 1 mm waardoor deze organismen nog net waarneembaar zijn met het blote oog.

De voor de benthosanalyse beschikbare gegevens betreffen densiteit en biomassa van schelpdieren (1991-2013) en benthos in de Westerschelde (1992-2012). Daarnaast worden de kwalitatieve Westerschelde data (voorkomen van wadpieren, kokkels, …) besproken in combinatie met geomorfologische en sedimentologische parameters in §2.3.

De kwantitatieve gegevens van de bodemdiergemeenschap worden beoordeeld op ecotopenschaal per drie jaar aangezien binnen die periode voldoende monsters genomen werden voor een beoordeling. Deze gegevens worden met het oog op de 6-jaarlijkse monitoring verzameld; de gegevens dienen ook op ruimtelijk grote schaal beschouwd te worden (brakke zone vs. zoute zone).

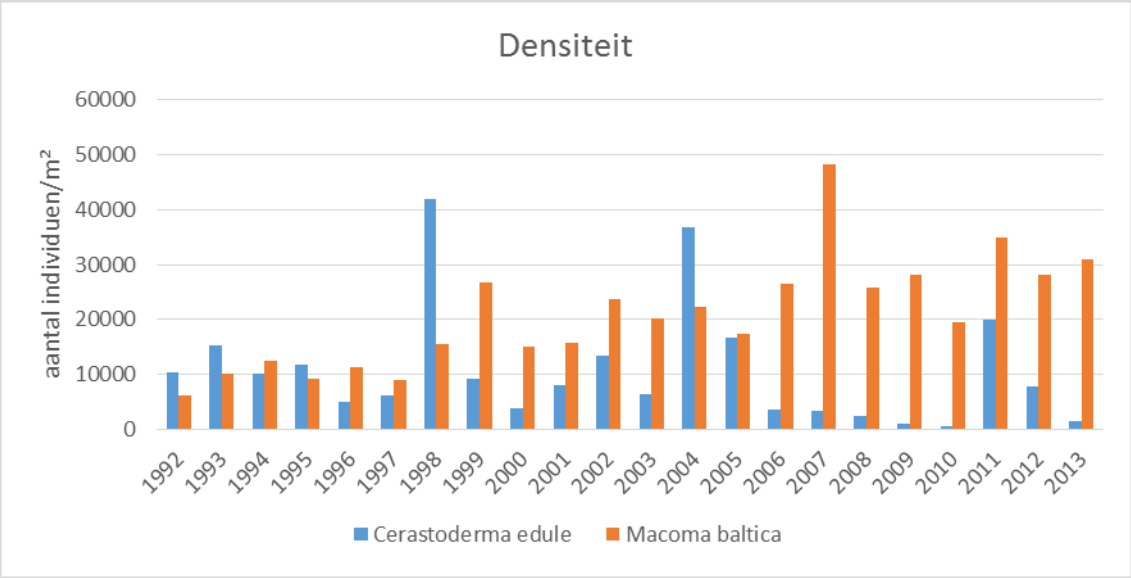
Omdat vanuit de Vogelbescherming Nederland de vraag is gekomen om ook benthosgegevens te beschouwen bij de analyse van de effecten van de plaatrandstortzones, is er gekozen om deze gegevens ook in de voorliggende rapportage op te nemen en hierbij meer in detail te kijken naar de bemonsteringspunten nabij de plaatrandstortzones. Hierbij werd telkens de opdeling in ecotopen gevolgd, en enkel deze selecties waarbij voldoende observaties beschikbaar waren, werden verder beschouwd.

Analyse brak vs. zout

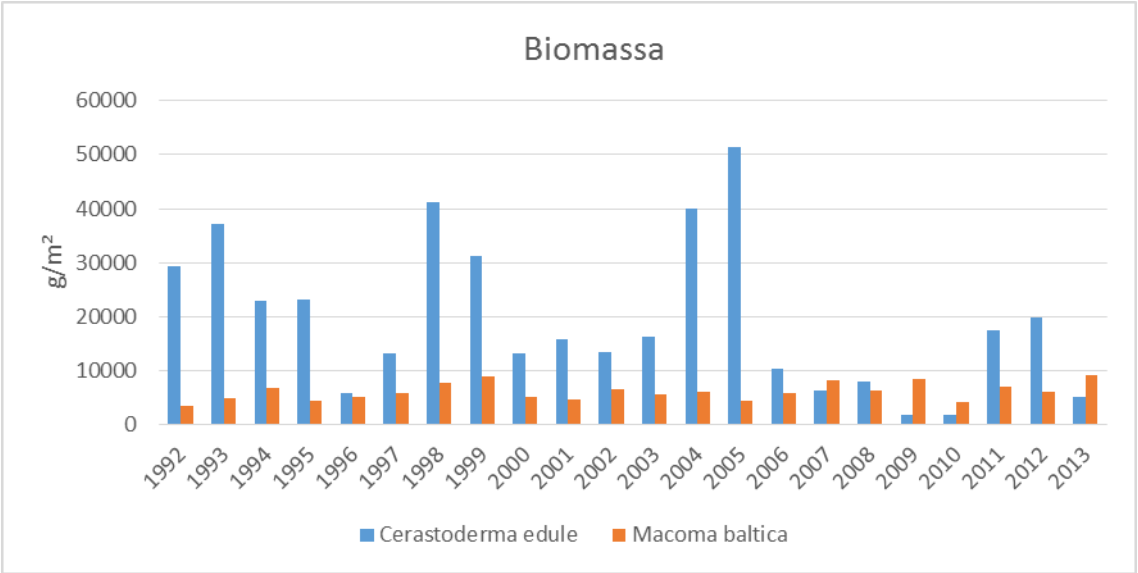
Sinds het begin van de waarnemingen in 1992 vertoont de (gewone) kokkel *Cerastoderma edule* een algemeen dalende trend, met enkele densiteits- en biomassapieken in 1998, 2004 en 2011, steeds gevolgd door een verdere gestage daling (Figuur 2-48 en Figuur 2-49). Kokkels komen bijna uitsluitend voor in de zoute zone van de Westerschelde in het hoog-en laagdynamisch (sub)litoraal, met hogere gemiddelde densiteit en biomassa in het laagdynamisch gebied.

Het nonnetje *Macoma balthica* toont een positieve populatietrend in de Westerschelde sinds 1992 (Figuur 2-48). Deze schelpdiersoort leeft een paar centimeter onder zandig of modderig oppervlak van de hoogste zones van het litoraal tot de laagste zones van het sublitoraal (zelden dieper dan 25 m). Echter, er werd enkel een stijging in de densiteit van *Macoma* waargenomen terwijl de trend in de biomasssa stabiel bleef (Figuur 2-49). Dit wijst op de aanwezigheid van vele, maar kleine nonnetjes.

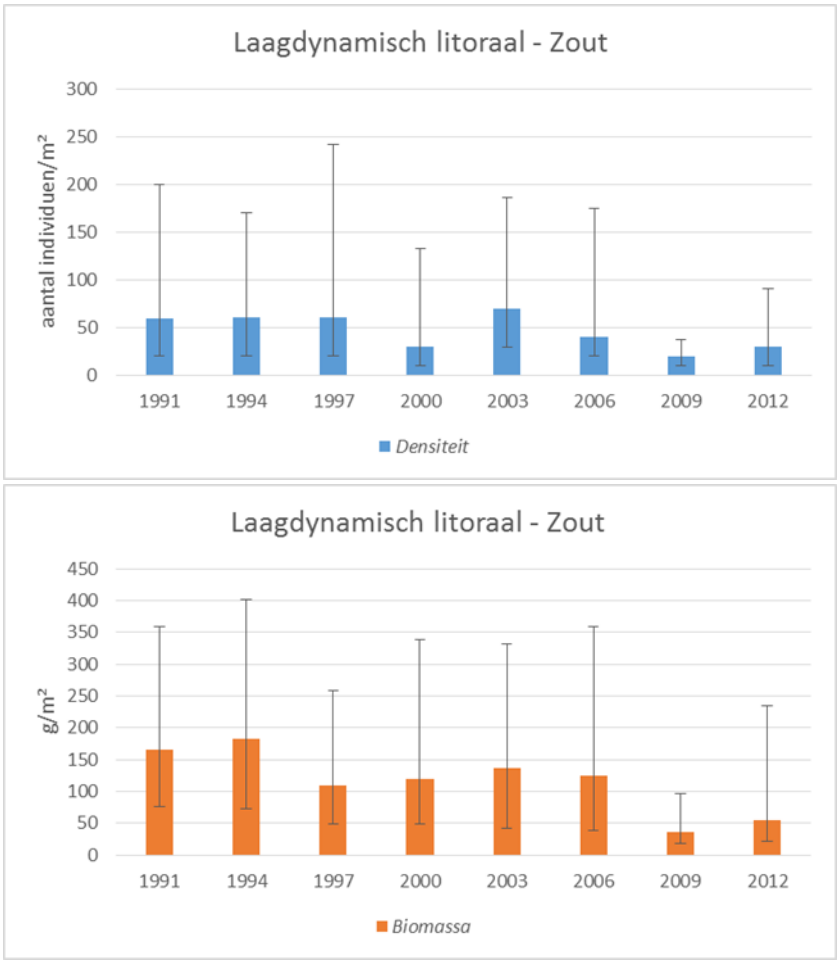
De negatieve ontwikkeling van de kokkels is ook waar te nemen in het laagdynamisch litoraal van de zoute zone (Figuur 2-50). De mediane kokkeldensiteit en biomassa neemt af, alsook de waarde van het derde kwartiel, wat wijst op een afname van het aantal waarnemingen met hoge densiteiten. De stijging van de densiteit van *Macoma* treedt vooral voor 2003 op.



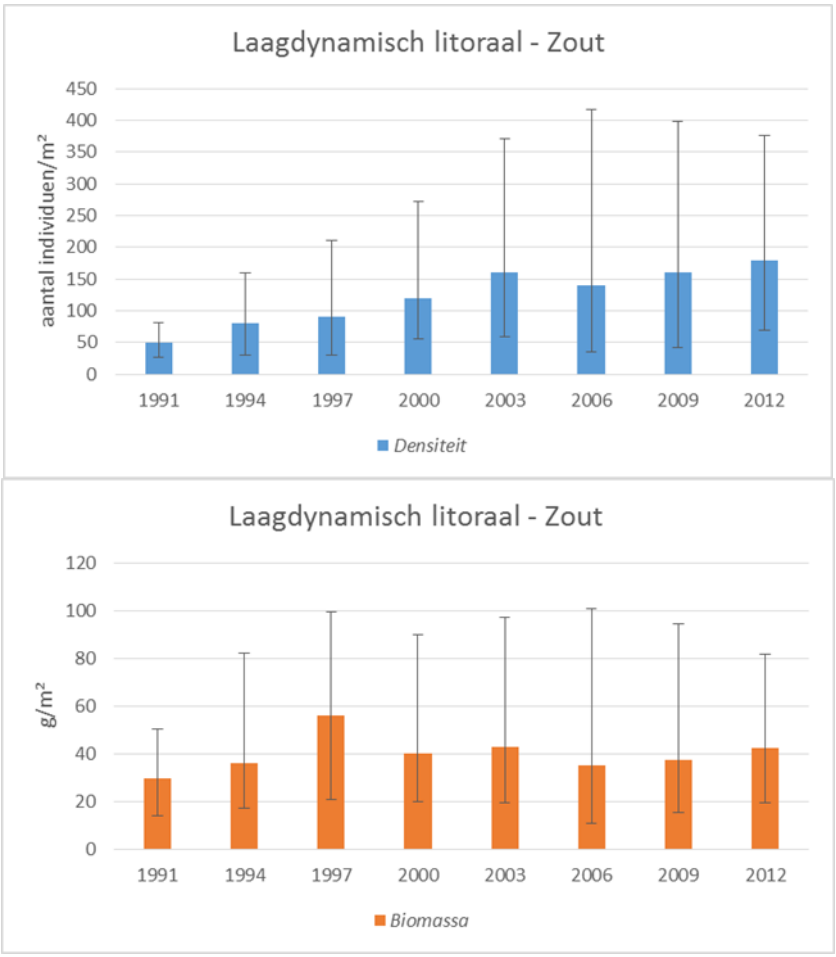
Figuur 2-48: Temporele evolutie van de densiteit van Cerastoderma edule (blauw) en Macoma Baltica (oranje) in de Westerschelde tussen 1992 en 2013.



Figuur 2-49: Temporele evolutie van de biomassa van Cerastoderma edule (blauw) en Macoma baltice (oranje) in de Westerschelde tussen 1992 en 2013.



Figuur 2-50: Afname van de kokkeldensiteit en –biomassa in het laagdynamisch litoraal in de zoute zone van het estuarium.



Figuur 2-51: Evolutie van de densiteit en –biomassa vanhet nonnetje in het laagdynamisch litoraal in de zoute zone.

Voor de MWTL benthosdata wordt er gefocust op 3 relatief belangrijkste en talrijke diergroepen: de Bivalvia, Amphipoda en Polychaeta. Op dit niveau zijn er geen trends zichtbaar in periode 1992-2012. Binnen de Bivalvia zijn er wel trends waarneembaar op soortniveau voor de kokkel en het nonnetje die overeenkomen met de dataset van de WOT schelpdierdata.

Observaties ter hoogte van de plaatrandstortzones

Voor de evolutie op de plaatranden werd de mediaan van de densiteit en biomassa eveneens bekeken per ecotoop geclusterd per 3 jaar. Er is enkel voldoende data beschikbaar in het laagdynamisch litoraal bij Rug van Baarland en bij Hooge Platen Noord voor de kokkel en het nonnetje, en in het hoogdynamisch litoraal voor het nonnetje bij Hooge Platen West en Rug van Baarland. Voor de kokkel wordt de negatieve trend bevestigd, terwijl de trend van het nonnetje stabiel blijft of zelfs licht stijgt.

Naast de kwantitatieve gegevens, werden er ook kwalitatieve beoordelingen uitgevoerd door RWS op verschillende staalnamepunten en dit 4 keer per jaar. Ter hoogte van de Hooge Platen West werd op een staalnamepunt een afname van het bodemleven vastgesteld. Op Hooge Platen werd in het westelijk deel van de noordelijke plaatrand (nabij de Bol) een rijker bodemleven waargenomen, maar ook een afname van het aantal kokkels. Op het westelijk deel van de Plaat van Walsoorden, in de nabijheid van de

stortzone, wordt een positief beeld geschetst: wadpieren en *Corophium* nemen toe. Kokkels komen er niet voor. In het zuidelijk deel van de Rug van Baarland, eveneens nabij de stortzone, wordt ook een verrijking van het bodemleven vastgesteld met meer kokkels en wadpieren.

Conclusie

In het MER werd een lichte afname van de biomassa van het benthos verwacht als gevolg van de verruiming. Op basis van de beschikbare gegevens kan hierover nu echter geen uitspraak gedaan worden.

Specifiek voor de kokkelbestanden werd gesteld dat de effecten klein zijn, en minimaal in vergelijking met de grote jaarlijkse variatie. Het is echter op basis van de beschikbare kwantitatieve gegevens niet vast te stellen of de verruiming een effect heeft gehad op het macrozoöbenthos. Er zijn immers vrij sterke autonome trends aanwezig, die samen met de grote variabiliteit in de observaties ervoor zorgen dat het maken van onderbouwde uitspraken nog niet mogelijk is. Er wordt verwezen naar de volgende 6-jaarlijkse systeemevaluatie voor een verdere analyse.

2.5.2 Vogels

2.5.2.1 Inleiding

De vogeltellingen werden vergeleken met de gegevens uit de T2009 rapportage (T2009 Consortium, 2013). In het T2009 rapport werd gewerkt met maandgemiddelden per 6-jaarlijkse periode sinds 1987. In de voorliggende analyse kunnen we slechts evalueren per 4-jaarlijkse periode (2009-2013). Deze analyse is dus methodologisch niet volledig gelijk, en een voorlopig resultaat kan afwijken van wat na de 6-jaarlijkse evaluatie zal besloten worden.

Er is in hoofdzaak gekeken naar soorten waarvoor een instandhoudingsdoelstelling bestaat én die afhankelijk zijn van het estuarium (Tabel 2-7).

Het Schelde-estuarium herbergt meer dan 150.000 watervogels tijdens de winter- en doortrekperiodes. Het is een wetland van internationaal belang, gezien er voor heel wat soorten meer dan 1 % van de populatie voorkomt in het Schelde-estuarium (Ysebaert et al., 2000). In het mondingsgebied en de polyhaliene zone van de Westerschelde komen veel steltlopers voor, zoals scholekster, bonte strandloper, drieteenstrandloper en zilverplevier. In de mesohaliene zone speelt het Verdronken Land van Saeftinghe (ruim 3000 ha) een bijzondere rol voor eenden en ganzen als een uitgebreid foerageergebied en rustplaats. De smient is hier een algemene soort, net als de grauwe gans en pijlstaart.

Tabel 2-7: Niet-broedvogels en broedvogels in de Westerschelde waarvoor een instandhoudingsdoelstelling bestaat en die afhankelijk zijn van het gebied (Consortium Arcadis-Technum, 2007f; Ministerie van Economische Zaken van Nederland, 2014)

Niet-broedvogels	Broedvogels
Bergeend	Blauwborst
Bontbekplevier	Bontbekplevier
Bonte strandloper	Bruine kiekendief
Drieteenstrandloper	Dwergstern
Fuut	Grote stern
Goudplevier	Kluut
Grauwe gans	Strandplevier
Groenpootruiter	Visdief
Kanoet	Zwartkopmeeuw
Kievit	
Kleine zilverreiger	
Kluut	
Kolgans	
Krakeend	
Lepelaar	
Middelste zaagbek	
Pijlstaart	
Rosse grutto	
Scholekster	
Slobeend	
Smient	
Steenloper	
Strandplevier	
Tureluur	
Wilde eend	
Wintertaling	
Wulp	
Zilverplevier	
Zwarte ruiter	

2.5.2.2 Niet-broedvogels

Temporele analyse maandgemiddeldes 1987-2013

Bij de benthivore soorten neemt de populatie van bontbekplevier, zwarte ruiter, scholekster, rosse grutto, tureluur en zilverplevier af vanaf de jaren ’80 of ’90 van vorige eeuw. Evenzeer is de populatietoename van de kanoetstrandloper en de bergeend ook een verderzetting van een voorafbestaande trend. Op basis van deze gegevens kan er geen koppeling gemaakt worden tussen de derde verruiming en de afname van vogelpopulaties.

Er is een sterk vermoeden dat de algemene achteruitgang van het kokkelbestand een rol speelt in de achteruitgang van de scholekster. Echter, er worden ook positieve tekenen herkend in de benthosgegevens (toename van de densiteit van het nonnetje en algemene toename van de benthische rijkdom - op basis van de kwalitatieve beoordeling - nabij de plaatrandstortingen) wat potentieel creëert voor het inzetten van een nieuwe positieve trend in de toekomst. Zoals in de analyse vermeld is echter de biomassa van de nonnetjes nauwelijks gestegen in de periode 1992-2012.

Opvallender zijn de recente afnames van drieteenstrandloper, kluut, bonte strandloper en kievit daar waar verder terug sprake was van een toename van de maandgemiddelden. Dit kan er op wijzen dat voor deze soorten wel een mogelijke relatie met de recente ingrepen bestaat.

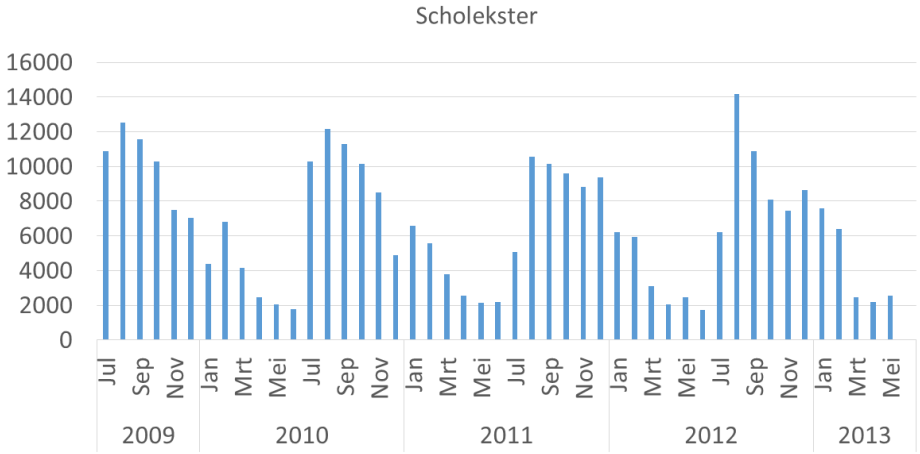
Voor een aantal andere soorten, waaronder de ganzen en eenden, is in de maandgemiddelden een toename zichtbaar (kolgans, krakeend, pijlstaart, grauwe gans) ten opzichte van de periode 2003-2009. Voor drie van de vier soorten is binnen de laatste vier jaar echter een afname zichtbaar in 2011-2013 ten opzichte van 2009-2010. Voor smient en wilde eend is een afname zichtbaar die reeds vanaf de periode 1997-2003 bestond.

Als besluit wordt gesteld dat voor de belangrijkste groep gerelateerd aan het estuarium (de benthivoren) hoofdzakelijk een negatieve trend wordt vastgesteld in de populatieomvang, maar dat deze voor een belangrijk deel reeds ingezet was voor de derde verruiming. Vier jaar gegevens is kort om te boordelen of de derde verruiming de situatie verergerd heeft, rekening houdend met de variatie in de data. Bovendien zijn er externe effecten (bijvoorbeeld de strengheid van de winters) die op regionaal vlak van belang zijn, die hier niet mee beoordeeld zijn. Om te vermijden dat er hier voorbarige uitspraken worden gedaan, wordt verwezen naar de 6-jaarlijkse systeemevaluatie.

Temporele analyse juli 2009 – juni 2013

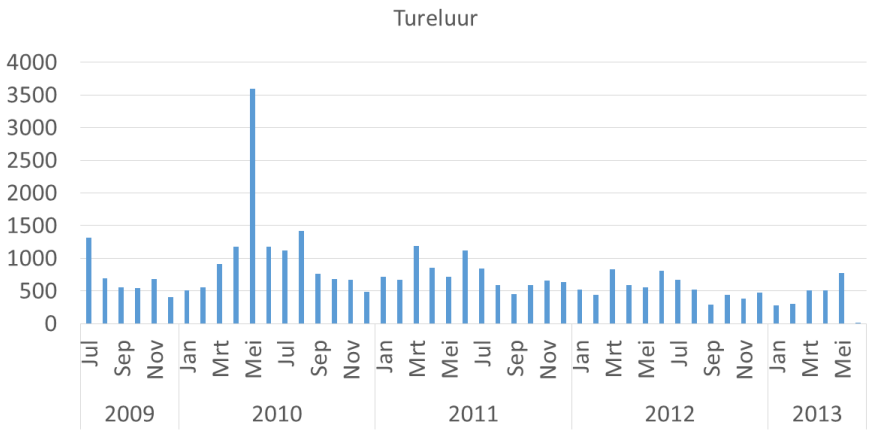
Voor alle beschouwde soorten is een sterke seizoenale cycliciteit waar te nemen in de maandelijkse telgegevens. Daarom is een trendanalyse uitgevoerd die hiermee rekening houdt (Seasonal Mann Kendall test). De trendanalyse heeft als doel na te gaan of significante af- of toenames waargenomen worden.

De benthivore soorten vertonen in de periode na de verruiming overwegend *niet-significante (p>0.05)* dalende trends. Voor de scholekster, drieteenstrandloper en kluut gaat het wel over een belangrijke absolute daling ten opzichte van de jaarmaxima (-208 scholeksters per jaar, tegenover jaarmaxima van ca. 10000 à 14000; -220 drieteenstrandlopers per jaar tegenover jaarmaxima van 2000 à 6000; -76 kluten op een maximaal voorkomen van ca. 800 per jaar (1400 in 2009)). Voor kanoetstrandloper (+3 per jaar), strandplevier (geen trend), wulp (-57 per jaar), bergeend (+170 per jaar), bontbekplevier (-5 per jaar), bonte strandloper (-163 per jaar) zijn de veranderingen relatief klein tov. de jaarmaxima. De kievit vertoont een lichte toename (+28 per jaar), de overige soorten een afname (rosse grutto -42 per jaar, zilverplevier -99 per jaar, zwarte ruiter -9 per jaar).



Figuur 2-52: Aantal individuen van Scholekster in de Westerschelde per maand in de periode 2009-2013.

Enkele soortenaantallen vertonen wel significante trends, waarbij enkel de tureluur een relatief belangrijke afname vertoont, namelijk -146 individuen ten opzichte van jaarmaxima tussen 1000 en 1500 (muv. 2009: 3500). De groentpootruiter is quasi status quo (-1 per jaar).



Figuur 2-53: Aantal individuen van Tureluur in de Westerschelde per maand in de periode 2009-2013.

Los van de significantie of de aan- of afwezigheid van trends, is er een opvallend patroon aanwezig in de data die bij heel veel soorten voorkomt. Er wordt waargenomen dat de seizoensmaxima voor heel wat soorten in 2009-2010 hoger liggen dan in de periode 2010-2013. Duidelijke voorbeelden hiervan zijn de drieteenstrandloper, kanoetstrandloper, kluut, strandplevier, kievit, rosse grutto, tureluur, zilverplevier. Met andere woorden, de benthivoren lijken recent minder abundant voor te komen, wat ondersteund wordt door de trends meestal in negatieve zin wijzen zoals hierboven beschreven.

Bij de herbivore soorten worden evenmin statistisch signficante trends waargenomen. De sterkste afnames worden waargenomen bij de grauwe gans en de wilde eend. Bij kolgans, krakeend, pijlstaart en sminet is geen betekenisvolle trend aanwezig. Ook hier worden lagere seizoensmaxima in 2011, 2012 en 2013 waargenomen in vergelijking met 2009 en 2010 bij de grauwe gans, de kolgans en de krakeend.

Bij soorten die minder afhankelijk zijn van het estuarium worden evenmin significante trends waargenomen.

Toetsing aan de Instandhoudingsdoelstellingen (IHD) en Ramsar normen

Voor de IHD soorten van de Westerschelde zijn de seizoengemiddelden (juli jaar 1 – juni jaar 2) afgewogen ten opzichte van de Natura 2000 instandhoudingsdoelstelling. In Tabel 2-8 is weergegeven of de soorten al dan niet aan de IHD voldoen. Over de 4 jaren voldeden de bergeend, de kanoetstrandloper, de kleine zilverreiger, de krakeend, de lepelaar en de wulp aan de IHD norm. Van 2009 tot 2011 voldeden ook de drieteenstrandloper, de slobeend en de zilverplevier aan de norm terwijl de kolgans eraan voldoet van 2010 tot 2012. De bontbekplevier voldeed in 2009 en 2011 aan de norm terwijl de groenpootruiter (2010), kluut (2010) en wintertaling (2012) slechts 1 jaar aan de norm voldeden.

Onder de Ramsar Conventie (Convention on Wetlands of International Importance Especially as Waterfowl Habitat) zijn naast twee criteria in algemene bewoordingen ook numerieke criteria geformuleerd voor een wetland van internationale betekenis. In Tabel 2-8 wordt gekeken of de trend in de seizoensgemiddeldes (juli jaar 1 – juni jaar 2) in de Westerschelde afwijkt van de trend in de internationale (West-Europese) 1 %-norm tussen 2006 en 2012. De volgende vogelsoorten voldeden aan de Ramsar norm: bergeend, lepelaar en pijlstaart. Op basis van http://wpe.wetlands.org/ wordt ook vermeld wat de algemene internationale (West-Europese) trend was in de voorbije jaren.

Tabel 2-8: Vergelijking seizoensgemiddeldes (juli jaar 1 – juni jaar 2) van niet-broedvogels in de Westerschelde per jaar met Natura 2000 IHD (onder de norm: rood; boven de norm: groen) en 1%-norm van Ramsar. De internationale trend is gebaseerd op trends in de West-Europese populaties (http://wpe.wetlands.org/)

Soort	Natura2000 IHD	Seizoensgemiddelde juli-juni versus Natura 2000 IHD				Trend seizoensgemiddelde Westerschelde 2009-2012	Ramsar 1 %-norm (2012)	Trend 1% norm (2006 – 2012)	Trend internationale populatie
		2009	2010	2011	2012				
Bergeend	4500	6307	7815	5796	7510	Stabiel	3000	Stabiel	Toename
Bontbekplevier	430	442	345	503	279	Stabiel	730	Stabiel	Fluctuerend
Bonte strandloper	15100	11615	11101	10981	9271	Afname	13300	Afname	Stabiel
Drieteenstrandloper	1000	1433	1256	1353	786	Afname	1200	Stabiel	Toename?
Fuut	100	42	52	41	38	Stabiel	3500	Afname	Afname?
Goudplevier	1600	560	958	408	582	Stabiel	7100	Afname	Toename
Grauwe gans	16600	6848	12750	5986	4956	Afname	6100	Toename	Toename
Groenpootruiter	90	70	101	58	81	Stabiel	2300	Stabiel	Stabiel
Kanoetstrandloper	600	1817	1346	1374	1593	Stabiel	4500	Stabiel	Niet gekend
Kievit	4100	1234	3306	2437	2443	Stabiel	72300	Toename	Stabiel
Kleine zilverreiger	40	48	59	53	53	Stabiel	1300	Stabiel	Toename
Kluut	540	518	616	387	362	Afname	730	Stabiel	Stabiel?
Kolgans	380	312	1773	1113	487	Afname	12000	Toename	Toename
Krakeend	40	78	81	42	64	Stabiel	600	Toename	Toename
Lepelaar	30	148	131	120	122	Stabiel	110	Toename	Toename
Middelste zaagbek	30	8	15	16	16	Toename	1700	Stabiel	Niet gekend
Pijlstaart	1400	461	1095	1218	1186	Stabiel	600	Afname	Toename
Rosse grutto	1200	1067	925	922	877	Stabiel	1200	Stabiel	Toename
Scholekster	7500	6787	6678	6250	6385	Stabiel	8200	Afname	Afname
Slobeend	70	70	93	83	63	Stabiel	400	Stabiel	Toename
Smient	16600	7857	9153	7442	8449	Stabiel	15000	Toename	Stabiel
Steenloper	230	142	152	139	131	Stabiel	1400	Afname	Toename?
Strandplevier	80	25	20	21	20	Stabiel	660	Stabiel	Niet gekend
Tureluur	1100	1008	866	625	430	Afname	2400	Afname	Toename?
Wilde eend	11700	7234	7613	6550	8925	Toename	45000	Toename	Niet gekend
Wintertaling	1100	637	811	780	1254	Toename	5000	Toename	Toename
Wulp	2500	3173	3733	3138	3340	Stabiel	8400	Afname	Afname
Zilverplevier	1500	1694	1731	1674	1293	Afname	2500	Toename	Afname?
Zwarte ruiter	270	122	98	96	67	Afname	850	Afname	Stabiel?

Ruimtelijke analyse juli 2012 – juni 2013

De dataset voor het seizoen 2012-2013 bevat meer ruimtelijk detail. Deze dataset gebruiken we dan ook voor het in kaart brengen van welke delen van het estuarium (west, midden, oost) gekenmerkt worden door hogere vogelaantallen voor de verschillende soorten.

Van de benthivoren komen de bergeend, bontbekplevier, kanoetstrandloper, rosse grutto, zilverplevier en kluut vooral in het westen voor. De bonte strandloper, scholekster, en wulp wordt vooral in het westen en midden van de Westerschelde waargenomen. De drieteenstrandloper, groenpootruiter en tureluur en strandplevier komen verspreid voor. De goudplevier, zwarte ruiter en kievit komt meest in het oosten voor.

De meeste herbivoren komen in het oosten van het estuarium voor (grauwe gans, kolgans, pijlstaart, smient, wilde eend). Dit heeft te maken met hun sterke aanwezigheid in het Land van Saeftinghe. Krakeend en wilde eend komen ook frequent in het westen voor.

Slobeend en steenloper komen minder in het oosten voor, net als fuut en middelste zaagbek. De wintertaling en kleine zilverreiger worden dan weer meer verspreid waargenomen. De hoogste aantallen van de lepelaar worden ook in het oosten waargenomen.

Conclusie

Uit de analyse van de niet-broedvogels volgt dat voor heel wat soorten een negatieve trend in de populatieomvang bestaat, die voor een aantal soorten reeds ingezet was voor de verruiming. Op korte termijn zijn deze afnames echter meestal niet significant.

De oorzaak van de achteruitgang van de benthivore soorten kan niet meteen toegewezen worden aan een specifieke waarneming; ook diverse externe effecten spelen immers een belangrijke rol.

Ten slotte wordt ook de lage ‘score’ van de tellingen ten opzichte van de IHD doelstellingen als een negatieve toestand beoordeeld. Uit het T2009-rapport (T2009 Consortium, 2013) blijkt dat voorafgaand aan 2009 deze status ook al negatief was voor bontbekplevier, fuut, goudplevier, grauwe gans, mddelste zaagbek, pijlstaart, rosse grutto, steenloper, strandplevier, tureluur, zwarte ruiter. Voor groenpootruiter, krakeend en wilde eend werd een positieve trend herkend terwijl in voorliggend rapport voor de krakeend de IHD doelstelling gehaald wordt, alsook voor groenpootruiter in 2010.

Omdat er belangrijke veranderingen op regionaal niveau zijn, die niet te achterhalen zijn uit deze analyse, wordt er voor een discussie van deze relaties vooral verwezen naar de 6-jaarlijkse systeemevaluatie.

2.5.2.3 Broedvogels

Er is een lichte afname in het aantal broedvogelparen in 2013 ten opzichte van 2010 terwijl in 2011 en 2012 slechts half zoveel broedvogelparen werden aangetroffen (Tabel 2-9). De broedparen zijn doorgaans talrijker in het westen van de Westerschelde dan in de twee andere deelgebieden. De grote stern en dwergstern worden zelfs uitsluitend in het westen van de Westerschelde aangetroffen. De broedpaaraantallen van de bontbekplevier en de strandplevier zijn heel laag. De broedparen van de bontbekplevier dalen in de tijd, in alle deelgebieden. De visdief en de zwartkopmeeuw werden niet geteld in 2012, maar er is wel een toename in aantal broedparen tussen 2011 en 2013.

Tabel 2-9 geeft voor deze zeven soorten ook het IHD regiodoel voor voor de volledige ZW Delta en het streefdoel voor de Westerschelde, en het maximaal aantal broedparen waargenomen in de periode 2010-2013.

De IHD's voor de gehele ZW Delta (regiodoelen) worden in de Westerschelde niet gehaald, behalve voor de zwartkopmeeuw. Het behalen van het streefdoel voor de Westerschelde verschilt van soort tot soort. Voor de bontbekplevier en kluut wordt het streefdoel elk jaar gehaald over de periode 2010-2013 (Tabel 2-9). De aantallen voor de zwartkopmeeuw halen het streefdoel niet in 2012 terwijl de dwergstern aantallen dat niet halen in 2010, 2011 en 2012. De strandplevier en visdief halen in geen enkel jaar binnen de periode 2010-2013 het streefdoel. Voor de grote stern is enkel de IHD van de gehele Delta bekend.

Tabel 2-9: Trends in aantallen broedparen in de Westerschelde tussen 2010 en 2013 (inclusief Saeftinghe). Groen: Westerschelde streefdoel gehaald, Rood: Westerschelde streefdoel niet gehaald.

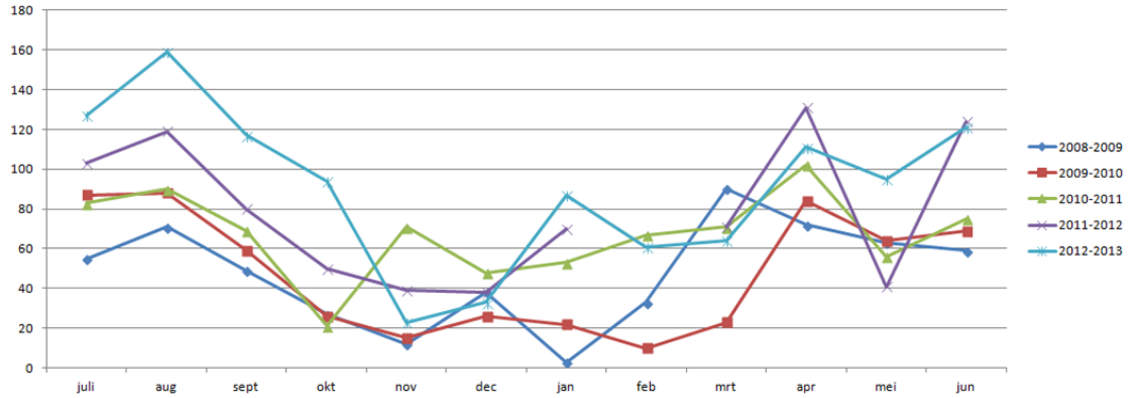
IHD regiodoel			Aantal broedparen			
Soort	***Delta***	***WS***	***2010***	***2011***	***2012***	***2013***
Bontbekplevier	100	10	38	26	22	12
Dwergstern	300	100	47	3	48	132
Grote Stern	6200	-	3700	705	2350	2277
Kluut	2000	150	254	242	216	191
Strandplevier	220	40	16	14		12
Visdief	6500	1600	885	673		1347
Zwartkopmeeuw	400	4	896	625		1411

2.5.3 Zeehonden

Zeehonden staan aan de top van de voedselketen en stellen belangrijke habitatvereisten. Het gedetailleerd opvolgen van de aantallen en het reproductiesucces van de zeehonden is daarom een belangrijke maat voor de algehele ecologische kwaliteit van het estuarium. In het kader van het MWTL meetplan (data 2009-2013) worden maandelijks tellingen van de zeehonden uitgevoerd in de Westerschelde. De provincie Zeeland doet elk jaar 4 à 5 tellingen in de Westerschelde tussen eind mei en begin augustus. Telkens wordt een systematische vlucht binnen één getij gevlogen, waarbij het aantal jonge en volwassen individuen per locatie geteld worden. De data werden geanalyseerd per deelgebied (west, midden, oost).

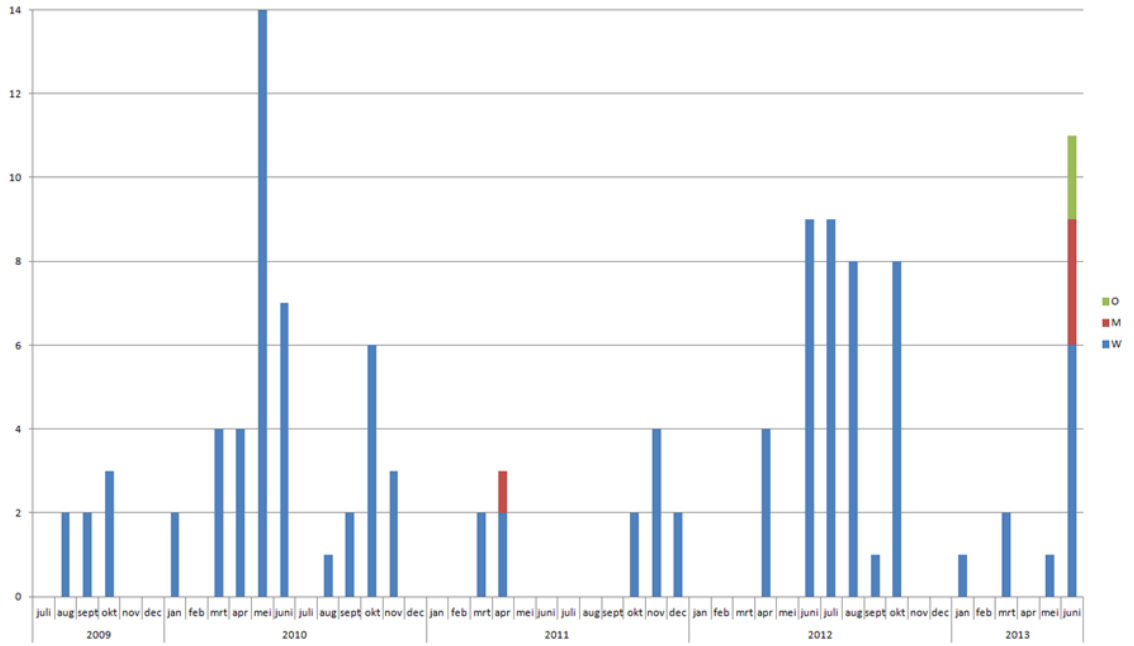
Gewone zeehonden *Phoca vitulina* zijn bij laagwater in de Westerschelde hoofdzakelijk te vinden op droogvallende zandplaten met een steile rand langs vrij diep water. Het aantalsverloop van gewone zeehonden in Nederland is redelijk goed gedocumenteerd, maar de populatie is nog steeds aangewezen op immigratie vanuit andere gebieden in de Noordzee (Geelhoed en van Polanen Petel, 2011).

Uit alle data in de Westerschelde, ook uit de augustustellingen, blijkt er een significante positieve trend te bestaan voor de populatie gewone zeehonden in alle deelgebieden van de Westerschelde (Figuur 2-54). Er wordt een trendmatige toename in het aantal gewone zeehonden geschat van 12 individuen per jaar. De volwassen individuen worden voornamelijk aangetroffen in het westen van de Westerschelde terwijl de jongere individuen dieper in het estuarium gevonden worden in de zomermaanden (juni-juli-augustus).



Figuur 2-54: Temporele evolutie van het aantal gewone zeehonden, inclusief de jongen, in de Westerschelde tussen juli 2008 en juli 2013.

Er worden beduidend minder grijze zeehonden *Halichoerus grypus* dan gewone aangetroffen in de Westerschelde. Deze wordt ook minder verwacht aangezien grijze zeehonden een voorkeur hebben voor rotsige kusten bij open zee. De volwassen dieren worden voornamelijk in het westelijk deel van de Westerschelde gespot (Figuur 2-55). Er werden geen jonge grijze zeehonden aangetroffen in de Westerschelde tussen 2009 en 2013. Er is dus geen sprake van een populatie grijze zeehonden in de Westerschelde.



Figuur 2-55: Spatiotemporele evolutie van het aantal volwassen grijze zeehonden in de Westerschelde (W: west; M: midden; O: oost) tussen juli 2009 en juli 2013.

2.5.4 Conclusies

De hoogste benthosdensiteiten worden telkens aangetroffen in het laagdynamisch areaal. Op lange termijn (gegevens sinds jaren ’90) wordt een afname van de kokkeldensiteit waargenomen en een toename van de densiteit van het nonnetje. Deze laatste trend is echter niet merkbaar in de biomassa.

Een invloed van de recente ingrepen op de trends in de schelpdierdata valt niet onmiddellijk te herkennen. Een doorgedreven detailanalyse op soortniveau lijkt wenselijk en wordt ook aangeraden door de Commissie Monitoring Westerschelde. Er wordt echter verwezen naar de systeemevaluatie: hierin wordt namelijk dieper ingegaan op de totale macrobenthos biomassa in het bijzonder als verklarende parameter en het ecologisch functioneren in het algemeen (doorstroom doorheen het voedselweb).

Voor de benthivore watervogels blijkt dat heel wat een negatieve populatieontwikkeling doormaken die reeds ingezet was voorafgaand aan de derde verruiming, in sommige gevallen van in de jaren ’80.

Een invloed van de derde verruiming op de populatie watervogels kan op dit ogenblik niet aangetoond of ontkracht worden. Er moet ook rekening gehouden worden met het feit dat de lokale populatie, naast de gehele ecosysteemtoestand, ook beïnvloed worden doortal van externe effecten waarnaar in het kader van deze rapportage geen verder onderzoek is gevoerd; hiervoor wordt naar de 6-jaarlijkse systeemevaluatie verwezen.

Het aantal broedvogelparen toont een gemengde evolutie. Alhoewel de totale aantallen in 2013 vergelijkbaar zijn aan 2010, zijn er enkele trends, zowel positief als negatief, zichtbaar.

Er wordt een trendmatige toename geschat van 12 individuen gewone zeehonden per jaar in de Westerschelde, maar deze populatie is nog steeds afhankelijk van de uitwisseling met populaties in het Deltagebied, de Waddenzee, Engeland en Frankrijk. Naar verwachting zullen de aantallen zeehonden verder groeien, bij het uitblijven van rampen zoals een virusepidemie. De mate waarin dit gebeurt, zal afhangen van de draagkracht van het gebied en dit wordt op zijn beurt beïnvloed door de beschikbaarheid van voedsel en ruimte, voornamelijk ligplaatsen op droogvallende zandplaten, verbetering van de waterkwaliteit en voldoende rust. De populatie gewone zeehonden laat alvast een gezonde reproductie zien, analoog aan de populatie in de Waddenzee. Er is geen sprake van een populatie grijze zeehonden in de Westerschelde en deze wordt ook niet verwacht gezien grijze zeehonden een voorkeur hebben voor rotsige kusten bij open zee.

3. INTEGRALE DISCUSSIE

3.1 VOORAF

Ingrepen vs. autonome ontwikkelingen

In dit hoofdstuk wordt op basis van recente monitoring en resultaten uit relevante onderzoeken, uitspraken gedaan omtrent de effecten van de derde verruiming, het Flexibel Storten en andere projecten uitgevoerd in het kader van de Ontwikkelingsschets 2010. Hierbij dient rekening gehouden te worden met (gekende) ontwikkelingen die zich reeds voltrokken voorafgaand aan het jaar 2010.

Een breed scala aan parameters zijn onderzocht en beschreven in het T2009 rapport (T2009-consortium, 2014). Dit levert ons een kader waarbinnen de recente ontwikkelingen dienen gezien te worden. Daarnaast is de kennis aangaande de systeemwerking van het Schelde-estuarium sterk toegenomen door het onderzoek dat uitgevoerd is in het kader van de LTV V&T-studie 'Instandhouding Vaarpassen' (diverse rapporten, consortium IMDC-Deltares-Arcadis-Svasek, 2013; zie http://www.vnsc.eu/organisatie/werkgroepen/onderzoek-en-monitoring/rapporten-v-t.html).

Een aantal van de gekende ontwikkelingen wordt in wat volgt als 'autonoom' omschreven. Er wordt op gewezen dat aan deze term niet de connotatie 'natuurlijk' wordt gegeven. Het Schelde-estuarium is namelijk reeds decennia onderhevig aan menselijke ingrepen waarop het systeem als geheel reageert. De opeenvolgende menselijke ingrepen en hun effecten cumuleren doorheen de tijd, wat als gevolg heeft dat de veranderingen in het systeem niet meer te beschouwen zijn als natuurlijke ontwikkelingen, maar ook niet voor de volle 100 % gedetermineerd door het menselijk ingrijpen. Door de cumulatie zijn de effecten ook niet noodzakelijk aan een individuele ingreep toe te wijzen. De ingrepen zijn door de mens gestuurd, maar de gevolgen ervan het resultaat van processen die fysisch of ecologisch van aard zijn. Met andere woorden: het systeem (re)ageert 'autonoom' binnen randvoorwaarden die door de mens zijn opgelegd.

Significantie van de effecten, correlatie en causaliteit

De derde verruiming is niet de eerste, noch de laatste menselijke ingreep in het Schelde-estuarium. Ontwikkelingen die vandaag worden waargenomen zijn het resultaat van een combinatie van lange termijn ontwikkelingen die decennia geleden gestart zijn, andere zijn dan weer instantaan.

Sommige ingrepen kunnen als duidelijk startpunt van bepaalde latere ontwikkelingen aangeduid worden, maar meestal ijlen deze ontwikkelingen na, of worden ze verstoord door andere processen. Hierdoor kan het voorkomen dat de waargenomen correlatie tussen parameters pas duidelijk wordt op de lange termijn. Op basis van verder onderzoek komen dan onderliggende processen aan het licht, en kunnen causale verbanden gelegd worden tussen voorbije ingrepen en waarnemingen.

Ondanks de grote systeemkennis is het soms lastig om recente waarnemingen te relateren met een specifieke ingreep door de eerder genoemde cumulatie van effecten, maar ook omdat sommige onderliggende processen stochastisch van aard zijn. Men is dan vooral aangewezen op het vaststellen van correlatieve verbanden.

In dit rapport worden waar mogelijk, op basis van de gekende deterministische processen en experten oordeel inzake andere processen, relaties met ingrepen gelegd. Deze zullen hoofdzakelijk correlatief van aard zijn met, waar dat redelijkerwijs kan, een aanduiding van potentiële causaliteit.

3.2 WERKING VAN HET (OVERLEG) FLEXIBEL STORTEN

Op basis van de continue en periodieke monitoring, wordt in het Overleg Flexibel Storten dat ca. tweemaandelijks bijeenkomt, beslist op welke wijze wordt omgegaan met de stortzones en welke vragen verder onderzoek of monitoring vereisen.

Elke keuze die in dit proces wordt gemaakt is op basis van de dan geldende inzichten en kennis. Het spreekt voor zich dat door de groeiende wetenschappelijke kennis en toenemende hoeveelheid monitoring gegevens, deze inzichten meegroeien en keuzes of besluiten op een later tijdstip kunnen herroepen of herzien worden (wat trouwens ook geldt voor deze voortgangsrapportage). Met dit doel is het Overleg Flexibel Storten ingesteld, om kort op de bal te kunnen spelen inzake het uitvoeren of aanpassen van ingrepen.

Hieronder wordt een overzicht gegeven van belangrijke besluiten in verband met wijzigingen in strategie door het Overleg Flexibel Storten in de periode van 2012 tot eind 2014; deze besluiten zijn telkens gebaseerd op gebiedskennis, recente monitoringgegevens en in een aantal gevallen op bijkomend onderzoek.

- Plaatrandstortvak HPW: Op basis van monitoring is besloten dat bijkomend zou gestort worden in deze plaatrandstortzone, omdat hiermee het Plaatje van Breskens bijkomend te voeden waardoor potentieel ontstaat voor het ontstaan van bijkomend laagdynamisch waardevol ecologisch gebied.
- Plaatrandstortvak HPN: Na het ontstaan van bezorgdheid inzake de ophoging van het waardevol ecologisch (foerageer)gebied grenzend aan het stortvak HPN, is besloten om daar tijdelijk niet te storten. Er is bijkomend onderzoek uitgevoerd door IMDC en Arcadis waaruit bleek dat de morfologische ontwikkeling van de Hooge Platen een autonoom en langdurig proces is. Er werd potentieel tot creatie van laagdynamisch areaal gezien ter hoogte van het oostelijk deel van HPN. Om die reden zijn in 2014 daar bijkomende stortingen uitgevoerd aan de buitenzijde van de oostelijke zandtong om de aansluiting tussen de tong en de plaatrand te versterken. Omdat uit latere metingen (na het uitgevoerde onderzoek) bleek dat in het westelijk deel van HPN, net oostwaarts van de Bol, toch een versnelde verhoging en afname van het foerageergebied optrad, is besloten om in het centrale en westelijke deel van HPN geen bijkomende stortingen uit te voeren.
- Nevengeulstortvak SN11: Gerelateerd aan het bovenstaande punt, is ook besloten om in het stortvak SN11 verder noord- en oostwaarts te gaan storten.
- Nevengeulstortvak SN31: Om verspreiding van gestorte specie richting Middelgat te voorkomen, is besloten meer westwaarts (richting kabelgebied) te gaan storten. Dit opent ook de mogelijkheid tot het voeden van het Zuidgors.

- Plaatrandstortvak RVB: Er is sinds 2012 niet meer gestort in dit stortvak om de sterke autonome sedimentatie, en mogelijke verzanding van het Middelgat, niet te versterken.
- Hoofdgeulstortvak SH41: In SH41 werd initieel intensief gestort in de diepe put aan de Nol van Ossenisse. Om te snelle erosie van de gestorte sedimenten tegen te gaan, is besloten om zuidwaarts van de diepe put stortingen uit te voeren.
- Nevengeulstortvak SN51: Om te sterke sedimentatie in de Schaar van Waarde en Schaar van Valkenisse tegen te gaan, is de voorbije 2 jaar niet gestort in het stortvak SN51.
- Plaatrandstortvak PWA: Er sijn gerichte plaatrandstortingen op plaatrandstortzone PWA uitgevoerd om de zuidelijke vloedschaar te voeden en daar bijkomende verondieping te realiseren; het storten wordt voldoende zuidwaarts uitgevoerd zodat zo weinig mogelijk sediment in de richting van de Schaar van Waarde migreert;

Er is op vraag van het Overleg onderzoek uitgevoerd door het LTV-V&T onderzoeksconsortium IMDC-Deltares-Arcadis-Svasek naar de instandhouding van het meergeulenstelsel en hoe dit kwantitaief dient benaderd te worden (Jeuken *et al.*, 2014); met een dubbel doel:

- Optimalisatie van het criterium “behoud meergeulenstelsel”, waarbij zowel het criterium als de bijbehorende grenswaarden moeten worden onderbouwd in relatie tot de randvoorwaarden voortvloeiend uit de verschillende functies in het estuarium (lange termijn).
- Optimalisatie van het criterium “behoud meergeulenstelsel”, gericht op het wegwerken van de huidige contradictie tussen de nevengeul en de plaatranden (korte termijn).

De uitgevoerde beslissingen zijn (kleine) bijsturingen in de stortstrategie. De onderliggende natuurlijke processen die hiermee beïnvloed worden, zijn sterk waardoor de bijsturingen eigenlijk als ‘kleine duwtjes in een bepaalde richting’ moeten gezien te worden. Het is nooit exact te voorspellen of deze bijsturingen het gewenste effect zullen hebben, maar door het continue en frequente karakter van de bijsturingen kan snel gereageerd worden op de ontwikkelingen. Een voorbeeld van een positief gevolg is dat de afname van het nevengeulvolume in macrocel 5 (Schaar van Waarde) is vertraagd of zelfs stopgezet door het stoppen met storten in nevengeulstortvak SN51. Hiermee wordt aangetoond aan dat het Overleg Flexibel Storten werkt zoals het proces voorzien was en in de komende jaren dient verdergezet te worden.

3.3 GEVOLGEN VAN BAGGEREN EN STORTEN

… op de morfologie en leefomgeving

Westerschelde

De derde verruiming van de Schelde vond voor het grootste deel plaats in 2010. In dat jaar werd 7,7 Mm³ aanlegspecie opgebaggerd uit de vaargeul in de Westerschelde en op 4 plaatrandstortlocaties gedeponeerd. Tegelijkertijd werd bijkomend 5,7 Mm³ specie uit het onderhoud van de vaargeul gegenereerd; samen goed voor 13,4 Mm³ baggerspecie. Dat is dubbel zoveel als het totale onderhoud van de jaren 2008 of 2009 (6,4, resp. 6,9 Mm³). Sindsdien schommelt het onderhoudsbaggervolume tussen 9 en 10 Mm³. Er is vooralsnog geen dalende trend merkbaar. Het totale onderhoudsvolume is dus ten opzichte van 2008-2009 met 3 Mm³ per jaar toegenomen; de toename situeert zich vooral in het oosten en middengebied. Anderzijds is het onderhoudsvolume lager dan wat in de MER (Consortium Arcadis-Technum, 2007a) verwacht werd (11,7 Mm³ per jaar). Er wordt nog aangestipt dat het vaargeulonderhoud niet de enige menselijke verplaatsing van sediment in de Westerschelde is: de havenstortingen van zand en slib vallen buiten de onderhoudsvergunningen, maar zijn qua omvang bijna half zo groot (op jaarbasis) en dus volumetrisch niet onbelangrijk.

Geulen

Een evident effect van de derde verruiming is dat de vaargeul in de Westerschelde ter hoogte van de drempels lokaal ruimer (dieper) is geworden. De hoofdgeulvolumes vertonen een duidelijke versterkte toename tussen 2010 en 2011 in het oosten van de Westerschelde (waar ook de belangrijkste verruimingen vereist waren). In het westen is dit niet of in mindere mate duidelijk. Het effect hiervan op de kantelindex (de verhouding van de gemiddelde diepte van de hoofdgeul ten opzichte van de gemiddelde diepte in de nevengeul) is duidelijk in macrocel 5 en 7: het evenwicht tussen hoofd- en nevengeul neemt af, wat gevolgen kan hebben voor de getijvolumeverdeling. In macrocel 6 is dit effect op de kantelindex niet waarneembaar omdat de Plaat van Saeftinge zelf sterk geërodeerd is en omdat in de diepe delen van de hoofdgeul stortingen zijn uitgevoerd. Dit laatste geldt ook voor macrocel 4: de sedimentatie in het Middelgat leidt niet tot een verdere stijging van de kantelindex: hier is de volumecompensatie toe te schrijven aan de omvangrijke stortingen in het hoofdgeulstortvak ter hoogte van de Nol van Ossenisse. De verhouding van hoofd- en nevengeulvolume is dus niet overal gewijzigd.

Plaatranden

Als onderdeel van de stortstrategie zijn stortingen uitgevoerd ter hoogte van vier plaatrandstortzones. Op Hooge Platen West is in het zuidelijk deel van de plaatrandstortzone een verondieping gerealiseerd; de gestorte sedimenten zijn relatief stabiel[2] wat er op wijst dat het resultaat de kans biedt op de beoogde aanmaak van bijkomend laagdynamisch ondiep water en intergetijdengebied.

[2] Met stabiel wordt bedoeld dat een volume sediment netto aanwezig blijft binnen de stortzone, maar sluit niet uit dat het verplaatst binnen dit gebied.

Het totaal waardevol laagdynamisch areaal is ten opzichte van 2010 toegenomen van 12 naar 24 ha (Bijlage-Tabel A-2), wat potentieel biedt voor verdere ecologisch waardevolle ontwikkelingen. Tegelijk schuift een vloedgeultje oostwaarts op waardoor het areaal van de plaat zelf afneemt.

De ontwikkeling op de Hooge Platen Noord is gestuurd door de aanleg van twee sedimentarmen waartussen sediment gevangen wordt en leidt tot verondieping. De netto stabiliteit van de gestorte sedimenten is goed. Dit gebied biedt de grootste kans op verdere verondieping. Een aandachtspunt voor het Overleg Flexibel Storten is de ophoging van de Hooge Platen. In een analyse (IMDC, 2014c) wordt aangetoond dat deze ontwikkeling een autonoom en reeds oud proces is waarbij de plaat als geheel noordwaarts schuift en opbolt (steiler en hoger wordt). Net ten oosten van de Bol wordt recent echter een versnelde ophoging sinds de start van de plaatrandstortingen waargenomen; deze lokale versnelde ophoging is mogelijk gerelateerd aan deze stortingen die zijn uitgevoerd. Om hier geen verdere negatieve ontwikkelingen te veroorzaken, is door het Overleg Flexibel Storten dan ook beslist om in het westelijk deel van de stortzone Hooge Platen Noord geen verdere stortingen uit te voeren. Het waardevol laagdynamisch areaal is toegenomen van ca 260 ha naar 280 ha (2010-2012, Bijlage-Tabel A-4).

Aan de Rug van Baarland zijn enkel in de eerste twee vergunningsjaren stortingen uitgevoerd omdat het gebied samen met grote delen van het Middelgat onderhevig waren aan autonome sedimentatie. Na het stoppen van de stortingen is de sedimentatie verder gegaan, met een gemiddelde volumetoename van ruim 1 Mm³ per jaar. Uit de opeenvolgene verschilkaarten kan worden afgeleid dat sedimentlichamen vanuit het drempelgebied in de richting van het plaatrandstortgebied migreren; deze ontwikkelingen maken deel uit van een lange-termijn cyclisch proces waarbij afwisselend sediment naar de oostelijke Middelplaat en naar de Rug van Baarland migreert maar kunnen ook beïnvloed zijn door de stortingen in het oosten van de Everingen. Er is een gunstige ontwikkeling naar een minder dynamisch gebied, wat bevorderlijk is voor het bodemleven. In het stortgebied is ca. 38 ha waardevol laagdynamisch areaal bij gekomen, wat voor een belangrijk deel een gevolg van de autonome ontwikkeling zal zijn (Bijlage-Tabel A-6).

Aan de Plaat van Walsoorden is effectief een omvangrijke verondieping gerealiseerd door de initiële storting en bijkomende gerichte suppleties nadien. De stabiliteit van de sedimenten in het ondiepe gebied is goed, maar in het diepere deel, (parallel aan de vaargeul) is echter een belangrijke erosie opgetreden. Er is een overgang van hoog- naar laagenergetisch milieu vastgesteld in meetpunten op de plaat nabij de plaatrandstortzone; deze illustreren de creatie van luwere gebieden. De positieve ontwikkeling uit zich ook in het areaal waardevol laagdynamisch gebied, met een toename van ca 25 ha tussen 2010 en 2012 (Bijlage-Tabel A-8). Verder wordt vastgesteld dat sterke erosie optreedt aan de oostelijke punt van de plaat, terwijl aan de zuidzijde van de Schaar van Waarde (tegen de plaat) sterke stedimentatie voorkomt. Deze sedimentatie is mogelijk een gevolg van de plaatrandstortingen, maar ook autonome morfologische processen (als het ware meanderend verleggen van de geul) kunnen hiervan aan de basis liggen.

Zeeschelde

In de Zeeschelde zijn de directe morfologische veranderingen beperkt tot de lokale verdiepingen van de vaargeul, en verondiepingen ter hoogte van de stortlocaties. Verder stroomopwaarts worden de natuurlijke sediment transport processen terug dominanter en duidelijker zichtbaar, onder meer onder de vorm van duinmigratie en sedimentatie op drempels en in binnenbochten.

… op de waterkwaliteit (slib)

In de Beneden-Zeeschelde, en in het bijzonder in de omgeving rond Oosterweel, deed zich in de periode 2005-2011 een sterke stijging voor van de concentraties sediment in suspensie in het onderste deel van de waterkolom (zie §2.4.2). De gemiddelde sedimentconcentratie en de piekconcentratie zijn er in ca. 6 jaar tijd meer dan verdubbeld. Deze stijging is verontrustend in de context van een systeemomslag van het Schelde-systeem naar een hyperturbide toestand.

Het fenomeen van een hyperturbide toestand werd uiteengezet door Winterwerp (2013). Kort samengevat bestaan er voor een gegeven stroom met voornamelijk fijn sediment (bvb. slib) in suspensie twee evenwichtstoestanden voor de sedimentconcentratie, de ‘normale’ toestand en de hyperturbide toestand. In de hyperturbide toestand bevindt zich boven de waterbodem een hypertroebele laag met zeer hoge sedimentconcentraties (fluid mud). Doordat de sedimentconcentratie zo hoog is, bezinkt het sediment in de hypertroebele laag slechts zeer langzaam en houdt deze laag zichzelf stabiel. Bijkomend zorgt de hypertroebele laag boven de bodem voor een vermindering van de bodemwrijving, waardoor de getijslag minder gedempt wordt. Een toename van de getijslag kan op zijn beurt dan weer meer sediment in suspensie brengen, waardoor er een zichzelf versterkend effect ontstaat.

Onder meer de Eems en de Loire bevinden zich in een hyperturbide toestand, met een ernstige negatieve impact op de waterkwaliteit (zuurstofgebrek) als gevolg (Talke *et al.*, 2009; Winterwerp, 2013). De wisselwerking tussen hyperturbiditeit en hydrodynamiek (getijwerking) kan volgens het analytisch model van Winterwerp gezien worden als een sneeuwbaleffect van i) een toename van de getijslag, ii) een toename van de getij-asymmetrie, die iii) meer slib stroomopwaarts pompt en iv) een vermindering van de bodemwrijving, die dan weer een toename van de getijslag als gevolg heeft (i). Op basis van dit model kon geen eenduidig antwoord worden gegeven over een eventuele systeemomslag in de Beneden-Zeeschelde. De (absolute) getijslag is in de laatste decennia toegenomen en deze trend is vooralsnog nog niet gestopt (§2.2.3).

Wat sterk is toegenomen in de jaren tussen 2005-2011 is de hoeveelheid slib die in het systeem is teruggestort als gevolg van het verlagen van Deurganckdok baggerpeil in 2011 de toegenomen aanslibbing van de Drempel van Frederick (als gevolg van de verruiming), met vooral 2011 als piekjaar (Figuur 2-8). Een multivariate regressie-analyse toonde reeds aan dat de concentraties aan sediment in suspensie te Oosterweel sterk gecorreleerd zijn met de slibstortingen in dit gebied (IMDC, 2013b).

Hieronder worden drie processen beschreven die mogelijk een invloed op de suspensiegehalte hebben.

1. Een verhoogde aanvoer van marien slib. De aanhoudende toename van de getijslag houdt potentieel meer slib in suspensie, wat in combinatie met de getijasymmetrie kan leiden tot een toename van de sedimentconcentraties in de Beneden-Zeeschelde. Uit resultaten van een nieuwe analyse van de marien-fluviatiele slibverhouding (IMDC, 2014) blijkt, op basis van de stabiele koolstofisotopen in de zwevende stof, dat de mariene fractie enigszins is toegenomen ten opzichte van 2004, wat er op wijst dat ofwel de mariene aanvoer is toegenomen, of de fluviatiele afvoer afgenomen. Dit laatste biedt echter geen verklaring voor de totale verhoging van de slibconcentraties.
2. Een verhoogde aanvoer van fluviatiel slib. Uit Van Hoestenberghe et al. (2014) kan afgeleid worden dat in de periode tussen 1992 en 2009 de massa van gesuspendeerd slib te Schelle (als som van de aanvoer aan de randen) lager is dan voor 1992 (alhoewel methodologische verandering in staalname- en analysetechniek hier als verklarende factor zou kunnen spelen). Sinds 1992 is één periode voorgekomen, van 1998 tot en met 2002, waarin opnieuw hogere sediment ladingen voorkwamen. Voor 2010 tot 2012 zijn geen gegevens ter beschikking gesteld; de sedimentlading te Schelle voor 2013 staat gerapporteerd in WL (2014) en is iets hoger dan in 2009. De onzekerheidsband rond deze waarden is echter hoog, wat het herkennen van significante veranderingen op jaarbasis verhindert. Verder is de jaargemiddelde afvoer te Schelle tussen de jaren 2010 en 2013 niet abnormaal hoog in vergelijking met de periode 1949-2009. Er is geen aanleiding om aan te nemen dat een verhoogde fluviatiele afvoer de is oorzaak van de verhoogde sedimentconcentraties.
3. Er zijn een aantal processen waardoor meer slib ‘in circulatie’ wordt gehouden. Sinds het openstellen van het Deurganckdok en de onderhoudsbaggerwerken van het bezonken slib i.c.m. het storten in opwaartse richting (met korte baggercyclus), wordt slib meer in suspensie gebracht. Ook de verhoogde aanslibbing op de Drempel van Frederik sinds de verruiming, en de baggerwerken om de drempel te onderhouden dragen hierbij toe. Uit een multivariate regressie-analyse (IMDC, 2013b) volgt dat de slibstortingen de sterkst correlerende factor zijn voor de toename van de slibconcentraties in de waterkolom.

   Dit betekent niet noodzakelijk dat de totale slibvolumes in het systeem zijn toegenomen. De slibvangende eigenschap van het Deurganckdok kan een impact hebben op de hoeveelheid slib die kan sedimenteren op slikkengebieden. Het verschil tussen slibsedimentatie op slikken en in het Deurganckdok is dat bij de laatste, dit slib heel snel weer in het systeem beschikbaar (of mobiel) wordt gemaakt door de bagger- en stortactiviteiten, terwijl ter hoogte van slikken deze opslag van slib voor een langere duur zou kunnen zijn, tot zelfs permanent. In het kader van het Slibbalans onderzoek wordt door het Waterbouwkundig Laboratorium onderzocht welke historische volumeveranderingen (van slik in de slikken opgeslagen) opgetreden zijn.

Uit de analyse van de slikschorraaien en INBO (2014) volgt dat 33 % van de raaien over de slikken versteilen en 10 % van de slikken algehele erosie vertonen. 20 % van de raaien blijft anno 2013 stabiel, daarnaast zijn 37 % van de raaien sedimenterend. Vooral de lage slikzones blijken onder druk te staan. Dit kan een eerste aanwijzing dat de recente opslag van slib in slikken en schorren aan het wijzigen is. De vraag blijft evenwel hoe de volumetrische verhouding van sedimentatie op de hoge slikken ten opzichte van de erosie van de lage slikken is.

In de jaren 2012 en 2013 is de hoeveelheid gestort slib terug afgenomen, maar deze blijft beduidend hoger dan in 1990-2000 en 2004-2006. De gemeten sedimentconcentraties zijn in 2011-2013 echter nog niet of nauwelijks afgenomen, en de piekconcentraties zijn blijven toenemen. Naar de toekomst toe is het mogelijk dat het enkele jaren duurt voor het systeem de grote hoeveelheden gestort slib heeft ‘verwerkt’ en verspreid. Een andere, meer onrustwekkende mogelijkheid is dat het systeem in de toekomst zou kunnen omslaan naar hyperturbide evenwichtstoestand. Deze toestand zou zich dan verder stroomopwaarts in de Schelde kunnen voortzetten door de vermindering van de demping van de getijslag.

In de context van niet-lineaire systemen met meer dan één evenwichtstoestand gaat een omslag van de ene naar de andere toestand dikwijls gepaard met ‘flickering’, waarbij het systeem meermaals van de ene naar de andere toestand overslaat. Het voorkomen van periodes met een hoge piekconcentraties, kan hier een indicatie voor zijn. In het kader van de Agenda voor de Toekomst wordt momenteel geïnvesteerd in uitgebreid onderzoek naar het risico en de effecten van een systeemomslag.

3.4 EFFECTEN VAN DE VERRUIMING

... op het getij

De ontwikkeling van de hoog- en laagwaterstanden vertoont een ontwikkeling die onder de verwachtingswaarde op basis van de T2009 trend ligt, maar binnen de verwachtingsintervallen. De afwijking kunnen ook meteorologisch verklaard worden (lage opzet). In het MER werd ook geen sterke invloed verwacht op de getijontwikkeling.

Het toegenomen volume van de geulen veroorzaakt in principe ook een getijslag toename. Uit de metingen van de voorbije 4 jaar blijkt dit enigszins: de *relatieve* getijslag t.o.v. Vlissingen bereikte in 2011 een maximum, maar nam licht af in 2012 en 2013. Over vier jaar gemiddeld is er een heel beperkte toename ten opzichte van de vier voorgaande jaren; dit is helemaal niet vergelijkbaar met wat in de jaren ’70 en ’80 van vorige eeuw werd waargenomen. De verklaring hiervoor ligt wellicht in het verschil in zandwinningsvolumes: deze liggen de laatste jaren veel lager dan toen. Het zijn net die zandwinningsvolumes die de bulk van de letterlijke verruiming van het oostelijk deel van de Westerschelde bewerkstelligd hebben in de jaren ‘70, met de sterke relatieve getijslagtoename als gevolg. De *absolute* getijslag is ook enigszins toegenomen volgens de trend van voor 2009 en onder invloed van de 18,6-jarige cyclus; deze stijging is dus niet versneld door de recente ingrepen.

De verandering van de geulvolumes heeft de getijvolumes beïnvloed. In macrocel 1 wordt minder water door het Vaarwater langs de Hoofdplaat gestuurd en meer door de Honte en Schaar van de Spijkerplaat. Dit maakt deel uit van een proces dat al enkele decennia speelt. Bovendien is het totale getijvolume ook toegenomen. In macrocel 3 worden gelijkaardige trends waargenomen, maar het probleem van verzanding van de nevengeul is hier minder acuut; hier wordt de omvang van macrocel 3 eerder gezien als een mogelijkheid om er in de toekomst intenser te gaan storten. De ontwikkeling van de getijvolumes in macrocel 4 is ernstig: de lange termijn trend én de korte termijn waarnemingen wijzen op een systematische afname van de omvang van het Middelgat. De afremming van dit proces door het niet storten in de nevengeul of de plaatrandstortzone Rug van Baarland is slechts marginaal. In macrocel 5 zijn de getijvolumes verder afgenomen ten opzichte van 2010. De korte-termijn ontwikkeling van de totale eb en vloedvolumes is onzeker: metingen en modellen metingen spreken elkaar tegen. In macrocel 6 zijn de eb- en vloedvolume verdelingen minder duidelijk gewijzigd, maar de totale volumes zijn wel duidelijk toegenomen.

…op de leefomgeving

Uit de ecotopenkaart blijkt dat over de gehele Westerschelde zowel het hoog- als laagdynamisch sublitoraal in oppervlakte is afgenomen tussen 2010 en 2012; met als voornaamste oorzaak een overgang naar hoogdynamisch litoraal, laagdynamisch laaglitoraal en hard substraat. Anderzijds is er ook beperkt hoogdynamisch litoraal omgezet in hoog- en laagdynamisch sublitoraal. Schorvorming is een proces dat na 2004 een sterke toename gekend heeft op de Hooge Platen en op de Plaat van Walsoorden (Arcadis, 2014). Deze ontwikkeling heeft zich de laatste jaren doorgezet en heeft een zelfversterkend karakter door de eigenschap van het vangen van sediment door de schorvegetatie. Eén van de sturende processen in deze ontwikkeling is het ophogen van de platen dat reeds hierboven werd beschreven, en in de T2009 rapportage reeds aangewezen als een proces dat reeds decennia bestaat. Een effect van de derde verruiming kan hieruit niet besloten worden.

De hierboven vermelde toename van de getijslag heeft ook een effect op het areaal aan litoraal (gebied dat frequent droogvalt) ten opzichte van het sublitoraal (gebied dat steeds onder water ligt) en het supralitoraal (het gebied dat vaak (> 85 % droogvalduur) boven water ligt). De grenzen tussen deze drie gebieden wordt deels bepaald door de evolutie van de hoog- en laagwaterstanden. Wanneer de getijslag (het verschil tussen hoog- en laagwater) toeneemt (zoals nu gebeurt, o.m. door de 18,6-jarige nodale cyclus en de stijgende trend), neemt het areaal litoraal (het gebied tussen hoog- en laagwater) ook toe (T2009 Consortium, 2013). In 2010-2012 is er een lichte afname waargenomen van het sublitoraal, ten voordele van het litoraal. Deze afname is mogelijk deels verklaarbaar door de toename van de absolute getijslag tijdens deze periode. E

Binnen het sublitoraal (de geulen) worden er verschuivingen waargenomen tussen hoogdynamisch en laagdynamisch areaal, en dit onder meer rond de Hoge en Lage Springer (ten zuidoosten van de Hooge Platen) en aan de noordzijde van de Molenplaat, bij de noordelijke drempel van het Middelgat (Arcadis, 2014). Enige voorzichtigheid is echter geboden bij de interpretatie van de absolute arealen, omdat het laagdynamisch sublitoraal nog moeilijk te modelleren valt (met de gebruikte modellen voor de opmaak van de ecotopenkaart). Door de sedimentatie en het minder belangrijk worden van de nevengeulwerking in deze zones (zoals hierboven vermeld) nemen de stroomsnelheden af.

Het laagdynamisch areaal is echter slechts een kleine fractie van het totaal sublitoraal areaal.

De fysiotoopveranderingen in de Beneden-Zeeschelde, met een netto verschuiving van supralitoraal naar subtidaal, zijn mogelijk een indicatie van de verdiepingseffecten. De afname van het areaal middelhoog slik die hierbij wordt waargenomen, wijst ook op het steiler worden van slikhellingen.

3.5 EFFECTEN VAN VERANDERINGEN IN LEEFOMGEVING

Inleiding

Een van de doelstelling van de flexibele stortstrategie die sinds de start van de derde verruiming in 2010 wordt toegepast is het creëren van nieuw laagdynamisch ecologisch waardevol areaal in het (sub)litoraal. De ecologische waarde van deze gebieden komt voort uit het potentieel leef- of foerageergebied dat het biedt aan organismen (microfytobenthos, zoöbenthos, vissen en vogels). Het laagdynamisch karakter (wat beperkte stroomsnelheden, golfwerking en bodembeweging impliceert) is vereist voor de ontwikkeling van het benthos.

De benaderingswijze die is vastgelegd in het Protocol Voorwaarden voor Flexibel Storten (de Kwaliteitsparameters) is abiotisch: er wordt naar arealen gekeken door middel van de ecotopenkaarten die worden opgemaakt. Hierin zitten verschillende subjectieve elementen (geomorfologische kaarten) en methodologische beperkingen (de staat van het modelinstrumentarium om stroomsnelheden in de ondiepe gebieden betrouwbaar weer te geven). Er hangt dus enige onzekerheid vast aan de berekende arealen, maar omdat de methodologie consistent is doorheen de verschillende kaarten (door een herwerking van de ecotopenkaarten sinds 1996), zijn de trends wel betrouwbaar. Als snelle indicator voor de ecotopenkaarten (die enige duur van opmaak kennen), worden stroomsnelheidsmetingen uitgevoerd. Lage snelheden vormen dan een aanduiding dat de ontwikkelingen de goede kant op gaan.

Zodra een gebied voldoende laagdynamisch is, zullen bodemdiatomeeën en bodemdieren zich snel vestigen (orde weken – maanden). Als de ecotopenkaart een gebied als laagdynamisch aanduidt, zal de bodemgemeenschap er in principe aanwezig zijn omdat ze zich zo snel vestigen. De aanwezigheid kan desgewenst gecontroleerd wordt door middel van bemonstering.

Foeragerende vogels, metname de steltlopers en bergeenden, zullen niet altijd meteen volgen omdat zij afhankelijk zijn van de beschikbare foerageertijd, afhankelijk van de soort en de weersomstandigheden (ca 5-6 uur in de winter, 6-8 uur in de zomer).

Een laagdynamisch gebied kan in feite pas als ‘ecologisch interessant’ beschouwd worden (en dus als een goed functionerend systeem) als ook de vogels er komen foerageren. Dit kan enkel bevestigd worden door tellingen uit te voeren. Laagwatertellingen zijn in het verleden uitgevoerd, maar bleken tijdsrovend en dus kostbaar te zijn, met een beperkte betrouwbaarheid. In het najaar van 2014 is een pilootproject gestart om na te gaan hoe efficiënt tellingen kunnen uitgevoerd worden. Eerste resultaten worden begin 2015 verwacht; op basis daarvan kan dan besloten worden of en hoe deze tellingen in de toekomst worden uitgevoerd.

Voor deze voortgangsrapportage is het dus nog te vroeg om op basis van monitoring (die in principe niet opgezet is in het kader van deze rapportage, maar wel voor een grootschaligere systeemevaluatie om de 6 jaar) uitspraken te doen over de ontwikkeling van de toestand van de fauna in relatie tot de leefomgeving; doch er wordt waar mogelijk toch naar simultane tendensen gezocht.

… op fauna

Uit de ecotopenkaarten blijkt dat over de gehele Westerschelde het totaal areaal plaat, slik en schor is afgenomen (zie ook Arcadis, 2014), met circa 200 à 300 ha minder dan in 1996. Daarentegen is er een toename gerealiseerd in het laagdynamisch sublitoraal. Anderzijds is er ook hoogdynamisch litoraal omgezet in hoog- en laagdynamisch sublitoraal (samen 203 ha). Binnen het estuarium neemt het areaal laagdynamisch gebied dus toe. Gezien hier telkens de hoogste schelpdier- en benthosdensiteiten worden aangetroffen in het niet ondenkbaar dat een areaaltoename van de laagdynamische gebieden een positieve invloed heeft op de schelpdier- en benthospopulaties.

Benthos

In de Westerschelde wordt respectievelijk een negatieve en een positieve populatietrend aangetroffen van de kokkel *Cerastoderma edule* en het nonnetje *Macoma balthica* sinds de waarnemingen vanaf 1992. Echter, enkel de densiteit van *Macoma* is gestegen terwijl de trend in de biomassa stabiel bleef. Op basis van de beschikbare gegevens is het niet mogelijk om te concluderen dat de opkomst van *Macoma* te maken heeft met een toename in laagdynamisch areaal (en dus ook plaatrandstortingen). De negatieve ontwikkeling van de kokkeldensiteiten zou dit bovendien tegenspreken. De processen worden daarom geïnterpreteerd als deel uitmakende van een grote natuurlijke dynamiek die wordt beïnvloed door het succesvol zijn van de broedval, de gestrengheid van de winter en de eventuele visserij.

Vogels

De derde verruiming kan niet als oorzaak van de algemene achteruitgang van de vogelaantallen aangewezen worden omdat deze trend al langer bestaat. Wat de oorzaak dan wel is, houdt verband met de algehele toestand van het ecosysteem, maar ook van tal van externe effecten waarnaar in het kader van deze rapportage geen verder onderzoek is gevoerd (West-Europese tendensen); hiervoor wordt naar de 6-jaarlijkse systeemevaluatie verwezen.

De kokkel heeft en belangrijke functie als voedsel voor wadvogels en vooral voor de abundante scholekster *Haematopus ostralegus* in de Westerschelde die in de winter voor hun overleving afhankelijk zijn van voldoende kokkels en mosselen (CBS *et al.*, 2014). De afname van de kokkeldensiteit kan dus mogelijk een verklaring geven voor de achteruitgang van de Scholekster populatie, maar dit verband is nog niet sluitend vastgesteld.

Er zijn ook positieve signalen, waaronder de toename van laagdynamisch areaal, en een opkomst van het nonnetje; doch deze trends blijken op dit ogenblik nog niet sterk genoeg om de vogelpopulatie in een positieve trend om te buigen, mogelijk omdat de biomassa van het nonnetje niet evenredig is gestegen met de densiteit.

Zeehonden

De aantallen gewone zeehonden, zowel volwassen als jonge individuen, nemen toe in alle deelgebieden van de Westerschelde. Zoals reeds in de T2009 rapportage werd aangegeven, is de populatie in de Westerschelde afhankelijk van uitwisseling met populaties in het Deltagebied, de Waddenzee, Engeland en Frankrijk (Ministerie van Economische Zaken van Nederland, 2014). Er is dus een grote uitwisseling en daarom dient ook rekening gehouden te worden met invloeden en ontwikkelingen waarvan de oorzaken zich buiten het Schelde-estuarium situeren.

Het voorkomen van gewone zeehonden wordt bepaald door de beschikbaarheid van droogvallende zandbanken met een steile plaatrand die gedurende een groot deel van de laagwaterperiode droogvallen en grenzen aan diep water. De verhoging en versteiling van platen zorgt er dus voor dat de beschikbaarheid van rustgebieden (rusten, zogen, verharen) geen beperkende factor is voor de groei van de populatie.

Veranderingen in de morfologie van platen kunnen indirecte gevolgen hebben voor zeezoogdieren (Meininger *et al.*, 2003). Een toename in het het areaal laagdynamisch gebied kan een toename veroorzaken in de schelpdier- en benthosdensiteiten die hier reeds het hoogst zijn in de Westerschelde. In het voedselweb worden bodemdieren gegeten door vissen die op hun beurt weer worden gegeten door zeezoogdieren zoals de gewone zeehond. Of er een direct effect is op het voedselaanbod voor zeehonden valt te betwijfelen, omdat zeehonden behoorlijke afstanden zwemmen voor hun voedselvoorziening.

4. ADVIEZEN

4.1 ADVIES STORTSTRATEGIE

Uit wat vooraf ging, blijkt dat het Overleg Flexibel Storten werkt met het doel waarvoor het ingesteld is: er wordt op basis van de monitoringgegevens vanuit MONEOS-T bijgestuurd in de bagger- en stortstrategie waar nodig, binnen de randvoorwaarden van de vergunning; er wordt bijkomend onderzoek gelast. Als resultaat hiervan zijn reeds positieve ontwikkelingen aan het gebeuren (bewaken van grenswaarden in het kader van de Kwaliteitsparameters, ontwikkeling van het laagdynamsich waardevol ecologisch areaal). Het eerste advies luidt dan ook om de stortstrategie “Flexibel Storten” in de toekomst verder door te zetten, alsook het bijhorende overlegproces.

Op korte termijn kan verder gewerkt worden met de huidige vergunde stortlocaties en volumes. Omdat er echter een aantal gebieden zijn waar onzekerheden of negatieve signalen over de ontwikkeling bestaan en waar dus voorzichtig mee wordt omgesprongen (bv Rug van Baarland, Middelgat, Hooge Platen Noord, Schaar van Waarde), dient er op langere termijn oog te zijn voor nieuwe stortlocaties waar positieve ontwikkelingen mee te realiseren zijn.

De positieve ontwikkelingen die nu worden waargenomen in een aantal plaatrandstortzones, maar ook de mogelijkheden met diepe delen van de hoofgeul, kunnen mogelijk getransponeerd worden naar andere locaties. Er wordt in het kader van het opstellen van de milieuvergunningsaanvragen voor de onderhoudsbaggerwerken in de Westerschelde onderzocht of er alternatieve stortlocaties zijn. In dit kader zou ook op 1 locatie een pilootproef uitgevoerd worden. Over ongeveer 1 jaar zal een rapport met de resultaten van deze verkenning beschikbaar komen.

4.2 ADVIES VAN DE COMMISSIE MONITORING WESTERSCHELDE

Vanuit het Overleg Flexibel Storten werd volgende conclusie en vragen aan de Commissie Monitoring Westerschelde.

Conclusies en voorstel stortstrategie komende 2 jaar

De werking van het Overleg flexibel storten gedurende de voorbije jaren is goed verlopen. De hoge kwaliteit en frequentie van de monitoringsactiviteiten laten toe om op een nauwgezette manier de stortstrategie binnen de 1e tabel van de vergunningen bij te stellen.

Het Overleg flexibel storten heeft als voorstel om de komende jaren met behulp van dezelfde uitgangspunten verder te werken:

- Plaatranden maximaal benutten, waarbij wel rekening gehouden wordt met het voorzorgsbeginsel t.a.v. mogelijke ophoging van waardevolle arealen , en het meergeulenstelsel niet in het geding komt.
- In de hoofd- en nevengeulen specie gelijkmatig verspreiden doorheen de tijd.

Wij vernemen graag of de Commissie dit algemene voorstel mee ondersteunt.

Daarnaast vraagt het Overleg aan de Commissie om advies te geven over de huidige situatie bij Hooge Platen Noord. Daar kan in potentie laagdynamisch areaal worden ontwikkeld door gericht te storten. Tegelijkertijd neemt door de ophoging van de plaat grenzend aan de stortzone het foerageerareaal van met name steltlopers en bergeenden af. Deze afname lijkt in het westelijke gedeelte van de Hooge Platen Noord versneld in 2013. De Hoge platen Noord is een erg belangrijk foerageergebied voor steltlopers in de Westerschelde. De overweging is dus of de potentie voor extra laagdynamisch areaal, door het storten in een beperkt gebied waar het sedimenttransport parallel aan de plaat gericht is, opweegt tegen het risico dat er een beperkte hoeveelheid specie toch op de plaat komt. Indien er niet meer in deze zone gestort zou worden, heeft dat als gevolg dat de voorop gestelde doelstelling van extra te creëren laagdynamisch areaal niet maximaal kan zijn, en wordt de beschikbare stortruimte beperkter.

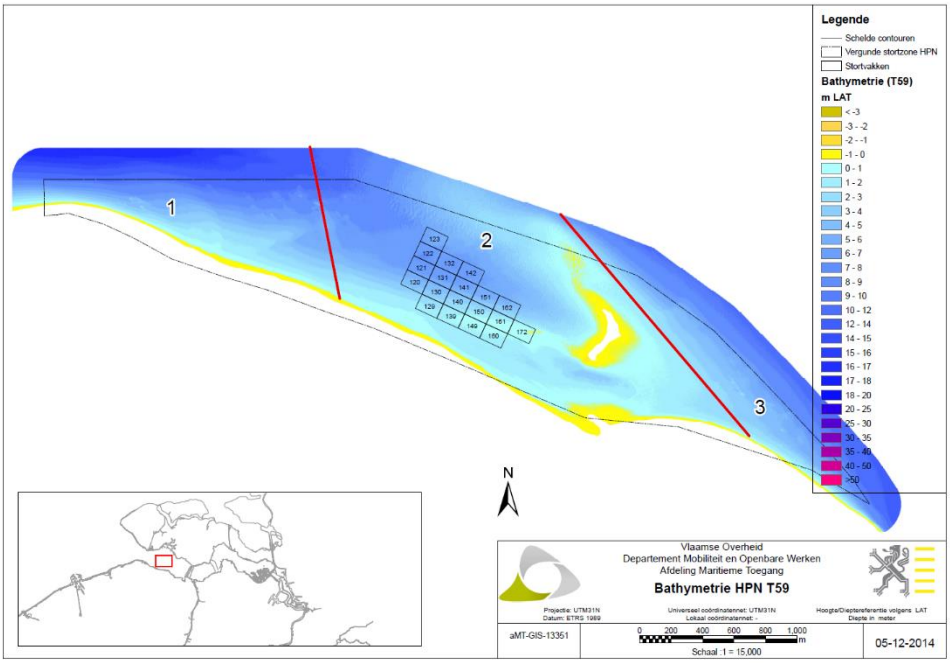


Fig. 1 Deelgebieden Hooge Platen Noord

1: Het westelijk deelgebied komt niet in aanmerking voor storten omdat dit reeds laagdynamisch is, en er een versnelde ophoging geconstateerd is. Hier blijven we dus weg.
2: Storten in het oostelijk midden gebied (ten zuiden van de oostelijke zandtong) staat ter discussie.
3: Storten aan de buitenzijde van de oostelijke zandtong blijft interessant, en wil het Overleg flexibel storten verder zetten. Hierover bestaat geen discussie binnen het overleg.

Het Overleg flexibel storten ziet op korte termijn geen noodzaak om de 2e tabel van de vergunningen in beschouwing te nemen. Afhankelijk van het advies met betrekking tot Hooge Platen Noord, en de uitkomsten van een volgend toetsoverleg, kan het wel nodig worden om over te stappen naar Tabel 2 uit de vergunning.

Volgende paragrafen betreffen antwoorden op voorgaande, en zijn integraal overgenomen uit het CMW rapport.

4.2.1 Advies met betrekking tot voorstel stortstrategie (2015-2016)

CMW gaat akkoord met het voorstel Overleg flexibel storten om de komende 2 jaar verder te werken met:

- Plaatranden maximaal benutten, maar waarbij er wel rekening gehouden wordt met het voorzorgsbeginsel t.a.v. mogelijke ophoging van waardevolle arealen, en het meergeulenstelsel niet in het gedrang komt.…
- In de hoofd- en nevengeulen specie gelijkmatig verspreiden doorheen de tijd.

4.2.2 Advies met betrekking tot Hooge Platen Noord

CMW is van oordeel dat het voorlopig inderdaad best is om niet verder te storten op de HPN, inclusief de oostelijke landtong. De evolutie van de ophoging van de plaat is niet gunstig. De problematiek is trouwens dezelfde voor de Plaat van Walsoorden. Daar wijst de uitbreiding van het schor ook op verhoging van de plaat, die na begroeiing wellicht moeilijk te keren valt. Ook daar wordt er best gekeken of er alternatieven zijn.

Daarbij is het belangrijk te blijven monitoren om de evolutie te zien wanneer er niet meer gestort wordt. CMW beveelt bovendien aan om bijkomend onderzoek te doen naar de interactie tussen de (stroming in de) geulen en de platen m.b.v. in situ metingen van snelheden en sedimenttransport bij de bodem en een gedetailleerd (3D) wiskundig model.

In algemene zin is de CMW van oordeel dat moet nagegaan worden of het beleid van plaatrandstortingen ook in de toekomst verder kan aangehouden worden of dat er (tijdig) naar alternatieven moet gezocht worden, of naar een combinatie van het flexibel storten met een alternatief. Het doel van het huidige beleid is het laagdynamisch intertidaal areaal uit te breiden. Deze gebieden worden momenteel gedefinieerd op basis van berekeningen (die misschien niet heel betrouwbaar zijn). De CMW vraagt zich daarbij af of het ‘laagdynamisch karakter’ ook kan vertaald worden in een ecologische waarde van dat areaal, en of de huidige lokale toename in laagdynamisch areaal stabiel zal blijken. De systematische vermindering in het vogelbestand in het estuarium is niet in lijn met de evolutie in andere gebieden in Europa. Ook gaan de kokkels in andere gebieden (bv. Oosterschelde) niet achteruit in tegenstelling tot in de Westerschelde. De CMW beveelt aan om nieuw ‘laagdynamisch’ areaal niet louter te definiëren op basis van berekeningen maar ook van ecologische metingen. Momenteel is het immers onvoldoende duidelijk dat er een ecologische meerwaarde is aan dit nieuwe laagdynamisch gebied en is het daarom misschien voorbarig om reeds over ecologisch waardevol areaal te spreken (zoals op p.77 van het syntheserapport). Er zit ook potentieel veel meer informatie in de data dan tot nu toe benut. De vogeldata werden tot nu toe niet sterk gedifferentieerd. Er wordt dan ook gesuggereerd om de verschillende trends in vogelaantallen (op soortniveau, met focus op steltlopers) te interpreteren in relatie tot de evolutie van het benthos (zowel densiteiten, biomassa’s als soortensamenstelling). Een rapportage van vogeldata (in het bijzonder van steltlopers) die de ruimtelijke koppeling maakt met (nieuw) laagdynamisch areaal lijkt ook nodig om de ecologische waarde van deze nieuw gecreëerde arealen correct in te schatten.

Bovendien lijkt de huidige stortstrategie op de plaatranden eerder te leiden tot een versteiling van die plaatranden, waardoor er netto minder intertidaal foerageergebied is en er een verhoging van de platen optreedt (eilandvorming). Het is m.a.w. twijfelachtig of de huidige strategie op een duurzame manier laagdynamisch areaal creëert. Wanneer platen versneld ophogen is te verwachten dat er een tijdelijke toename van laagdynamisch intertidaal zal zijn, omdat hoogdynamisch intertidaal door ophoging meestal minder dynamisch wordt. Tegelijk is er echter verlies van hooggelegen intertidale plaat aan schorareaal, en dit areaal draagt niet meer bij aan het intertidale plaattype. Er is dan feitelijk sprake van de vorming van eilanden. De huidige areaalberekeningen kunnen ons in die zin een vals positief gevoel geven, als toename laagdynamisch areaal eerder een stap betekent in de verkeerde richting dan een stap in de goede richting. Dé onderzoeksvraag voor de komende jaren is dan ook of de huidige plaatrandstortstrategie op termijn de goede is vanuit ecologisch perspectief.

4.3 ADVIES MONITORING EN VERDER ONDERZOEK

In voorliggend rapport is de evolutie van verschillende aspecten van de verruiming, onderhoudsbaggerwerken en het flexibel storten bestudeerd aan de hand van een groot aantal databronnen en meetgegevens. Deze sectie bevat adviezen voor het verbeteren van de monitoring en het datamanagement om in de toekomst een nog beter beeld te krijgen op de toestand van het flexibel storten.

1. Een eerste aanbeveling houdt in dat de *huidige monitoringinspanningen dienen aangehouden te worden*. Alle onderzochte parameters dragen op verschillende wijzen bij tot het verkrijgen van inzichten, leggen van verbanden en het vinden van verklaringen.
2. Een tweede aanbeveling betreft de *doorstroming van data en randgegevens* (metadata) doorheen alle niveaus van de studie: van het uitvoeren van de metingen, corrigeren van data, de datacentralisatie en –opslag, tot de analyse en rapportering van data. Het uitvoeren van metingen is dikwijls de moeilijkste of duurste stap in het hele proces, en het is daarom belangrijk dat de resulterende meetgegevens zo veel en zo nuttig mogelijk worden gebruikt.
    a. **Randinformatie:** Samen met de meetgegevens zelf (de ruwe data) is het belangrijk dat alle relevante randinformatie mee wordt opgeslagen en doorgegeven. Dit betreft de locatie van de metingen (niet alleen de x en y of lengte- en breedtegraad, maar indien mogelijk ook de hoogteligging), de tijd van de meting, eenheden en referentiestelsels, en de gebruikte meetmethode. Zonder deze metadata is het dikwijls onmogelijk om een goed beeld te krijgen van de onderliggende betekenis van de meetdata. Als voorbeeld wordt de fiche ‘S-HD-V-001 - Waterstanden – Getij’ aangehaald: hierbij wordt als monitoring plan enkel de locatie en duur van tijdreeksen weergegeven, maar de periodes zijn niet up-to-date en veranderingen in meettoestellen of aanpassingen aan verticale schalen, wordt niet weergegeven. Voor ‘S-FC-V-005 - Turbiditeit – Continu’ wordt bijvoorbeeld niet weergegeven met welk type toestel in welke periodes werd gemeten, of hoe de calibratie en omrekening naar SSC in mg/L dient te worden uitgevoerd.

Daarom wordt aanbevolen dat de Moneos datafiches voldoende up-to-date worden gehouden (datablad Monitoringsplan op http://www.scheldemonitor.be/datafiches), en indien mogelijk zelfs verdere uitbreiding met verwijzingen naar methodologieën, rapporten, studies, e.d.m. waarin de gegevens gebruikt worden, bij voorkeur met (uitgebreidere) verwijzingen naar de digitale opslagplaats in de VLIZ databank (datablad Documenten op http://www.scheldemonitor.be/ datafiches).

b. **Historische meetwaarden:** Wanneer meetreeksen tijdens de periode van het flexibel storten (2010-2014) worden onderzocht, is het dikwijls nuttig om ook te kijken naar de trends op langere termijn met behulp van metingen in de jaren voor het flexibel storten. Deze zijn dikwijls opgeslagen in hetzelfde bestand of dezelfde databank als de recente data, maar soms is er sprake van correcties of aanpassingen in de gegevens. Het wordt daarom aanbevolen om, indien mogelijk, bij aanlevering van data oudere gegevens mee te leveren.

3. Er bestaan reeds verschillende hulpmiddelen voor de vlotte doorstroming van data en metadata, in het bijzonder het online platform Scheldemonitor (www.scheldemonitor.be / www.scheldemonitor.nl). Er wordt dan ook aanbevolen om deze hulpmiddelen ten volle te gebruiken om deze volledig tot hun recht te laten komen. Op dit ogenblik zijn veel gegevens nog van het publiek afgeschermd.Naast de betere doorstroming van data, kan ook nog een aantal adviezen worden geformuleerd omtrent bijkomende metingen en analysemethoden die van nut zouden zijn binnen de monitoring.

   Bij de analyse van jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden (§2.2.2) bleken deze in 2010-2013 lager te liggen dan voorspeld volgens de trendlijnen die werden opgesteld in het T2009-rapport (T2009 Consortium, 2013). De waarschijnlijke oorzaak hiervoor bleek meteorologisch te zijn, aangezien de hoog- en laagwaterstanden sterk gecorreleerd zijn met de opzet in Vlissingen en de opzet relatief laag lag tijdens de periode 2010-2013. De trendlijnen in het T2009-rapport zijn opgesteld op basis van een regressie-analyse met een lineaire trend en de 18,6-jarige getijcyclus. Om ook de invloed van meteorologische effecten in rekening te brengen, zou de multivariate regressieanalyse opnieuw kunnen worden uitgevoerd, met inbegrip van de opzet.

   De sterke stijging van het gehalte aan sediment in suspensie is een verontrustende trend, in het kader van een mogelijke systeemomslag naar een hyperturbide toestand. Deze observatie steunt hoofdzakelijk op continue metingen van de sedimentconcentratie op twee meetlocaties in de Beneden-Zeeschelde (Oosterweel en Boei 84). Op elke meetlocatie verzamelen de twee meettoestellen twee puntmetingen op verschillende hoogtes in de waterkolom (ca. 1 m boven de bodem en ca. 3 – 3,5 m boven de bodem).

4. De continue metingen worden aangevuld door periodieke metingen aan het wateroppervlak. Deze twee puntmetingen zijn echter onvoldoende om de verticale variabiliteit in sedimentconcentratie over de volledige waterkolom in kaart te brengen. Wanneer zich op de bodem een hypertroebele (fluid mud) laag bevindt met een dikte van 1,3 m zal deze worden waargenomen als hoge concentraties in het onderste meettoestel. Een laag met een dikte van 0,7 m zal tot lagere concentratiemetingen leiden van het onderste meettoestel, maar de laag blijft echter wel aanwezig. Om de eventuele aanwezigheid en evolutie van een hypertroebele laag beter op te volgen kan een Acoustic Backscatter Sensor (ABS; Smerdon *et al.*, 1998) een oplossing bieden. Dit type toestel kan een sedimentconcentratieprofiel meten over de hoogte van enkele meters en is in het verleden reeds succesvol gebruikt om hypertroebele lagen op te meten (Traykovski *et al.*, 2000). Een andere mogelijkheid om de aanwezigheid van de hypertroebele laag te meten is het meten van de turbulentie (turbulent kinetic energy, TKE) of de productie van turbulentie met behulp van een stationair geplaatste ADV of ADCP. Het energieverlies van de stroming door bodemwrijving wordt immers omgezet in turbulentie, en één van de (negatieve) effecten van een hypertroebele laag is een vermindering van de bodemwrijving. Het alternerend optreden van hypertroebele laag zou dus kunnen worden gedetecteerd als een plotselinge verlaging van het turbulentieniveau van de stroming nabij de bodem. De Commissie Monitoring Westerschelde merkte in haar verslag dd. 04/02/2015 op dat het effect van de 18,6-jarige cyclus in de hiernavolgende analyse niet vervat zit. Voorgaand onderzoek (T2009-rapport, T2009-consortium, 2013) gaf aan dat de totale variatie in intertidaal areaal waarschijnlijk veroorzaakt wordt door de cyclische variatie in getijslag en trendmatige ontwikkeling. Om het effect exact te kwantificeren zou echter bijkomend studiewerk vereist zijn (incl. modellering en GIS analyse) die buiten het opzet van de variatie valt. Dit is een aandachtspunt dat in de toekomst dient onderzocht te worden. Eén van de aandachtspunten is ook of dit in de doelstellingen van het Protocol Voorwaarden voor Flexibel Storten is in rekening gebracht.
5. De Commissie Monitoring Westerschelde adviseert een doorgedreven benthos analyse met inbegrip van de soortensamenstelling, omdat in de trends van sommige belangrijke soorten negatieve ontwikkelingen worden waargenomen.

5. REFERENTIES

Arcadis (2014). Ecotopen in de Westerschelde. 7210A/KR-RVB-2-2014.

Bouma H., de Jong D.J., Twisk F. & Wolfstein F. (2005). Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1) Voor het in kaart brengen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in zoute en brakke rijkswateren. (RIKZ/2005.024). Rijkswaterstaat.

CBS, Planbureau voor de Leefomgeving & Wageningen UR (2014). Kokkels in Waddenzee en Zeeuwse Delta, 1990-2013 (indicator 1239, versie 06, 24 september 2014). Geraadpleegd op 2 oktober 2014, op http://www.clo.nl/nl1239.

Consortium Arcadis-Technum (2007a). Hoofdrapport Milieueffectenrapport Verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde. Consortium Arcadis-Technum.

Consortium Arcadis-Technum (2007b). Milieueffectrapport Verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde. Achtergronddocument Baggeren en storten. in opdracht van 00000.

Consortium Arcadis-Technum (2007c). Milieueffectrapport Verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde. Basisrapport slibdynamiek.

Consortium Arcadis-Technum (2007d). Milieueffectenrapport Verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde. Basisrapport Overige Aspecten. Consortium Arcadis – Technum.

Consortium Arcadis-Technum (2007e). Milieueffectrapport Verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde. Basisrapport Water. 070919 Basisrapport Water versie 4.1.

Consortium Arcadis-Technum (2007f). Hoofdrapport Passende Beoordeling: verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde. Consortium Arcadis-Technum.

Geelhoed S. & van Polanen Petel T. (2011). Zeezoogdieren op de Noordzee; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.

IMDC (2011a). Monitoringprogramma Flexibel Storten. Deelopdracht 2: Stortproef diepe putten Ketelplaat. I/RA/11353/10.089/RDS.

IMDC (2011b). Monitoringprogramma Flexibel Storten. Implementatie van het Protocol voorwaarden voor flexibel storten - Kwaliteitsparameters. I/RA/11353/10.177/MSM.

IMDC (2013a). Monitoringprogramma Flexibel Storten. Voortgangsrapport data 2010 - 2011. I/RA/11353/12.197/DDP, in opdracht van afdeling Maritieme Toegang.

IMDC (2013b). Monitoringprogramma Flexibel Storten. Deelopdracht 1 - Analyse slibconcentratiemetingen in de Zeeschelde. I/RA/11353/13.169/DDP, in opdracht van afdeling Maritieme Toegang.

IMDC (2014a). Monitoringprogramma Flexibel Storten. Deelopdracht 6: Voortgangsrapport data 2010-2013, data- en analyserapport. I/RA/11353/14.158/DDP.

IMDC (2014b). Monitoringprogramma Flexibel Storten. Deelopdracht 7: Statusrapport na start verdiepingsstorten - jaar 4. I/RA/11353/14.109/DDP.

IMDC, Svasek, Deltares & Arcadis (2013). LTV Veiligheid en toegankelijkheid. Analyse havenstortvak W13. Basisrapport specifieke beheervragen B-21. I/RA/11387/12.108/GVH.

INBO (2014). TOPOdata_MONEOSraai_INBO_2014. Brondata MONEOS – Geïntegreerd datarapport INBO: Toestand Zeeschelde 2013 (.xls data). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.

Jentink R. (2014a). Analyse van de erosie bij Saeftinge Oost. Rijkswaterstaat, CIV, 7210A/RA-SO-1-2013.

Jentink R. (2014b). Opvolging Effecten Flexibel Storten. Kwartaalrapportage Hooge Platen West, tweede kwartaal 2014. Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening, 7210A/KR-HPW-2-2014.

Jentink R. (2014c). Opvolging Effecten Flexibel Storten. Kwartaalrapportage Hoogeplaten Noord, tweede kwartaal 2014. Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening, 7210A/KR-HPN-2-2014.

Jentink R. (2014d). Opvolging Effecten Flexibel Storten. Kwartaalrapportage Plaat van Walsoorden, tweede kwartaal 2014. Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening, 7210A/KR-PWA-2-2014.

Jentink R. (2014e). Opvolging Effecten Flexibel Storten. Kwartaalrapportage Rug van Baarland, tweede kwartaal 2014. Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening, 7210A/KR-RVB-2-2014.

Jentink R., de Klerk J. & Schrijver M. (2014). Opvolging Effecten Flexibel Storten. Datarapportage 2013. Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening, 7210A/DR-2014-01.

Jeuken C., Vroom J., Wang Z.B., Depreiter D., van Holland G., Dam G., Poortman S. & Cleveringa J. (2014). Advies flexibel storten.

Meininger P., Witte R. & Graveland J. (2003). Zeezoogdieren in de Westerschelde: knelpunten en kansen. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ/2003.041.

Ministerie van Economische Zaken van Nederland (2014). Beschermde natuur in Nederland: soorten en gebieden in wetgeving en beleid. Geraadpleegd op 16 oktober 2014, op http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=10&id=n2k122&topic=introductie.

Overleg Flexibel Storten (2014). Toesting kwaliteitsparameters 2014 Verruiming Westerschelde. 22 april 2014.

Rijkswaterstaat (2006). Ecotopenkaarten Westerschelde. Werkdocument bij de edities 1996, 2001 en 2004. Rijkswaterstaat Zeeland.

Schrijver M. (2014). Monitoring meergeulensysteem Westerschelde, Toetsing criteria nevengeulen. Rijkswaterstaat Zeeland, 7210A/MMGW-2014-01.

Schrijver M. & Plancke Y. (2008). Uitvoeringsplan MONEOS-T 2008-2018. Rijkswaterstaat Zeeland/Vlaamse Overheid. Departement voor Mobiliteit en Openbare Werken, MONEOS-T-2008- 033 /WL2008R791-3_1ref1_0.

Smerdon A.M., Rees J.M. & Vincent C.E. (1998). An acoustic backscatter instrument to measure near-bed sediment processes. Geraadpleegd op http://www.aquatecgroup.com.

T2009 Consortium (2013). T2009-rapport Schelde-estuarium. Arcadis Nederland, IMDC, Universiteit Antwerpen, IMARES en NIOZ.

Talke S.A., Swart H.E. de & Jonge V.N. de (2009). An Idealized Model and Systematic Process Study of Oxygen Depletion in Highly Turbid Estuaries. *Estuaries Coasts*, 32(4), 602–620, doi: 10.1007/s12237-009-9171-y.

Traykovski P., Geyer W.., Irish J.. & Lynch J.. (2000). The role of wave-induced density-driven fluid mud flows for cross-shelf transport on the Eel River continental shelf. *Cont. Shelf Res.*, 20(16), 2113–2140, doi: 10.1016/S0278-4343(00)00071-6.

Vanlierde E., Ferket E., Michielsen S., Vereycken, K, Van Hoestenberghe T., Levy Y., Plancke Y., Deschamps M., Verwaest T. & Mostaert F. (2014). MONEOS - jaarboek monitoring WL 2013: Factual data rapportage van monitoring hydrodynamiek en fysische parameters zoals gemeten door WL in het Zeescheldebekken in 2013. Versie 4.0. Waterbouwkundig Laboratorium, WL Rapporten, 12_070.

Van Veen J. (1949). Eb- en Vloedschaar Systemen in de Nederlandse Getijwateren. Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap.

Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie (2008). Protocol voorwaarden voor flexibel storten - Kwaliteitsparameters.

VMM (2013a). Jaarlijks waterbodemonderzoek in de Beneden-Zeeschelde: chemische kwaliteit van baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde. Campagne 2013.

VMM (2013b). Jaarlijks waterbodemonderzoek in de Westerschelde: chemische kwaliteit van baggerspecie in de Westerschelde. Campagne 2013.

Winterwerp J.C. (2013). Response of tidal rivers to deepening and narrowing, Basisrapport grootschalige ontwikkeling G-14. International Marine & Dredging Consultants/Deltares/Svašek Hydraulics BV/ARCADIS Nederland BV.

Bijlage A Toetsing kwaliteitsparameters

A.1 Inleiding

Het bijsturen van de stortstrategie en/of de monitoring en onderzoek naar de effecten van de verruiming van de vaargeul, wordt beslist op basis van criteria die zijn vastgelegd in het Protocol voorwaarden voor flexibel storten – Kwaliteitsparameters, een bijlage van de vergunning voor het storten van bodemmateriaal in de Westerschelde (Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie, 2008). Vertrekkende vanuit monitoringresultaten zoals vastgelegd in het MONEOS-T Uitvoeringsplan 2008-2018 (Schrijver en Plancke, 2008), wordt aan de hand van kwaliteitsparameters getoetst of de vastgelegde criteria nageleefd worden en hoe het flexibel storten in de Westerschelde eventueel moet bijgestuurd worden.

De criteria en kwaliteitsparameters kunnen als volgt worden samengevat:

1. ***De stortstrategie is gericht op de gewenste instandhouding van het meergeulenstelsel.*** Door analyse van het berekende watervolume van de nevengeulen (Kwaliteitsparameter 1) worden veranderingen hierin bepaald. Deze veranderingen worden uitgezet tegenover een vastgelegde maximale afwijking en een drempelwaarde die als waarschuwingscriterium geldt. Op basis van deze toetsing (zie §A.2) kunnen de stortvolumes jaarlijks herzien, de stortstrategie bijgestuurd, of het storten in de betreffende nevengeul gestopt worden.

2. ***De stortstrategie is gericht op realisering van de maximale ecologische winst van de plaatrandstortingen***, waarbij er sprake is van toename van de oppervlakte laagdynamisch ondiepwater en intergetijdengebied (Kwaliteitsparameter 2a). Uit de ecotopenkaart wordt afgeleid of de totale oppervlakte laagdynamisch gebied verandert nabij de plaatrandstortingen in de Westerschelde (§A.3). Een geleidelijke toename van de oppervlakte laagdynamisch gebied met 114 ha binnen 5 jaar na start van de werkzaamheden is het gewenste gedrag, alsook een grote stabiliteit van de plaatrandstortingen (het volume specie die binnen het stortvak blijft). De stabiliteit van de gestorte baggerspecie wordt eveneens bepaald (Kwaliteitsparameter 2b). Een grote stabiliteit (volgens vastgelegde percentages) van de plaatrandstortingen is een gewenste evolutie.

   Bij afwijkingen van de gewenste ontwikkeling, kan worden overgegaan tot nader onderzoek voor het bijsturen van de stortstrategie. Zo kan bij ongewenste ontwikkelingen aanvullend of minder gestort worden, of kan uitgeweken worden naar alternatieve locaties binnen de vergunning.

3. ***De stortstrategie draagt bij aan het behoud van de oppervlakte ecologisch waardevol gebied in de Westerschelde.*** Veranderingen in de totale oppervlakte ecologisch waardevol gebied in de Westerschelde (Kwaliteitsparameter 3a) worden gemeten op basis van de ecotopenkaart (§A.3.2). Ook de hoogteligging (Kwaliteitsparameter 3b) van platen en slikken en de sedimentsamenstelling (Kwaliteitsparameter 3c) op platen en slikken worden bepaald.

   Bij ongewenste ontwikkelingen (vermindering waardevol areaal ten gunste van minder waardevol habitat, ongewenste slik/plaat-hoogteverandering, schorranderosie), dan wordt nagegaan welke corrigerende maatregelen in het kader van de stortstrategie kunnen uitgevoerd worden.

De toetsing van de kwaliteitsparameters wordt jaarlijks uitgevoerd door het Overleg flexibel storten, volgens de methode vastgesteld in het “Implementatie van het Protocol voorwaarden voor flexibel storten – Kwaliteitsparameters” (IMDC, 2011b). De meest recente “toetsing kwaliteitsparameters 2013” vond plaats op 22/04/2014 op basis van de monitoringresultaten verzameld in het “Statusrapport na start verdiepingsstorten – jaar 4” (IMDC, 2014b).

Daarnaast komt het grensoverschrijdend Overleg flexibel storten minstens tweemaandelijks bijeen om de recente monitoringresultaten te bespreken, en indien nodig de stortstrategie bij te sturen.

A.2 Instandhouding meergeulenstelsel

Het criterium Instandhouding Meergeulenstelsel omvat één kwaliteitsparameter: het watervolume in de nevengeul (§A.2.1). De resultaten betreffende dit criterium staan in het rapport “Monitoring meergeulensysteem Westerschelde – Toetsing criteria nevengeulen” (Schrijver, 2014) die als aparte bijlage is toegevoegd aan het toetsingsverslag van 22 april 2014, opgesteld door het Overleg flexibel storten. Ter verduidelijking zijn een aantal van de figuren uit Schrijver (2014) in voorliggend rapport overgenomen.

In de beschouwde rapportages (Schrijver, 2013, 2014b) worden ook bijkomende variabelen berekend die trends of waarnemingen kunnen helpen verklaren: het watervolume in de hoofdgeul, de kantelindex, het getijvolume en het volume van ingrepen in de Westerschelde.

A.2.1 Het watervolume in de nevengeul

Benodigde gegevens

De veranderingen van het berekende volume van de nevengeulen worden jaarlijks bepaald. Hiertoe zijn de volgende (meet)gegevens nodig:

- Jaarlijkse topo-bathymetrische opnames (RWS Dienst Zeeland, Meetadviesdienst);
- Maximaal stortvolume per jaar per nevengeul zoals vastgelegd in de vergunningen.

In het Protocol Kwaliteitsparameters wordt het ‘watervolume geulen’ gedefinieerd als het watervolume van zowel de hoofd- als nevengeul beneden NAP -5 m. Het watervolume wordt berekend uit de bathymetrische opnames, gecorrigeerd naar 1 januari van het betreffende jaar. De oorsprong van dit NAP-referentieniveau sluit aan bij de vooropgestelde grens tussen ondiep en sublitoraal gebied in het Zoutwater Ecotopen Stelsel van Bouma et al. (Bouma *et al.*, 2005). Hierbij komt dat het gebied lager dan NAP -5m steeds vervat zit in de reguliere vaklodingen, zodat de bepaling van het watervolume niet afhankelijk is van de dekking van de bathymetrische opnames. Het bepaalde geulvolume is dus afgeleid van de gemeten bodemligging die het resultaat is van zowel natuurlijke processen als antropogene ingrepen.

Het watervolume in een neven- of hoofdgeul wordt gesommeerd over de betreffende vakken in de geul. De ebscharen uit de macrocellen worden gerekend tot de hoofdgeul, de vloedscharen tot de nevengeulen. De uitzondering hierop is macrocel 4 waar het omgekeerde geldt. In de praktijk wordt het criterium ‘ watervolume geulen’ vervangen door het criterium ‘nevengeulen’, omdat vooral het watervolume in de nevengeulen aandacht behoeft.

Methodiek

De methodiek is overgenomen uit Schrijver (2014)*.*

In het *Protocol* is de maximaal toelaatbare afwijking in een nevengeul gedefinieerd als:

MC = {macrocel 1, macrocel 3, …, macrocel 7}

$\forall i \in MC : V_{max\ toelaatbaar}(i) = V_{max}(i) - V_{min}(i) + NV(i) + V_{max\ stort}(i)$

Waarbij geldt:

i	=	de macrocel.
V_{max}	=	max(V_{2005} … V_{2009}), het maximale volume berekend over de periode 01/01/2006 tot en met 01/01/2010.
V_{min}	=	min(V_{2005} … V_{2009}), het minimale volume berekend over de periode 01/01/2006 tot en met 01/01/2010.
NV	=	stdev(V_{2005} … V_{2009}), de standaarddeviatie berekend over de periode 01/01/2006 tot en met 01/01/2010.
$V_{max\ stort}$	=	de maximaal jaarlijks te storten hoeveelheid in de geul.

De periode waarover het minimum, het maximum en de standaarddeviatie worden bepaald is in het *Protocol* gedefinieerd als 5 jaar. Op de figuren worden ook grenzen gebaseerd op een berekening met een periode van 10 jaar weergegeven ter informatie omdat het Overleg Flexibel Storten inzicht wilde krijgen of het beschouwen van een langere termijn beter zou zijn.

Ondergrens (OG)

De ondergrens wordt bepaald door de maximaal toelaatbare afwijking ten opzichte van het grootste gemeten watervolume, ofwel:

$\forall i \in MC : OG(i) = Vmax(i) - Vmax\ toelaatbaar(i)$
$= Vmax(i) - (Vmax(i) - Vmin(i) + NV(i) + Vmax\ stort(i))$
$= Vmin(i) - NV(i) - Vmax\ stort(i)$

Het minimale watervolume in een macrocel wordt dus bepaald door het minimale watervolume van de geul over de afgelopen vijf jaar min de standaardafwijking van het volume over de afgelopen vijf jaar en de maximaal te storten hoeveelheid per jaar.

Waarschuwingsgrens (WG)

Het waarschuwingsniveau is gedefinieerd als zijnde 80 % van de maximaal toelaatbare afwijking:

$$\begin{aligned} \forall i \in MC : WG(i) &= Vmax(i) - 0{,}8 * Vmax\ toelaatbaar(i) \\ &= Vmax(i) - 0{,}8 * (\ Vmax(i) - Vmin(i) + NV(i) + Vmax\ stort(i)\ ) \\ &= 0{,}2 * Vmax(i) + 0{,}8 * (\ Vmin(i) - NV(i) - Vmax\ stort(i)\ ) \end{aligned}$$

De waarschuwingsgrens bedraagt dus 20 % van het maximale volume opgeteld met 80 % van het volume dat is berekend als de ondergrens.

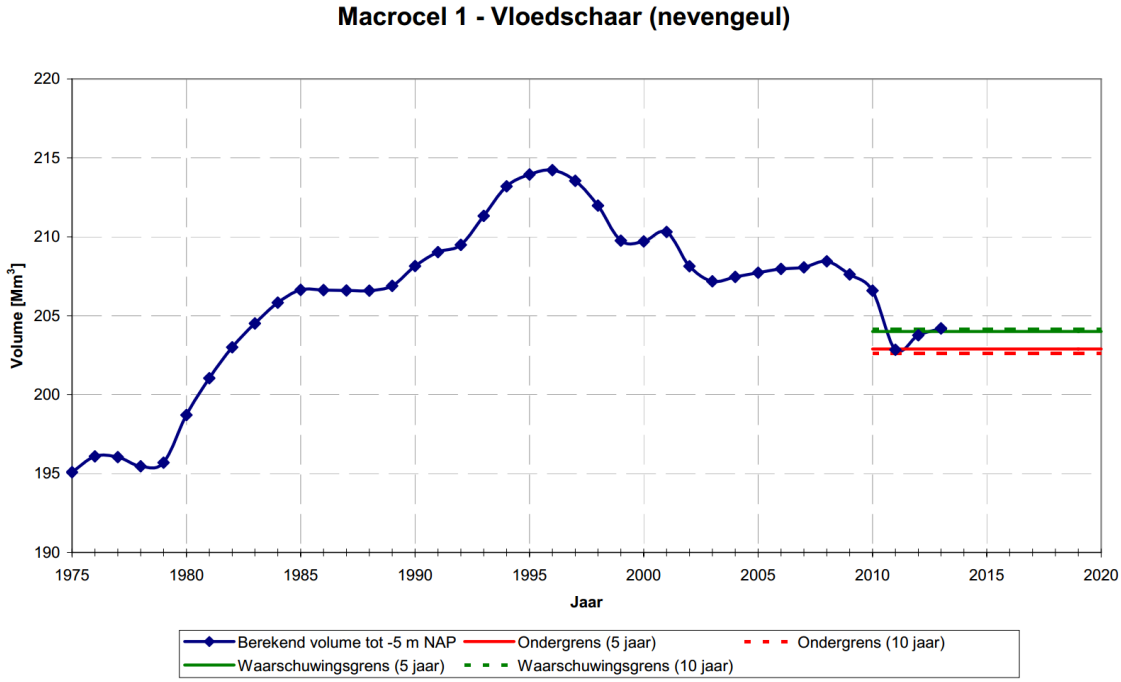
Toetsing

De toetsing is overgenomen van het toetsingsverslag van 22 april 2014. (Overleg Flexibel Storten, 2014).

Macrocel 1

Het berekende watervolume voor 2013 ligt net boven de waarschuwingsgrens volgens het Protocol voorwaarden flexibel storten (hierna: het protocol). Het watervolume van 2013 is opnieuw wat gestegen t.o.v. 2012, toen het volume nog net onder de waarschuwingsgrens lag (Bijlage-Figuur A-1). Dit is een positieve ontwikkeling.

Er is geen actie nodig.



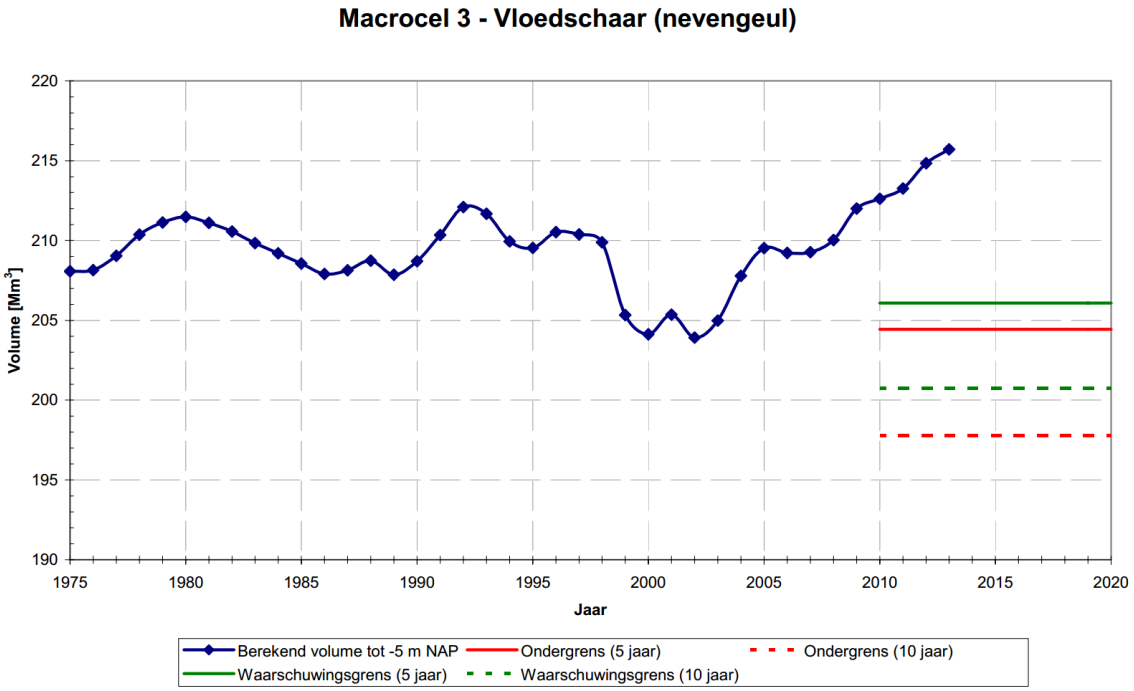
Bijlage-Figuur A-1: Netto volume vloedschaar nevengeul macrocel 1 (bron: Schrijver, 2014b)

Macrocel 3

Het berekende watervolume voor 2012 ligt boven de waarschuwingsgrens volgens het protocol, en is net als de voorbije jaren terug gestegen (Bijlage-Figuur A-2).

Hier is geen actie nodig.

Het Overleg flexibel storten zal deze ontwikkeling wel goed in de gaten houden. De vraag kan gesteld worden of de doorgaande toename in watervolume van deze nevengeul geen nadelige effecten heeft. Echter is uit de literatuur ook bekend dat het drempelgebied van de Everingen in het oostelijk deel een cyclische ontwikkeling kent van een 15-tal jaar. Het Overleg flexibel storten zal zich erover beraden of een steeds stijgend watervolume in de nevengeulen (macrocellen 3 en 6) kan leiden tot een ongewenste afname van ecologisch waardevol areaal. Dit sluit ook erg aan op het onderzoek in het kader van de Agenda voor de Toekomst.



Bijlage-Figuur A-2: Netto volume vloedschaar nevengeul macrocel 3 bron: Schrijver, 2014b)

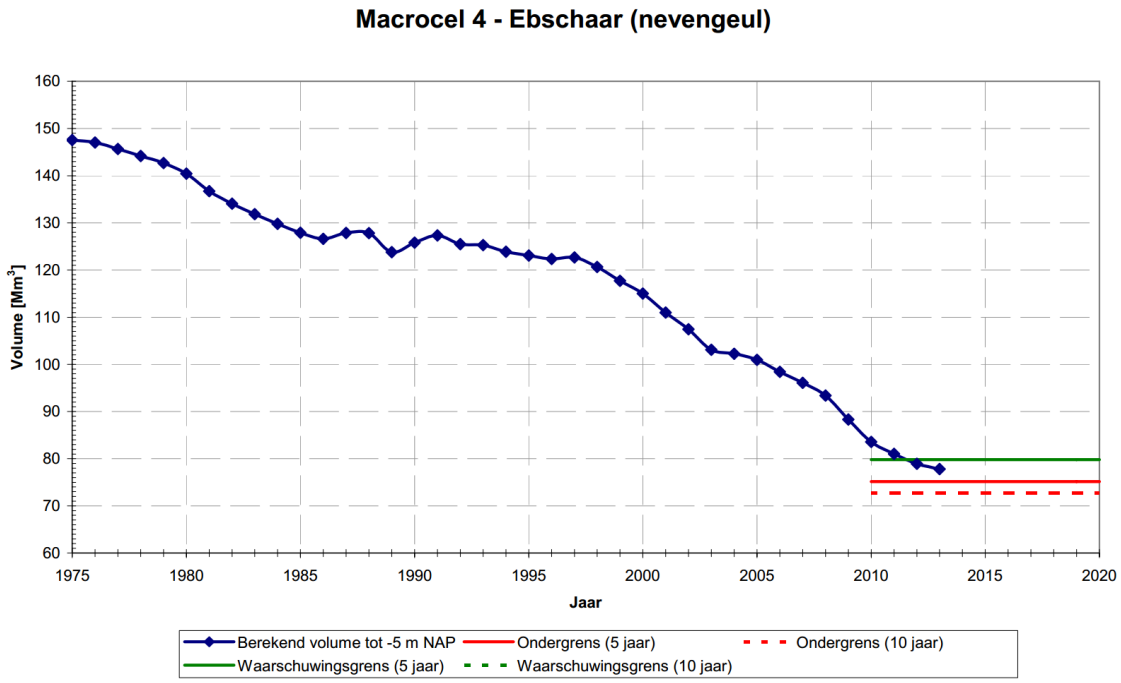
Macrocel 4

Gezien het dalende watervolume uit de voorgaande jaren, werd bij aanvang van de derde verruiming als maatregel besloten voorlopig geen specie te bergen in deze nevengeul. Het berekende watervolume voor 2013 ligt onder de waarschuwingsgrens volgens het protocol en boven de grenswaarde. De dalende ontwikkeling zet zich voort, zij het de laatste jaren wat minder sterk dan daarvoor (Bijlage-Figuur A-3).

In 2012 voerde Deltares nader onderzoek uit naar de sedimentatie van het Middelgat (zie rapport “K-16 - Ontwikkeling mesoschaal Westerschelde (factsheets)” van het onderzoeksprogramma Veiligheid en Toegankelijkheid – beschikbaar op de VNSC-website). In de jaren ’60-’70 is het Middelgat van functie gewijzigd: voorheen was het de hoofdgeul, vanaf dan werd het Gat van Ossenisse de hoofdgeul en het Middelgat kreeg een nevengeulfunctie. De sedimenterende trend is reeds vanaf 1955 aanwezig, terwijl pas specie werd gestort vanaf de jaren ’80. Op basis van de analyse van historische gegevens aangevuld met modelonderzoek, werd duidelijk dat de sedimenterende trend van het Middelgat zich autonoom zal voortzetten, ook als er niet meer gestort wordt. Stortingen kunnen de trend wel versnellen. De verwachting is dat het Middelgat nog minimaal 80 jaar als nevengeul aanwezig is, zij het in ondiepere vorm.

In het kader van de Agenda voor de Toekomst zal de komende jaren bestudeerd worden wat het behoud van meergeulenstelsel precies behelst. Macrocel 4 zal hiervoor met de eerste prioriteit beschouwd worden.

De grenswaarde van het protocol is nog niet bereikt. Het Overleg flexibel storten besluit voorzichtig te blijven, en tevens het advies van de Commissie Monitoring Westerschelde te volgen. Daarom zal niet gestort worden in het Middelgat zelf, zoals reeds vanaf de start van de 3e verruiming het geval is. Aangezien de plaatrandstortzone Rug van Baarland ook grotendeels in het rekengebied van het watervolume voor het Middelgat ligt besluit het Overleg om tevens in het 5e vergunningsjaar geen plaatrandstortingen te doen ter hoogte van de Rug van Baarland.

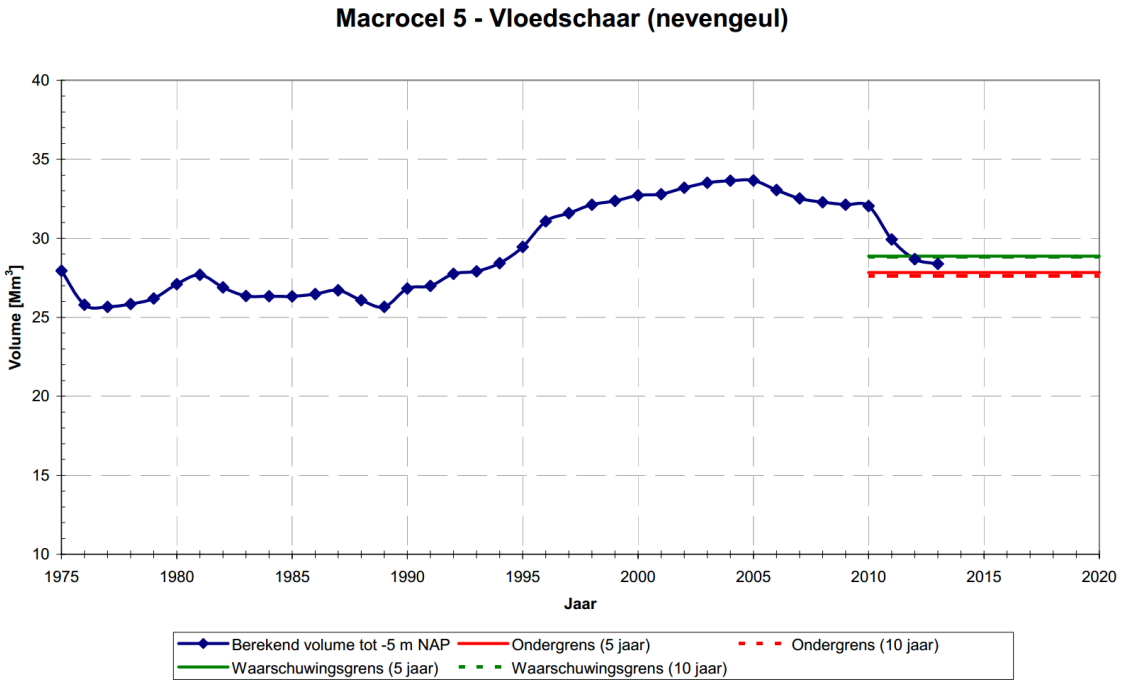


Bijlage-Figuur A-3: Netto volume vloedschaar nevengeul macrocel 4 (bron: Schrijver, 2014b)

Macrocel 5

Het berekende watervolume voor 2012 ligt onder de waarschuwingsgrens volgens het protocol en boven de grenswaarde (Bijlage-Figuur A-4). De 2 vorige jaren daalde het watervolume sterker. Nu is de daling t.o.v. vorig jaar erg beperkt, en moet ermee rekening gehouden worden dat in 2012 nog 800.000 m³ specie werd gestort in SN51. Er wordt verwacht dat het effect van stoppen met storten in 2013 zal leiden tot een watervolumetoename bij de volgende toetsing (.

Vooralsnog besluit het Overleg flexibel storten om tijdens het 4e vergunningsjaar niet te storten in de zone SN51. Het noordelijke deel van de plaatrandstortzone Plaat van Walsoorden valt binnen de afbakening van de nevengeul, en heeft dus een effect op het watervolume. Echter wordt voor de plaatrandstortcampagne voorzien om geen specie in dat deel van de stortzone aan te brengen.

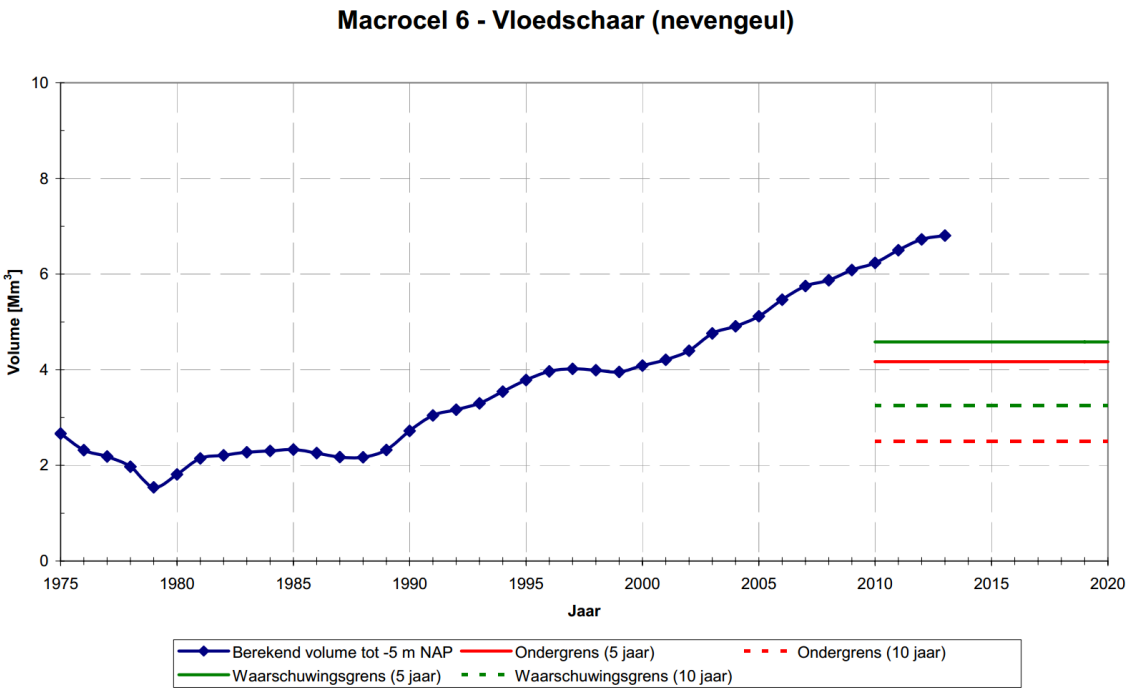


Bijlage-Figuur A-4: Netto volume vloedschaar nevengeul macrocel 5 (bron: Schrijver, 2014b)

Macrocel 6

Het berekende watervolume voor 2012 ligt boven de waarschuwingsgrens volgens het protocol (Bijlage-Figuur A-5).

Hier is geen actie nodig. Wel wordt verwezen naar het aandachtspunt dat hierboven bij macrocel 3 werd genoemd met betrekking tot een doorgaande stijging van het watervolume.

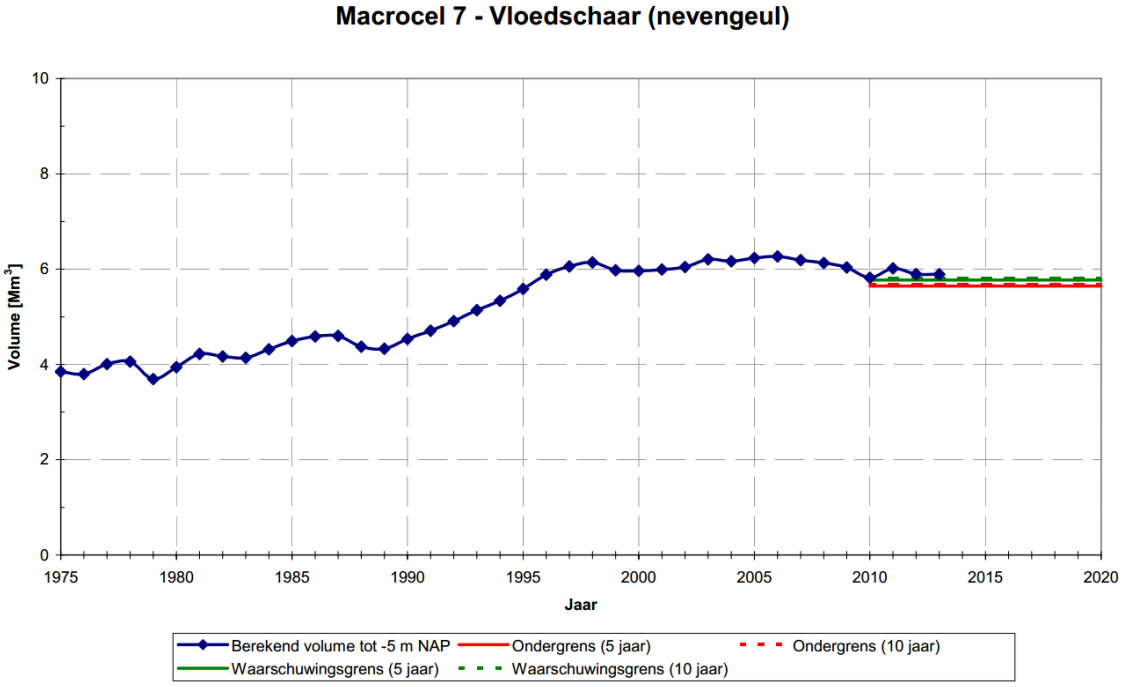


Bijlage-Figuur A-5: Netto volume vloedschaar nevengeul macrocel 6 (bron: Schrijver, 2014b)

Macrocel 7

Het berekende watervolume voor 2012 ligt boven de waarschuwingsgrens volgens het protocol (Bijlage-Figuur A-6).

Hier is geen actie nodig.



Bijlage-Figuur A-6: Netto volume vloedschaar nevengeul macrocel 7 (bron: Schrijver, 2014b)

A.3 Ecologische winst plaatrandstortingen

Het criterium Ecologische winst plaatrandstortingen wordt bepaald op basis van twee kwaliteitsparameters: de stabiliteit van de plaatrandstortingen (§A.3.1) en de ontwikkeling van het laagdynamisch gebied aan de plaatranden (§A.3.2).

A.3.1 Stabiliteit plaatrandstortingen

Baggerspecie die minder goed blijft liggen aan de plaatranden is ongewenst omdat door erosie van de baggerspecie niet de gewenste ecologische winst wordt bekomen. In Bijlage-Tabel A-1 is opgenomen hoeveel procent van de gestorte specie vanaf de aanvang van de stortwerkzaamheden per jaar nog aanwezig dient te zijn. Indien een waarde afwijkt van de gewenste waarde, geldt dit als een ongewenste situatie.

Bijlage-Tabel A-1: Gewenste hoeveelheden specie per jaar na beëindigen storten verdiepingsspecie (stabiliteit plaatrandstorting).

Jaar	Percentage oorspronkelijk gestort materiaal
0	100 %
1	80 %
2	70 %
3	60 %
4	**50 %**
5	40 %

Door analyse van multibeam peilingen worden volumeveranderingen aan de plaatranden berekend. De waargenomen volumeveranderingen zijn een gevolg van de stortingen die er uitgevoerd worden en van autonome sedimentatie- en erosieprocessen.

Op 1 maart 2011 heeft het Overleg flexibel storten besloten om voor dit criterium het totaal van de tot dan toe gedane stortingen van baggerspecie, te delen door het volumeverschil uit de multi-beampeilingen van T0 en T0+x jaar. Zodoende worden alle verliezen in de ganse periode vanaf de start van de verruiming meegenomen in de stabiliteitsberekening. De toetsing wordt per plaatrandzone uitgevoerd, aangezien het geen zin heeft de verschillende zones op te tellen. De sedimentatie- en erosietrends verschillen immers sterk tussen de 4 zones.

Toetsing

De toetsing is overgenomen van het toetsingsverslag van 22 april 2014. (Overleg Flexibel Storten, 2014).

Hooge Platen West (macrocel 1): 68 %

68 % van het gestorte materiaal is ter plekke gebleven (eind januari 2014). 4 jaar na de start van de verruiming ligt deze waarde boven de vastgelegde waarde in het protocol.

De zone van het Plaatje van Breskens is te hoog gelegen voor de maandelijkse multibeamopname. Om het half jaar wordt echter een ruimere zone rondom de plaatrandstortzone gepeild, waarbij de multibeamopname tot een iets hoger niveau gebeurt (dit is te tijdrovend om maandelijks te doen). Deze zogenaamde grote peilingen geven voor HPW het inzicht dat een deel van de gestorte specie bij het Plaatje van Breskens is gesedimenteerd, wat doorgaans leidt tot hogere stabiliteitswaarden van het gestort materiaal bij de grote peilingen. De plaatrandstortingen bij HPW hebben er dus (o.a.) voor gezorgd dat het Plaatje van Breskens wat groter is geworden.

Hooge Platen Noord (macrocel 1): 100 % + 3 %

100 % van het gestorte materiaal ligt er in februari 2014 nog, aangevuld met 3 % autonome aangroei. 4 jaar na de start verruiming blijft de specie er met een hoge stabiliteit liggen (drempelwaarde = 50 %).

Plaat van Walsoorden (macrocel 5): 40 %

40 % van het gestorte materiaal ligt er in januari 2014 nog. Hier blijft de specie dus minder goed liggen dan in het protocol voorgeschreven is (<50 %)

Een belangrijke verklaring hiervoor blijft dat bij de initiële periode van storten in 2010 veel specie verloren is gegaan (zie ook toetsverslag van vorige jaren). Deze volumes zitten nog steeds vervat in deze 40 %. Daarnaast kent deze plaatrandzone een wat grotere erosieve trend dan de trend die vooropgesteld is in het protocol. Sediment verdwijnt in heel de zone. Wanneer echter ingezoomd wordt op de zone waar daadwerkelijke stortingen zijn uitgevoerd, wordt duidelijk dat er nog steeds een grote hoeveelheid van het gestorte sediment aanwezig is. Daar tegenover geven de stroommetingen en de resultaten van de stroommodelleringen aan dat ter hoogte van deze plaatrandstortzone de snelheden dalen, wat het uiteindelijke doel is.

Rekening houdend met de positieve ontwikkelingen die we zien in de stroomsnelheden (zie het onderdeel ontwikkeling laagdynamisch areaal, en de stroommetingen die gepresenteerd worden in het datarapport), oordeelt het Overleg flexibel storten dat er geen bezwaar is om verder te gaan met de plaatrandstortingen bij de Plaat van Walsoorden. De afbakening van de volgende stortcampagne zal opnieuw zo gebeuren dat voorkomen wordt dat specie van de plaatrandzone naar de Schaar van Waarde zou migreren. Hoe, waar en wanneer de stortcampagne zal uitgevoerd worden, zal op een volgende vergadering van het Overleg flexibel storten vastgelegd worden.

Rug van Baarland (macrocel 4): 100 % + 380 %

100 % van de gestorte specie ligt er eind januari 2014 nog, aangevuld met 380 % autonome aangroei. Dit resultaat wordt verklaard door de autonome sedimentatie van ca. 1.000.000 m^3/j.

Het Overleg flexibel storten meent dat de Rug van Baarland niet vergelijkbaar is met de overige plaatrandstortgebieden. De zone heeft een aparte status. Rekening houdend met de sterke sedimenterende trend en de ligging grotendeels in het Middelgat, werd de voorbije jaren besloten niet meer ter hoogte van de Rug van Baarland te storten. Het lijkt daarom aangewezen dit gebied in de toekomst niet meer met de plaatrandstortzones te toetsen aan de criteria, maar samen met de rest van de Westerschelde te beschouwen.

A.3.2 Ontwikkeling laagdynamisch gebied

Benodigde gegevens

De ecotopenkaarten zijn niet enkel opgesteld op basis van reële metingen maar ook op basis van interpretatie en deskundig oordeel van geomorfologische kaarten en modelberekeningen (Rijkswaterstaat, 2006), waardoor tot recent ecotopenkaarten niet altijd vergelijkbaar waren. Eind 2013 werden de ecotopenkaarten van 1996, 2001 en 2004 onderling vergelijkbaar gemaakt met de kaarten van 2008 en 2010 en aangevuld met deze van 2011 en 2012. Daardoor zijn de kaarten niet enkel geschikt om algemene trends te onderscheiden, maar kunnen ze ook gebruikt worden voor een kwantitatieve benadering.

- Ecotopenkaart 2010 wordt gezien als de T0 situatie.
- Ecotopenkaart 2011 geeft de situatie weer 1 jaar na de start van de verruiming
- Ecotopenkaart 2012 geeft de situatie weer 2 jaar na de start van de verruiming

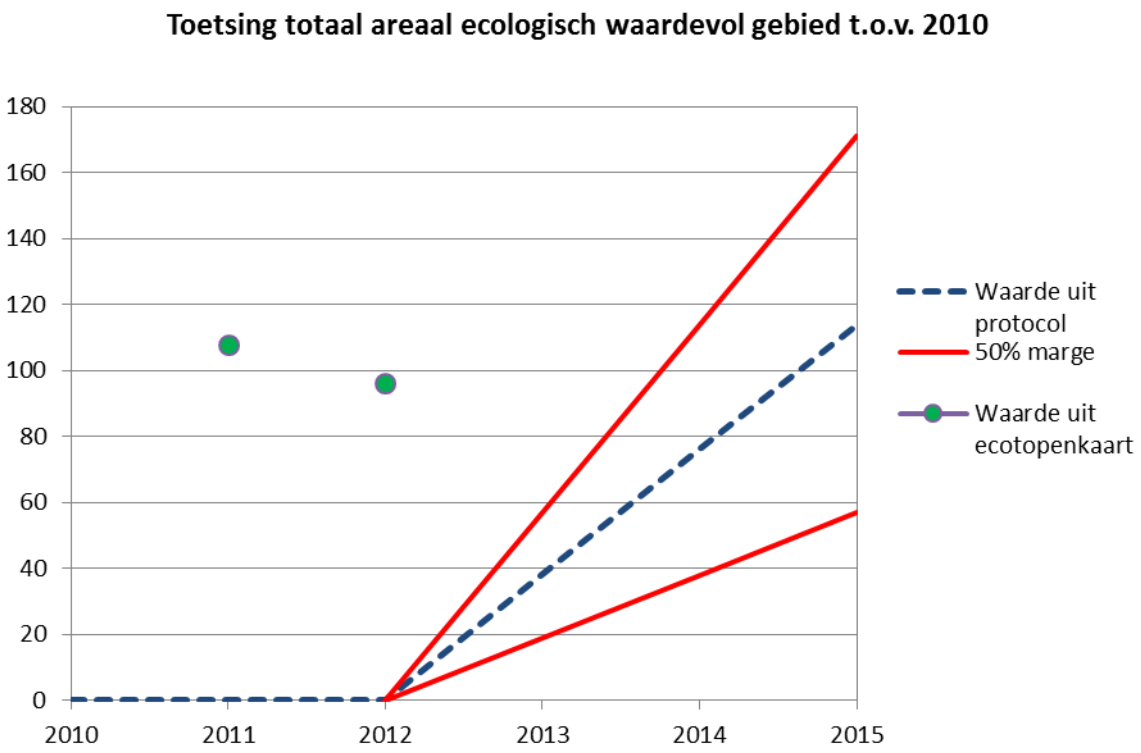
Methodiek

Het areaal laagdynamisch gebied is één van de toetsparameters uit het Protocol voorwaarden voor flexibel storten.

Op basis van de ecotopenkaart wordt de totale oppervlakte laagdynamisch gebied nabij de plaatranden bepaald. De laagdynamische ecotopen die samen het areaal laagdynamisch gebied vormen, zijn ondiep water en intergetijdengebied tot en met het hoog litoraal. Als gewenste ontwikkeling wordt een geleidelijke toename van de oppervlakte laagdynamisch gebied met 114 hectare verwacht, binnen 5 jaar na de start van de werkzaamheden. De berekende waarde wordt geplot in een grafiek (Bijlage-Figuur A-7) waarin ook grenzen zijn opgenomen.

De T0 wordt afgelezen op basis van de ecotopenkaarten van 2010.

Per jaar kan een geïnterpoleerde verwachting aangegeven worden – voorlopig is hiervoor een lineaire benadering toegepast (in blauw weergegeven). In de aanlegfase wordt geen achteruitgang verwacht (zoals het Milieu-effectrapport in het slechts mogelijke scenario aangeeft). Binnen de aangegeven bandbreedte (rood weergegeven) zal in de stabilisatiefase het laagdynamisch gebied toenemen. De ruimte tussen de rode ondergrens en de verwachte uitkomst (blauw) is de waarschuwingsfase.



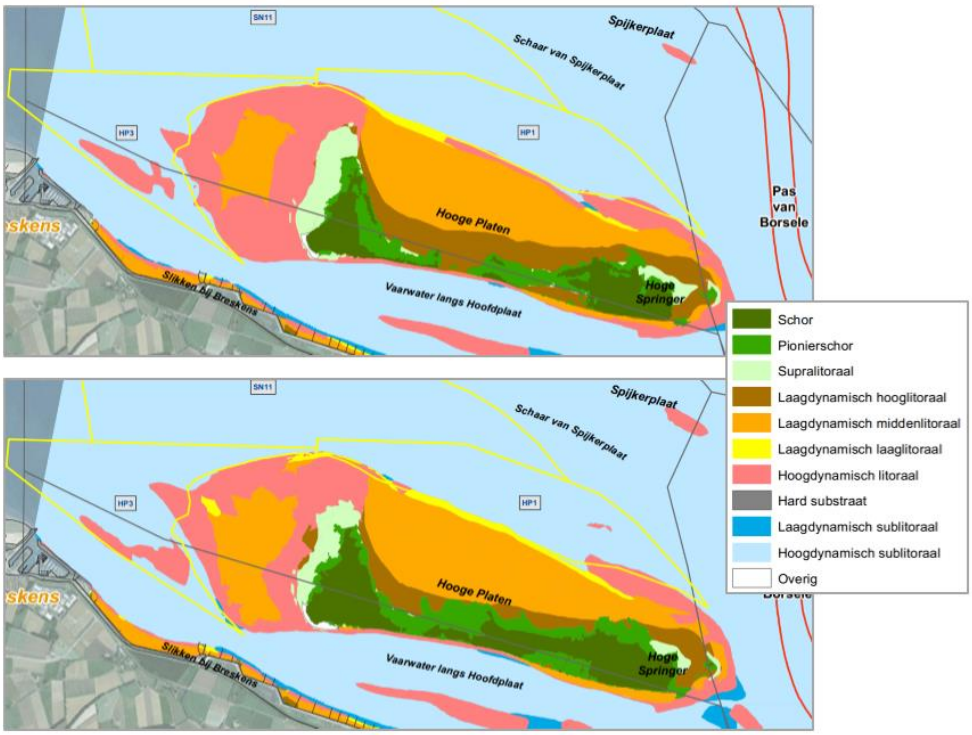
Bijlage-Figuur A-7: Toename ecologisch waardevol areaal plaatranden. Rode lijnen geven de grenzen van de gewenste ontwikkeling weer. Groene punten geven de tot waargenomen ontwikkelingen weer tot 2012.

Toetsing

De toetsing is overgenomen van het toetsingsverslag van 22 april 2014. (Overleg Flexibel Storten, 2014).

Hooge Platen West (macrocel 1)

Het laagdynamisch gebied ter hoogte van deze plaatrandstortzone is in 2011 en 2012 groter dan op de ecotopenkaart van 2010.



Bijlage-Figuur A-8: Ecotopenkaart 2010 (boven) versus 2012 (onder) ter hoogte van de Hooge Platen.

Bijlage-Tabel A-2: Samenvatting waardevol laagdynamisch areaal op de Hooge Platen West (opp. in ha).

HPW	1996	2001	2004	2008	2010	2011	2012
Laagdynamisch zacht substraat in het ondiepe sublitoraal	-	-	-	-	-	-	1
Laagdynamisch fijnzandig laag litoraal	-	17	28	3	0	9	4
Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-	15	16	3	12	30	19
Totaal waardevol laagdynamisch areaal	**0**	**32**	**43**	**6**	**12**	**39**	**24**

Bijlage-Tabel A-3: Evolutie waardevol laagdynamisch areaal op de Hooge Platen West (opp. in ha).

HPW	2008-2012	2010-2012
Laagdynamisch zacht substraat in het ondiepe sublitoraal	+1	+1
Laagdynamisch fijnzandig laag litoraal	+0	+4
Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	+16	+7
Totaal waardevol laagdynamisch areaal	**+17**	**+11**

Hooge Platen Noord (macrocel 1)

Het laagdynamisch gebied ter hoogte van deze plaatrandstortzone is in 2011 en 2012 groter dan op de ecotopenkaart van 2010.

Bijlage-Tabel A-4: Samenvatting waardevol laagdynamisch areaal op de Hooge Platen Noord (opp. in ha).

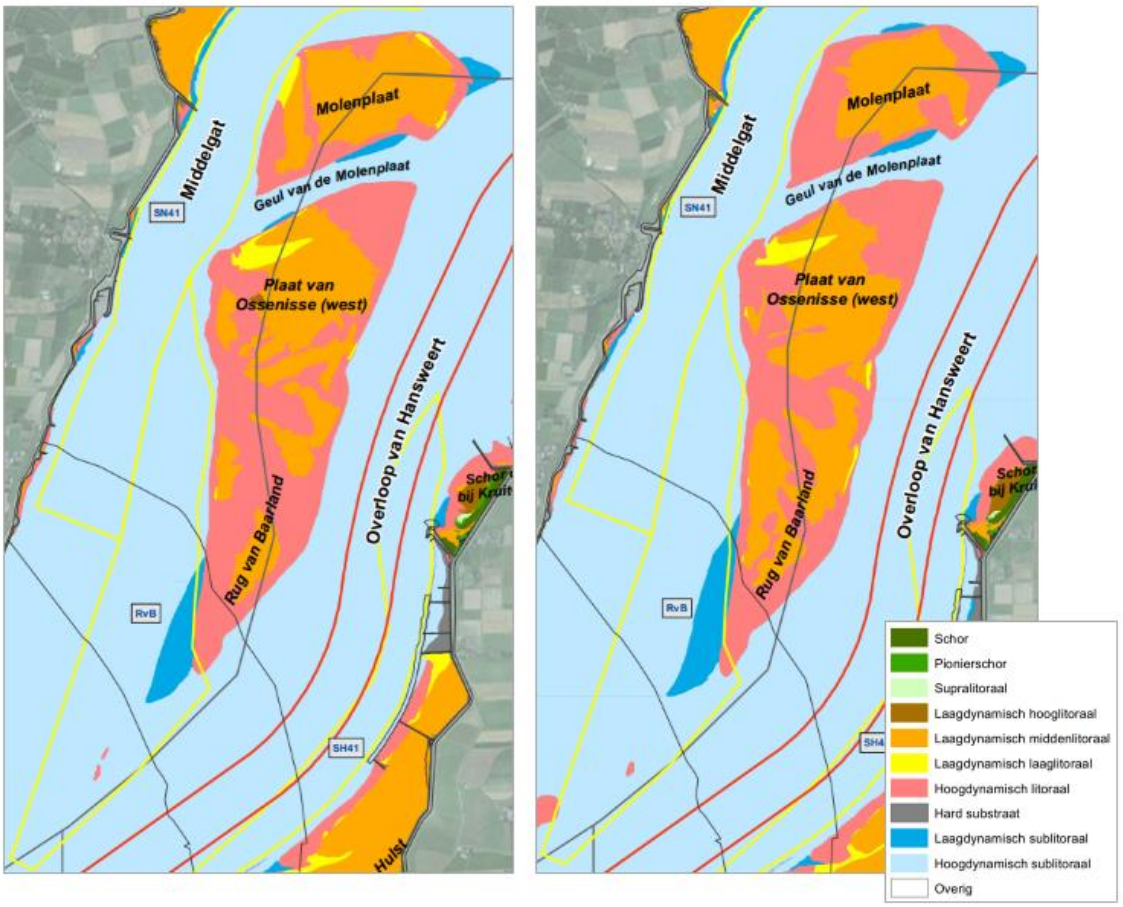
HPN	1996	2001	2004	2008	2010	2011	2012
Laagdynamisch zacht substraat in het ondiepe sublitoraal	1	4	3	-	1	2	1
Laagdynamisch fijnzandig laag litoraal	0	25	27	14	14	21	30
Laagdynamisch slibrijk laag litoraal	7	3	2	1	1	5	0
Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	29	67	170	129	193	186	159
Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	163	117	28	80	27	48	73
Laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal	6	7	7	12	23	23	14
Laagdynamisch slibrijk hoog litoraal	2	0	14	-	-	0	2
Totaal waardevol laagdynamisch areaal	**208**	**224**	**252**	**236**	**259**	**286**	**280**

Bijlage-Tabel A-5: Evolutie waardevol laagdynamisch areaal op de Hooge Platen Noord (opp. in ha).

HPN	2008-2012	2010-2012
Laagdynamisch zacht substraat in het ondiepe sublitoraal	+1	-1
Laagdynamisch fijnzandig laag litoraal	+16	+16
Laagdynamisch slibrijk laag litoraal	-1	-1
Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	+30	-34
Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	-7	+47
Laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal	+2	-9
Laagdynamisch slibrijk hoog litoraal	+2	+2
Totaal waardevol laagdynamisch areaal	**+44**	**+21**

Rug van Baarland (macrocel 4)

Het laagdynamisch gebied ter hoogte van deze plaatrandstortzone is in 2011 en 2012 groter dan op de ecotopenkaart van 2010.



Bijlage-Figuur A-9: Ecoptopenkaarten 2010 (links) en 2012 (rechts) in macrocel 4.

Bijlage-Tabel A-6: Samenvatting waardevol laagdynamisch areaal op de Rug van Baarland (opp. in ha).

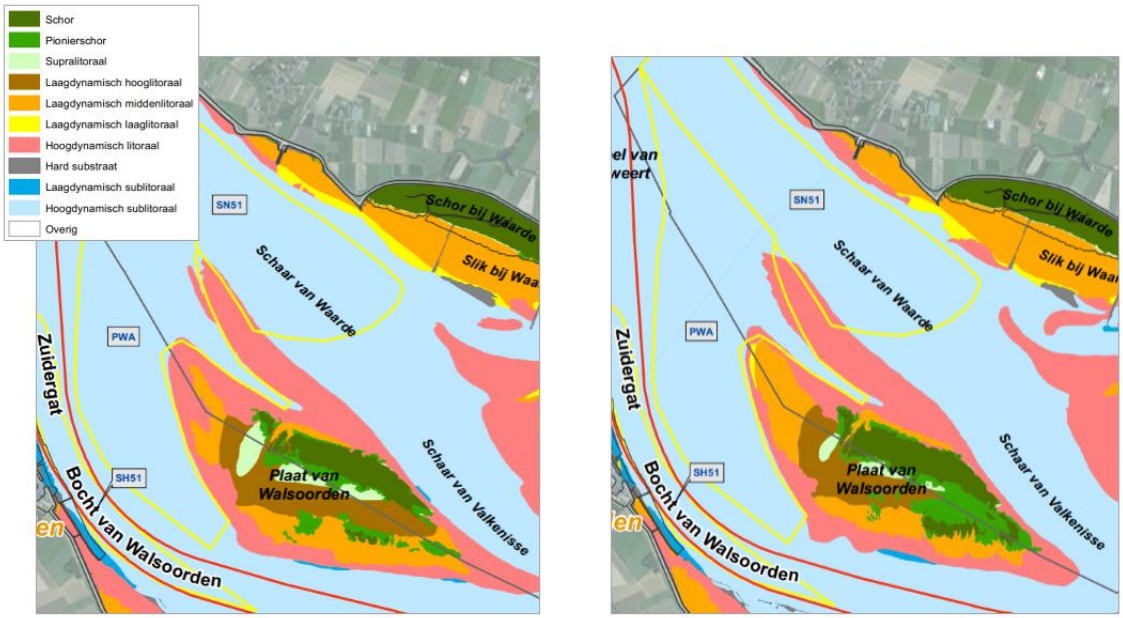
RVB	1996	2001	2004	2008	2010	2011	2012
Laagdynamisch zacht substraat in het ondiepe sublitoraal	2	5	6	32	31	48	45
Laagdynamisch fijnzandig laag litoraal	2	1	-	0	0	1	2
Laagdynamisch slibrijk laag litoraal	0	1	1	-	0	0	-
Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	39	11	40	10	27	40	51
Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	14	1	1	-	0	-	-
Laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal	-	-	-	-	1	1	0
totaal waardevol laagdynamisch areaal	**58**	**19**	**48**	**41**	**60**	**90**	**98**

Bijlage-Tabel A-7: Evolutie waardevol laagdynamisch areaal op de Rug van Baarland (opp. in ha).

RVB	2008-2012	2010-2012
Laagdynamisch zacht substraat in het ondiepe sublitoraal	+14	+14
Laagdynamisch fijnzandig laag litoraal	+2	+1
Laagdynamisch slibrijk laag litoraal	-	-0
Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	+41	+24
Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	-	-0
Laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal	+0	-0
Totaal waardevol laagdynamisch areaal	**+56**	**+38**

Plaat van Walsoorden (macrocel 5)

Het laagdynamisch gebied ter hoogte van deze plaatrandstortzone is in 2011 en 2012 groter dan op de ecotopenkaart van 2010.



Bijlage-Figuur A-10: Ecoptopenkaarten 2010 (links) en 2012 (rechts) in macrocel 4.

Bijlage-Tabel A-8: Samenvatting waardevol laagdynamisch areaal op de Plaat van Walsoorden (opp. in ha).

PWA	1996	2001	2004	2008	2010	2011	2012
Laagdynamisch zacht substraat in het ondiepe sublitoraal	-	-	1	-	0	0	0
Laagdynamisch fijnzandig laag litoraal	-	-	-	-	-	-	2
Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	35	26	24	40	34	50	54
Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	-	8	18	-	-	-	1
Laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal	65	43	34	40	33	41	35
Laagdynamisch slibrijk hoog litoraal	0	10	21	-	-	-	0
Totaal waardevol laagdynamisch areaal	**100**	**87**	**97**	**80**	**67**	**91**	**92**

Bijlage-Tabel A-9: Evolutie waardevol laagdynamisch areaal op de Plaat van Walsoorden (opp. in ha).

PWA	2008-2012	2010-2012
Laagdynamisch zacht substraat in het ondiepe sublitoraal	+0	-0
Laagdynamisch fijnzandig laag litoraal	+2	+2
Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	+14	+20
Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	+1	+1
Laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal	-4	+3
Laagdynamisch slibrijk hoog litoraal	+0	+0
Totaal waardevol laagdynamisch areaal	**+12**	**+26**

Bijlage-Figuur A-7 geeft de toetsing aan het criterium weer, waarvoor de som van de arealen bij de 4 plaatrandzones wordt gebruikt. Rekening houdend met de betrouwbaarheid van ecotopenkaarten, is het niet zinvol om cijfers tot op één hectare nauwkeurig weer te geven. Bovenstaande grafiek zegt daarom voldoende.

De toetsing van ontwikkeling van het areaal laagdynamisch areaal is positief te noemen aangezien in het eerste en tweede jaar na de start van de verruiming volgens het MER nog geen toename werd verwacht. Streefdoel is om 5 jaar na de start van de verruiming 114 ha nieuw laagdynamisch ecologisch waardevol areaal gecreëerd te hebben met de plaatrandstortingen.

A.4 Behoud van het oppervlak ecologisch waardevol gebied

Het criterium Behoud van het oppervlak ecologisch waardevol gebied wordt beoordeeld op basis van drie kwaliteitsparameters: de (verandering van) de hoogte van slikken en platen, de sedimentsamenstelling op de slikken en platen, en de ecotopenkaart van de Westerschelde. Als snellere indicator voor veranderingen in het areaal van ecologisch waardevol gebied wordt de stroomsnelheid langs de platen meegenomen in de analyse en rapportage (de ecotopenkaarten zijn immers minder snel beschikbaar dan de stroomsnelheidsmetingen). Verder wordt ook de erosiesnelheid van de schorranden geëvalueerd.

A.4.1 Ontwikkeling ecologisch waardevol areaal Westerschelde

Benodigde gegevens

De ecotopenkaarten zijn reeds besproken in §A.3.2. Eind 2013 werden de ecotopenkaarten van 1996, 2001 en 2004 onderling vergelijkbaar gemaakt met de kaarten van 2008 en 2010 en aangevuld met deze van 2011 en 2012. Daardoor zijn de kaarten niet enkel geschikt om algemene trends te onderscheiden, maar kunnen ze ook gebruikt worden voor een kwantitatieve benadering. De kaarten zijn weergegeven in Bijlage-Figuur A-8, Bijlage-Figuur A-9, en Bijlage-Figuur A-10.

- Ecotopenkaart 2010 wordt gezien als de T0 situatie.
- Ecotopenkaart 2011 geeft de situatie weer 1 jaar na de start van de verruiming
- Ecotopenkaart 2012 geeft de situatie weer 2 jaar na de start van de verruiming

Toetsing

De toetsing is overgenomen van het toetsingsverslag van 22 april 2014. (Overleg Flexibel Storten, 2014).

In de ecotopenkaarten van 2011 en 2012 is, in vergelijking met de jaren daarvoor, geen breuk in negatieve zin waar te nemen.

In algemene zin is de afname van het totale areaal intergetijdengebied verontrustend. Bij het eerste criterium (watervolume nevengeulen) werd reeds genoemd dat aan macrocellen 3 en 6, waar het watervolume steeds groter wordt, extra aandacht geschonken zal worden.

A.4.2 Hoogte slikken en platen

Benodigde gegevens

De hoogte van de slikken en platen wordt 4x maal per jaar bepaald. Hiertoe zijn de volgende (meet)gegevens nodig:

- RTK-raai hoogtemeting op slikken en platen (1 maal per jaar).
- RTK-punt hoogtemeting (sedimentatie/erosie; 4 maal per jaar).

Methodiek

Uitgangspunt is dat de oppervlakte laagdynamisch gebied niet mag afnemen. In het Protocol is gesteld dat een ongewenste hoogteverandering een verandering van 5 centimeter of meer per jaar is. Deze grens geldt gemiddeld over de plaatrand. De actuele waarde wordt bepaald uit de afzonderlijke punten.

De RTK-raai hoogtemetingen worden per raai in een grafiek weergegeven, inclusief de gegevens van de voorgaande 10 jaren. De RTK-punt hoogtemetingen worden in een grafiek weergegeven over een periode van de laatste 2 jaar.

Het Overleg flexibel storten past voor het eerst volgende analysemethodiek toe om de hoogteveranderingen in het litoraal grafisch weer te geven. Moest blijken dat deze methode niet echt doeltreffend is, zal ze verbeterd worden. De methodiek vertrekt vanuit volgende idee:

Hoe lager een punt, hoe minder erosie toegestaan is omdat een plaat/slik dan onder de laagwaterlijn dreigt te verdwijnen. Hoe hoger een punt is gelegen, hoe meer erosie toegestaan is omdat de hoogte van het gebied dan meer naar de middelhoge en lage slikken/platen gaat. In termen van sedimentatie geldt dat er op laaggelegen punten meer sedimentatie toegestaan is dan op hooggelegen punten. Naarmate een punt dus hoger komt te liggen, wordt de norm voor sedimentatie strenger. De eerder genoemde norm van 5 cm per jaar geldt daarom als een gemiddelde norm, die nader gespecificeerd is al naargelang de hoogteligging. Punten die in een hoogdynamisch gebied liggen, worden niet verder beschouwd. Verder wordt er bij de beoordeling van een punt ook rekening gehouden met de voorafgaande trend en trendbreuken.

Voor deze indeling wordt gebruik gemaakt van 4 hoogteklassen op basis van droogvalduur (dvd) (zie Bijlage-Tabel A-10). De droogvalduur wordt gebruikt, omdat deze over de Westerschelde gelijk blijft, terwijl de bijbehorende hoogte varieert over het bekken.

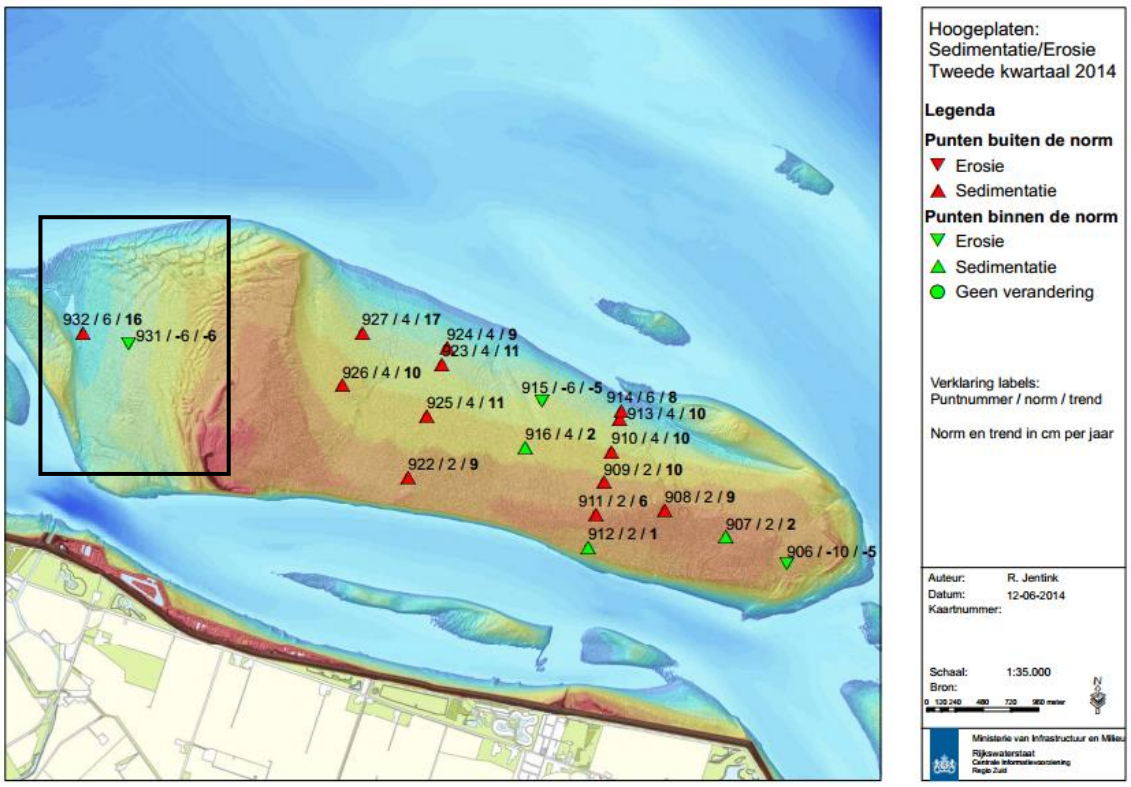
Bijlage-Tabel A-10: Sedimentatie- en erosienorm per hoogteklasse.

Hoogteligging	Norm voor sedimentatie	Norm voor erosie
GLWS – 25 % dvd	max 10 cm / jaar	max 2 cm / jaar
25 – 50 % dvd	max 6 cm / jaar	max 4 cm / jaar
50 – 75 % dvd	max 4 cm / jaar	max 6 cm / jaar
75 – 100 % dvd	max 2 cm / jaar	max 10 cm / jaar

De erosie/sedimentatieberekening gebeurt op basis van twee jaar. De bodemhoogte wordt over het voorbije jaar gemiddeld voor de verschillende meetpunten en dit voor elke meting. Er wordt van deze berekende gemiddelde hoogte opnieuw jaargemiddeld een richtingscoëfficiënt bepaald, om de stijging of daling van het meetpunt weer te geven.

Toetsing

Hooge Platen West

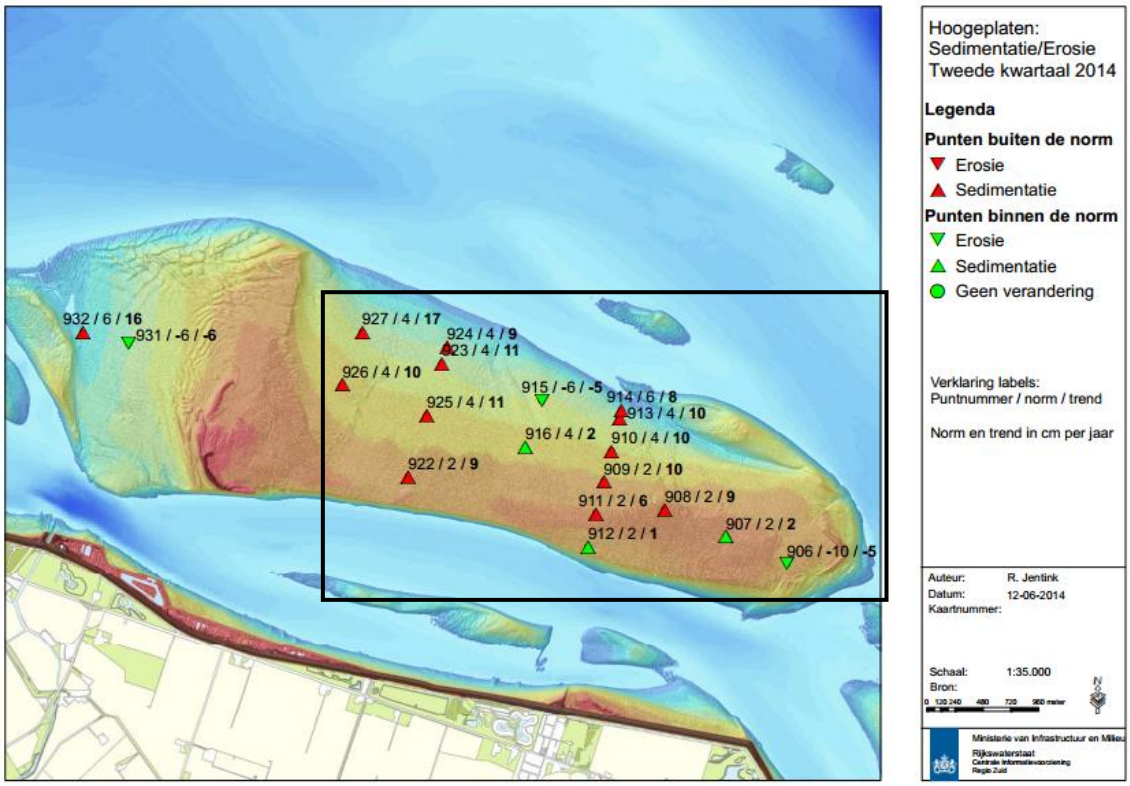


Bijlage-Figuur A-11: Sedimentatie / erosie in de RTK meetpunten van de Hooge Platen West voor het 2de kwartaal van 2014 (bron: Jentink, 2014b)

Er zijn geen meetpunten die een overschrijding van het criterium vertonen. Het Overleg flexibel storten volgt verder op of het zand niet op de plaat zelf terechtkomt.

Er is geen actie vereist.

Hooge Platen Noord



Bijlage-Figuur A-12: Sedimentatie / erosie in de RTK meetpunten van de Hooge Platen Noord voor het 2de kwartaal van 2014 (bron: Jentink, 2014c)

Ook de RTK-metingen blijven bevestigen dat de Hooge Platen integraal ophogen. Deze structurele ophoging is zorgelijk, en was het voorbije jaar een belangrijk aandachtspunt voor het Overleg flexibel storten.

Een groot aantal meetpunten ter hoogte van Hooge Platen Noord vertoont een te snelle sedimentatie, zij het iets minder dan in 2012.

Aangezien de sterkere ophogingen over het algemeen starten voordat de verruiming werd uitgevoerd, en het over de hele plaat zichtbaar is, kunnen deze effecten niet zomaar toegeschreven worden aan de plaatrandstortingen.

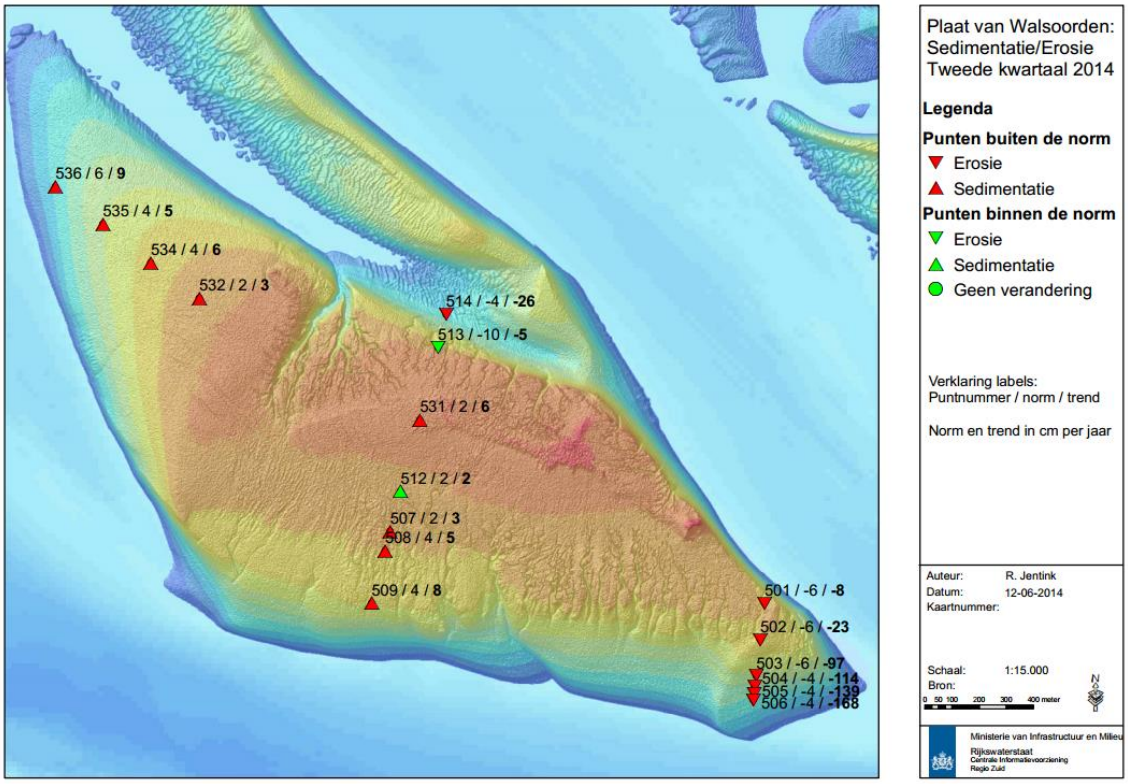
Tevens is van belang dat, daar waar ontwikkelingen mogelijk wel beïnvloed worden door de plaatrandstortingen, bijkomende sedimentatie niet onverwacht is: het is de bedoeling om in dit gebied laagdynamische condities te creëren, wat als gevolg heeft dat specie er makkelijker sedimenteert. Echter moeten we erover waken dat het foerageergebied voor vogels in het intergetijdengebied niet verkleint.

In 2013 werd een gedetailleerdere studie uitgevoerd over de hoogteontwikkeling van het gebied nabij HPN i.k.v. de projectgroep Veiligheid en Toegankelijkheid. Daaruit kwam naar voor dat metname het westelijk deel van HPN gevoelig is, en dit het belangrijkste foerageergebied is. Op basis van de analyses lijkt dat plaatrandstortingen een negatieve impact kunnen hebben op het meest westelijk deel, en wellicht minder of niet op het centrale en oostelijke deel. Het oostelijke biedt daarenboven nog potentie om laagdynamisch areaal te ontwikkelen.

Om het risico dat er zand op de Hooge Platen terecht komt, beter in te kunnen schatten, kan het inzicht over sedimenttransport in het gebied nog verbeterd worden. Er zal in 2014 nagegaan worden in hoeverre gerichte meetcampagnes (bv. mini-suppleties) dit inzicht zouden kunnen vergroten.

Het Overleg flexibel storten besloot eerder al uit voorzorg om voorlopig nog niet te storten bij HPN. Een uitzondering is het gebied tussen de oostelijke arm de Hooge Platen Noord, waar specie gestort zal worden om de verbinding dicht te maken.

Rug van Baarland



Bijlage-Figuur A-13: Sedimentatie / erosie in de RTK meetpunten van de Plaat van Walsoorden voor het 2de kwartaal van 2014 (bron: Jentink, 2014d)

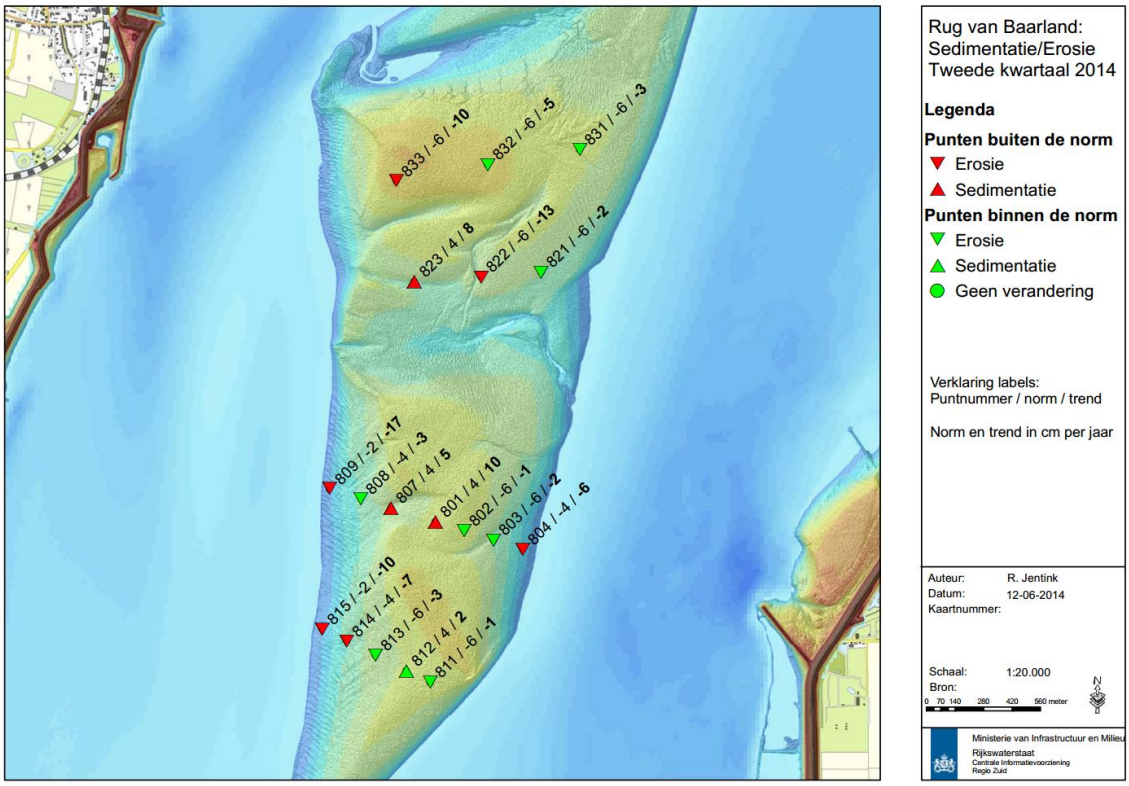
Een aantal punten op de Rug van Baarland sedimenteert of erodeert te snel. Zoals in de vorige toetsingen ook werd geconcludeerd, wordt het gebied in kwestie gekenmerkt door megaribbels en afwateringsgeulen die zich relatief snel verplaatsen, en daardoor in een meetpunt grote variaties teweeg kunnen brengen.

Sinds enkele jaren wordt niet meer gestort in deze plaatrandzone omwille van de bezorgdheid over het sedimenterende Middelgat. Het Overleg flexibel storten besluit opnieuw om zowel in het Middelgat als ter hoogte van de plaatrandstortzone Rug van Baarland in 2014 niet te storten. Het Overleg flexibel storten besluit bijgevolg dat er geen verdere actie nodig is op gebied van dit criterium. Verder wordt besloten dat de monitoringsinspanningen nuttiger ingezet kunnen worden, door vanaf nu de monitoring ter hoogte van de Rug van Baarland te verminderen, en de monitoring op de andere plaatrandzones te verhogen. Zo kunnen bv. bij Hooge Platen Noord extra metingen gedaan worden om sedimentrichtingen te bepalen.

Voor de multibeamlodingen was als beslist dat het volstaat deze 1x/3 maanden uit te voeren. De singlebeamraaien zullen nog 1x/6 maanden worden gemeten, en de stroommetingen zullen ook minder frequent uitgezet worden bij RVB.

Voor macrocel 4 zal binnen het kader van de Agenda voor de Toekomst prioritair een integrale visie uitgewerkt worden. Op basis van deze ecologische en morfologische visie kan vervolgens bepaald worden hoe in de toekomst met de stortzones SN41 en de Rug van Baarland wordt omgegaan.

Plaat van Walsoorden



Bijlage-Figuur A-14: Sedimentatie / erosie in de RTK meetpunten van de Rug van Baarland voor het 2de kwartaal van 2014 (bron: Jentink, 2014e)

Een aantal punten op de Plaat van Walsoorden sedimenteert of erodeert te snel. De erosie die zichtbaar is aan de oostelijke punt van de plaat is niet het gevolg van plaatrand-stortingen, maar is begin dit jaar wel gesignaleerd als aandachtspunt binnen het Overleg flexibel storten. In de vloedschaar zijn dan weer grote ribbels aanwezig, die grote variaties in hoogte met zich meebrengen.

Ten gevolge van de plaatrandstortingen zijn niet direct negatieve ontwikkelingen zichtbaar. Het ontstaan van een luwte achter het stortgebied, is een positief resultaat. Stilaan komt ook zand te plaat op, maar dit is vooralsnog niet negatief, en wordt door het Overleg flexibel storten het komende jaar verder opgevolgd.

Het Overleg flexibel storten besluit bijgevolg dat de er geen verdere actie nodig is, en dat opnieuw een plaatrandstortcampagne in 2014 uitgevoerd zal worden.

A.4.3 Schorranderosie

Benodigde gegevens

De positie van de schorrand wordt één maal per jaar bepaald. Hiertoe zijn de volgende (meet)gegevens nodig:

- RTK-raai hoogtemeting op schorranden (1 maal per jaar).

Methodiek

Jaarlijks wordt de positie van de schorranden ingemeten door Rijkswaterstaat. De meetresultaten worden gepresenteerd in grafieken waarin de profielen van iedere meting weergegeven worden. Op de x-as staat de afstand vanaf het raainulpunt en op de y-as de hoogte t.o.v. NAP. Voor de leesbaarheid van de grafiek is er voor gekozen om alleen de metingen vanaf 2000 te presenteren.

Bij locaties waar een duidelijk schorklif aanwezig is wordt nog een grafiek gepresenteerd. Hierin wordt de ligging van het schorklif t.o.v. het raainulpunt weergegeven. Uit iedere meting wordt bepaald wat de afstand van het raainulpunt is naar het klif en deze afstand wordt per jaar weergegeven in de grafiek. In het voorbeeld wordt de afstand vanaf het nulpunt tot de hoogte +1 m NAP bepaald. Hetzelfde wordt gedaan vanaf het nulpunt tot 0 m NAP. Daarna wordt het gemiddelde van beide bepalingen berekend; dit geeft de ligging weer van de zone tussen beide controlepunten (hier +1 m NAP en 0 m NAP). Dit is een maat voor de ontwikkeling van het voorland. In Jentink et al. (2014) worden de schorslikprofielen van alle locaties op de Westerschelde gepresenteerd. De ligging van de profielen zijn hier ook in aangeduid.

Toetsing

De toetsing is overgenomen van het toetsingsverslag van 22 april 2014. (Overleg Flexibel Storten, 2014).

Voor dit criterium werd een methode ontwikkeld om te kunnen evalueren of er een wijziging is in de snelheid waarmee schorranden eroderen. Indien deze sneller eroderen dan vóór de verruiming (trendbreuk), is dit een negatieve evolutie. Daarbij wordt enerzijds gekeken naar de erosie van het schorklif (indien dit aanwezig is), en anderzijds naar het voorland. Er wordt verwacht dat wijzigingen sneller zichtbaar worden ter hoogte van het voorland, en dat het klif trager reageert.

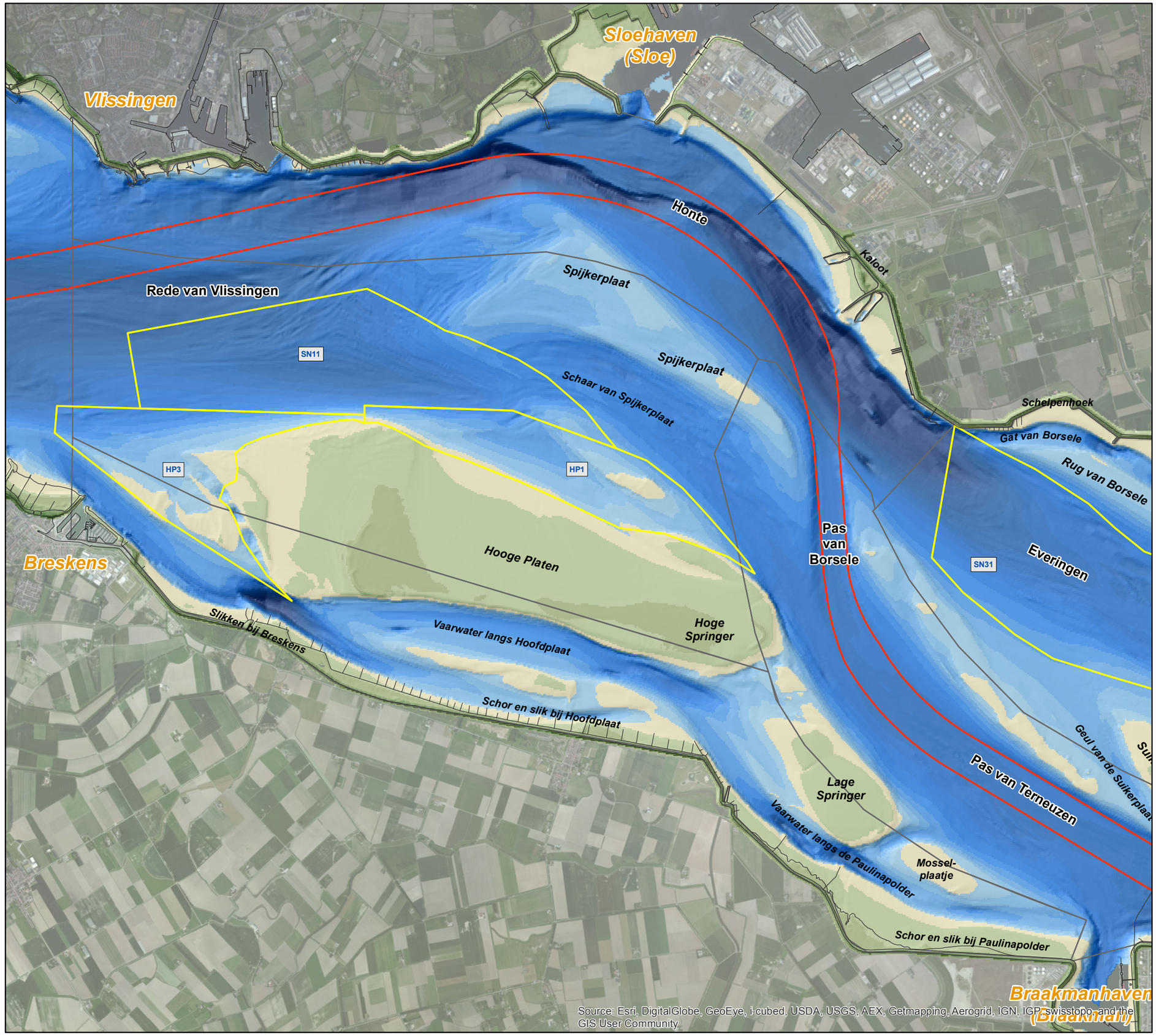
De verschillende schorren werden door het Overleg flexibel storten beoordeeld. De meeste schorranden zijn stabiel. Op die schorranden waar een erosie zichtbaar is, was deze reeds gaande, en worden geen trendbreuken vastgesteld. Ten opzichte van de gegevens van een jaar geleden zijn er geen opmerkelijke veranderingen te zien.

Er worden geen ontwikkelingen waargenomen die aanleiding geven tot actie.

Ter hoogte van de raaien met nummers 2790 en 2800 bij Saeftinghe is de doorzettende erosie van het slik wel zorgwekkend. Er blijft nagenoeg geen voorland meer over. Deze ontwikkeling is niet te koppelen aan de derde verruiming, het gaat er al langer achteruit. Dit zorgpunt werd een aantal maanden geleden al door het Overleg flexibel storten besproken, en zal gedurende de komende maanden meer in detail bekeken worden. In het kader van de Agenda voor de Toekomst wordt een meetcampagne opgezet om de oorzaak te achterhalen, waarna vervolgens eventuele maatregelen benoemd kunnen worden.

Bijlage B Geselecteerd kaartmateriaal

B.1 Bathymetrie Westerschelde 2013 en verschilkaarten 2013-2009



VLAAMSE OVERHEID

Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

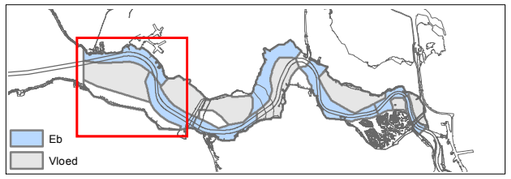
Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Dieptekaart Westerschelde 2013 Macrocel 1 & 2

11353_006_140613_B_WES2013_MC1-2 — Datum: 13/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 6



IMDC
International Marine & Dredging Consultants

Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

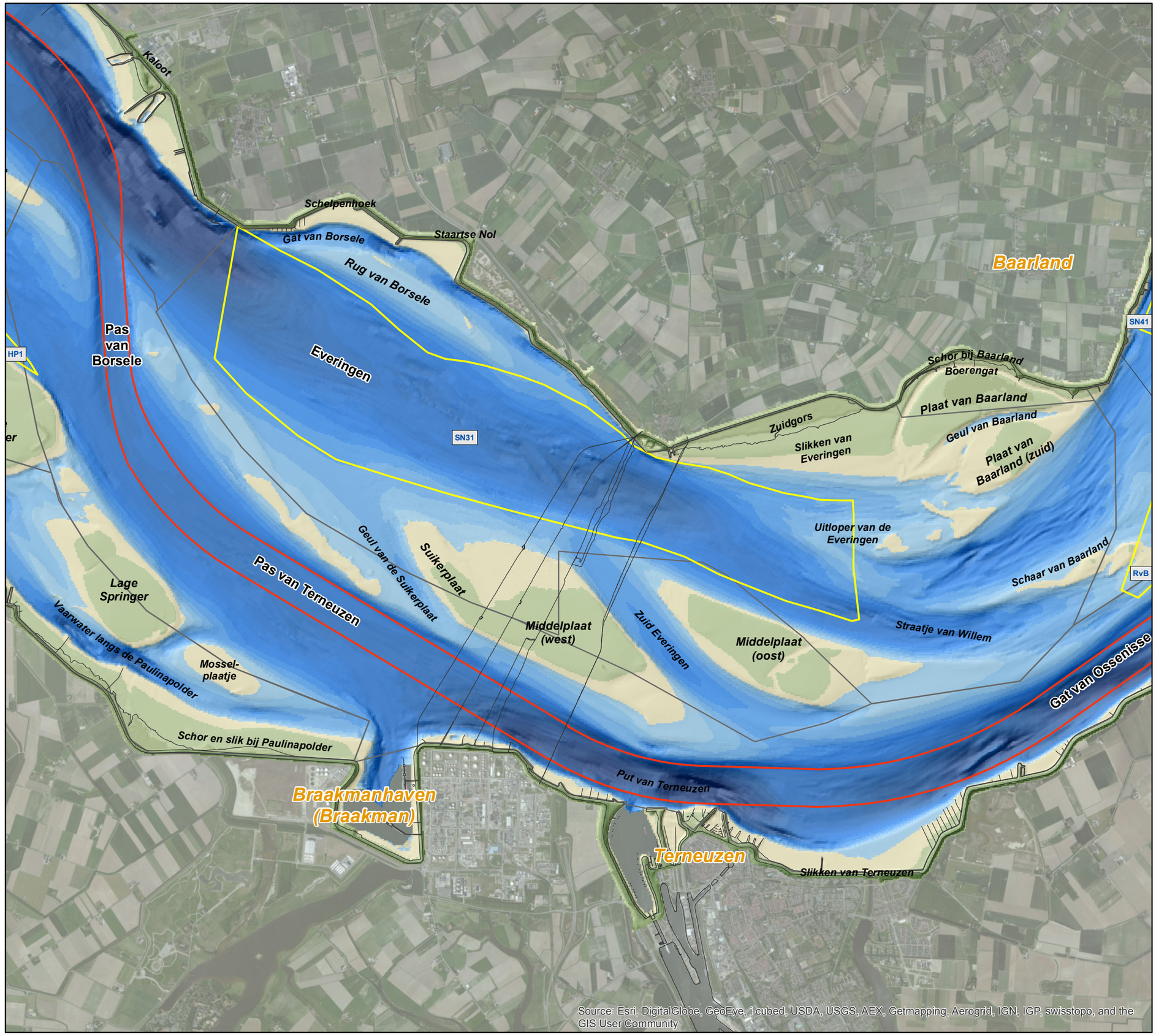
- -64.66 - -46.00
- -45.99 - -44.00
- -43.99 - -42.00
- -41.99 - -40.00
- -39.99 - -38.00
- -37.99 - -36.00
- -35.99 - -34.00
- -33.99 - -32.00
- -31.99 - -30.00
- -29.99 - -28.00
- -27.99 - -26.00
- -25.99 - -24.00
- -23.99 - -22.00
- -21.99 - -20.00
- -19.99 - -18.00
- -17.99 - -16.00
- -15.99 - -14.00
- -13.99 - -12.00
- -11.99 - -10.00
- -9.99 - -8.00
- -7.99 - -6.00
- -5.99 - -4.00
- -3.99 - -2.00
- -1.99 - 0.00
- +0.01 - +2.00
- +2.01 - +4.00
- +4.01 - +6.00
- +6.01 - +8.00
- +8.01 - +10.00
- +10.01 - +12.00

Diepte in m [NAP]

RvB Stortzone
Macrocellen
Vaargeul

N
W E
S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID

Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Dieptekaart Westerschelde 2013 Macrocel 3

11353_007_140613_B_WES2013_MC3 — Datum: 13/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 7



IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

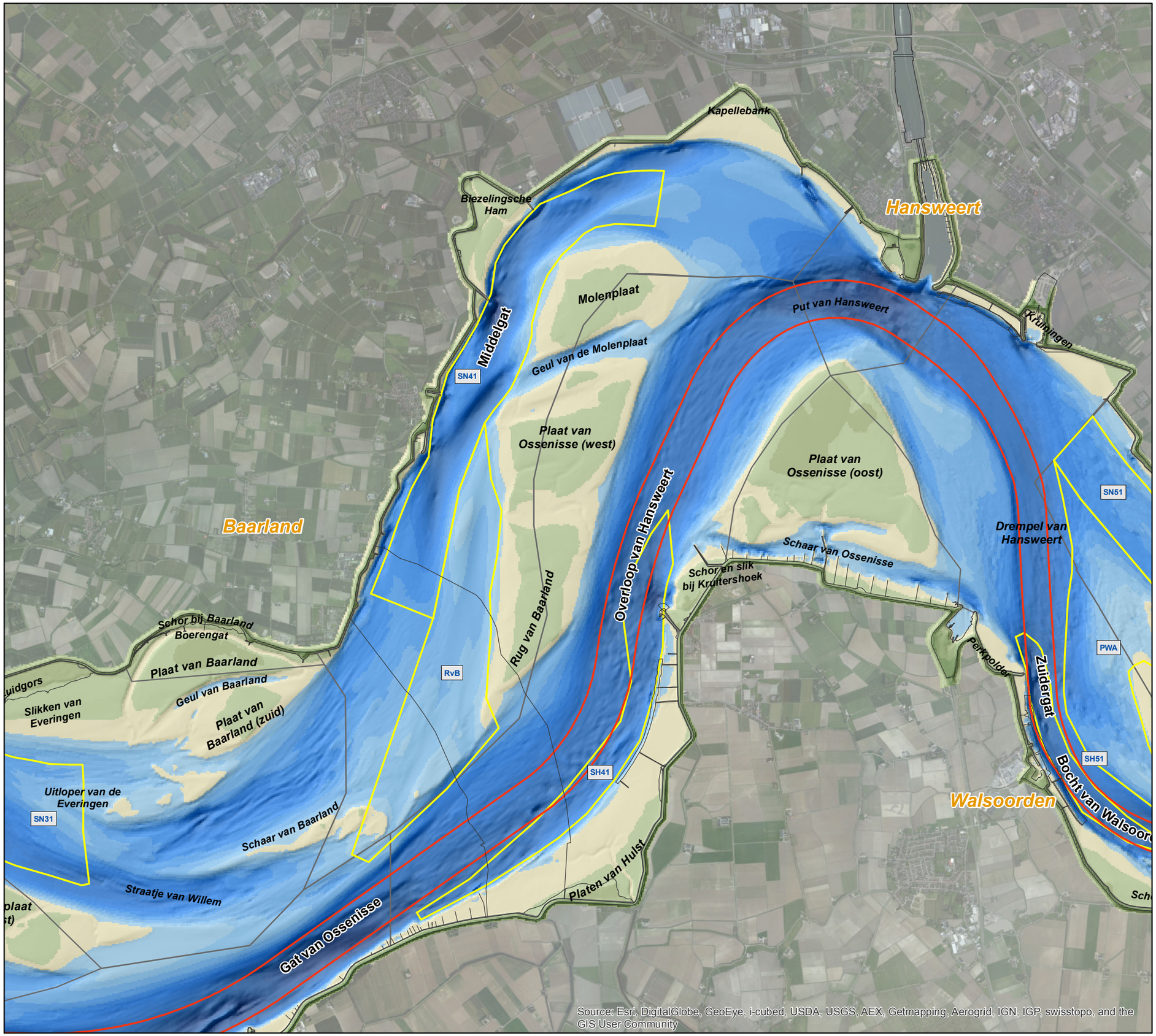
- -64.66 - -46.00
- -45.99 - -44.00
- -43.99 - -42.00
- -41.99 - -40.00
- -39.99 - -38.00
- -37.99 - -36.00
- -35.99 - -34.00
- -33.99 - -32.00
- -31.99 - -30.00
- -29.99 - -28.00
- -27.99 - -26.00
- -25.99 - -24.00
- -23.99 - -22.00
- -21.99 - -20.00
- -19.99 - -18.00
- -17.99 - -16.00
- -15.99 - -14.00
- -13.99 - -12.00
- -11.99 - -10.00
- -9.99 - -8.00
- -7.99 - -6.00
- -5.99 - -4.00
- -3.99 - -2.00
- -1.99 - 0.00
- +0.01 - +2.00
- +2.01 - +4.00
- +4.01 - +6.00
- +6.01 - +8.00
- +8.01 - +10.00
- +10.01 - +12.00

Diepte in m [NAP]

- RvB Stortzone
- Macrocellen
- Vaargeul

N
W E
S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID
Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

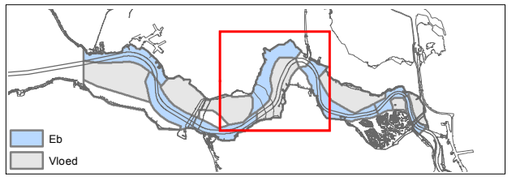
Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Dieptekaart Westerschelde 2013 Macrocel 4

11353_008_140613_B_WES2013_MC4 — Datum: 13/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 8



IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

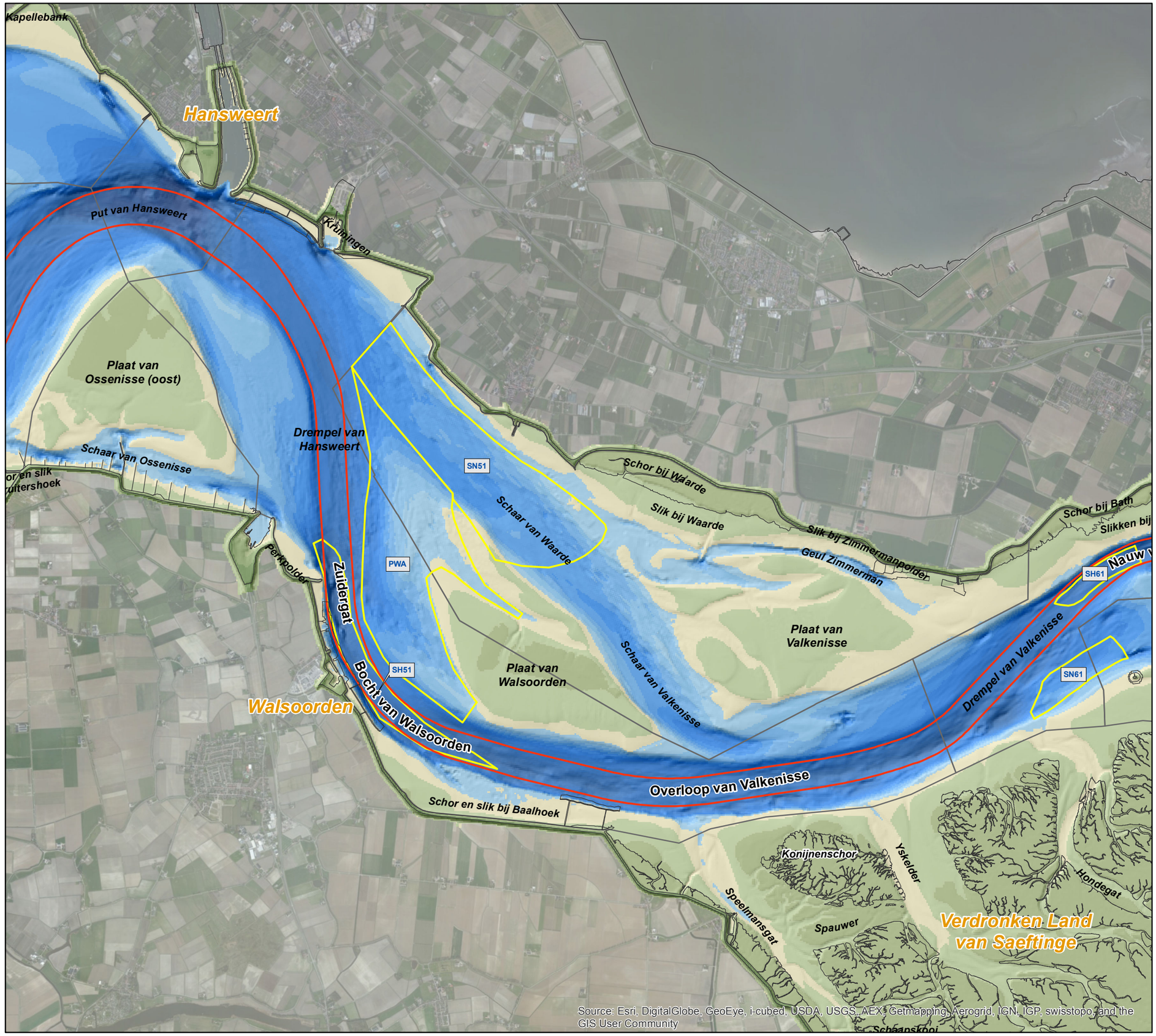
- -64.66 - -46.00
- -45.99 - -44.00
- -43.99 - -42.00
- -41.99 - -40.00
- -39.99 - -38.00
- -37.99 - -36.00
- -35.99 - -34.00
- -33.99 - -32.00
- -31.99 - -30.00
- -29.99 - -28.00
- -27.99 - -26.00
- -25.99 - -24.00
- -23.99 - -22.00
- -21.99 - -20.00
- -19.99 - -18.00
- -17.99 - -16.00
- -15.99 - -14.00
- -13.99 - -12.00
- -11.99 - -10.00
- -9.99 - -8.00
- -7.99 - -6.00
- -5.99 - -4.00
- -3.99 - -2.00
- -1.99 - 0.00
- +0.01 - +2.00
- +2.01 - +4.00
- +4.01 - +6.00
- +6.01 - +8.00
- +8.01 - +10.00
- +10.01 - +12.00

Diepte in m [NAP]

- RvB Stortzone
- Macrocellen
- Vaargeul

N
W E
S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID
Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Dieptekaart Westerschelde 2013 Macrocel 5

11353_009_140613_B_WES2013_MC5 — Datum: 13/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 9



IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

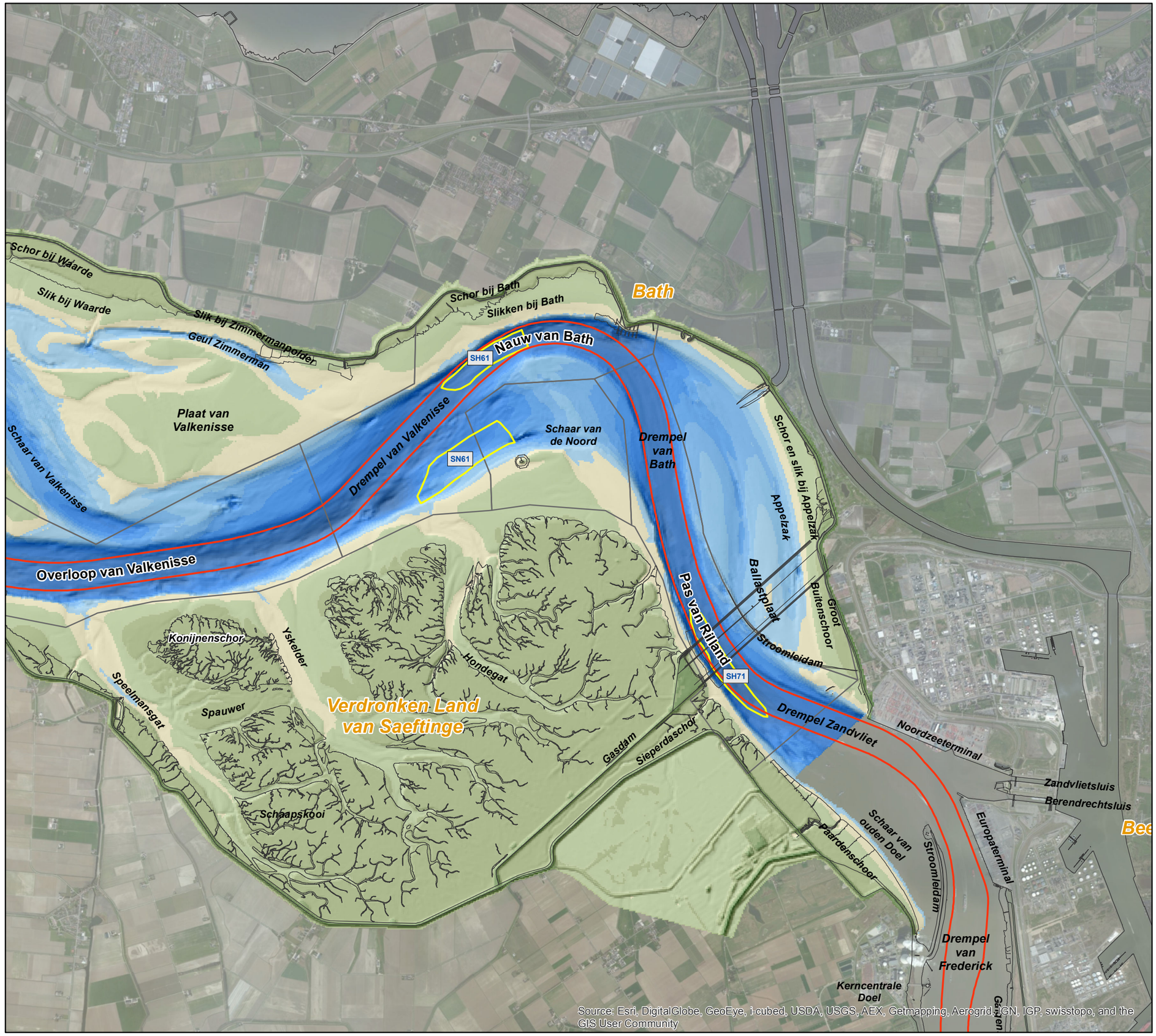
- -64.66 - -46.00
- -45.99 - -44.00
- -43.99 - -42.00
- -41.99 - -40.00
- -39.99 - -38.00
- -37.99 - -36.00
- -35.99 - -34.00
- -33.99 - -32.00
- -31.99 - -30.00
- -29.99 - -28.00
- -27.99 - -26.00
- -25.99 - -24.00
- -23.99 - -22.00
- -21.99 - -20.00
- -19.99 - -18.00
- -17.99 - -16.00
- -15.99 - -14.00
- -13.99 - -12.00
- -11.99 - -10.00
- -9.99 - -8.00
- -7.99 - -6.00
- -5.99 - -4.00
- -3.99 - -2.00
- -1.99 - 0.00
- +0.01 - +2.00
- +2.01 - +4.00
- +4.01 - +6.00
- +6.01 - +8.00
- +8.01 - +10.00
- +10.01 - +12.00

Diepte in m [NAP]

RvB Stortzone
Macrocellen
Vaargeul

N
W E
S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID
Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Dieptekaart Westerschelde 2013 Macrocel 6 & 7

11353_010_140613_B_WES2013_MC6-7 Datum: 13/06/2014
Rapport nr. 14.158 Figuur 10



IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

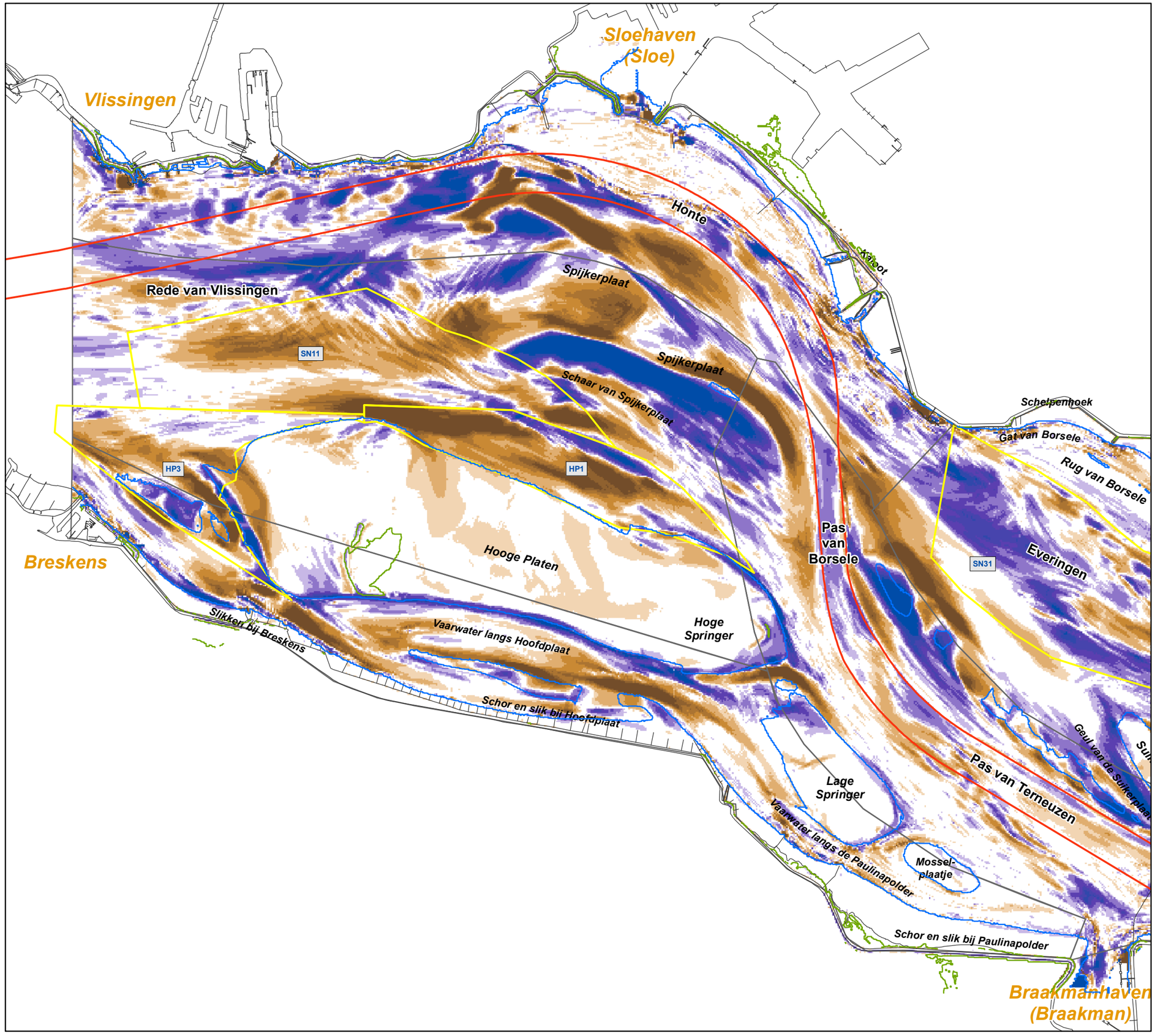
- -64.66 - -46.00
- -45.99 - -44.00
- -43.99 - -42.00
- -41.99 - -40.00
- -39.99 - -38.00
- -37.99 - -36.00
- -35.99 - -34.00
- -33.99 - -32.00
- -31.99 - -30.00
- -29.99 - -28.00
- -27.99 - -26.00
- -25.99 - -24.00
- -23.99 - -22.00
- -21.99 - -20.00
- -19.99 - -18.00
- -17.99 - -16.00
- -15.99 - -14.00
- -13.99 - -12.00
- -11.99 - -10.00
- -9.99 - -8.00
- -7.99 - -6.00
- -5.99 - -4.00
- -3.99 - -2.00
- -1.99 - 0.00
- +0.01 - +2.00
- +2.01 - +4.00
- +4.01 - +6.00
- +6.01 - +8.00
- +8.01 - +10.00
- +10.01 - +12.00

Diepte in m [NAP]

RvB Stortzone
Macrocellen
Vaargeul

N
W E
S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID

Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

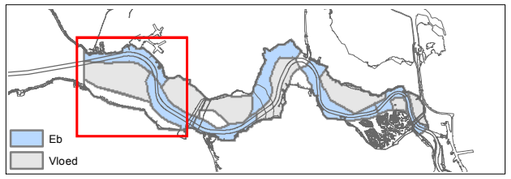
Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Verschilkaart Westerschelde 2013 - 2009 Macrocel 1 & 2

11353_026_140613_V_WES2013-2009_MC1-2 Datum: 13/06/2014
Rapport nr. 14.158 Figuur 26



IMDC
International Marine & Dredging Consultants

Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

- RvB Stortzone
- Macrocellen
- Vaargeul
- LW
- HW

verschil 2013-2009 (m)

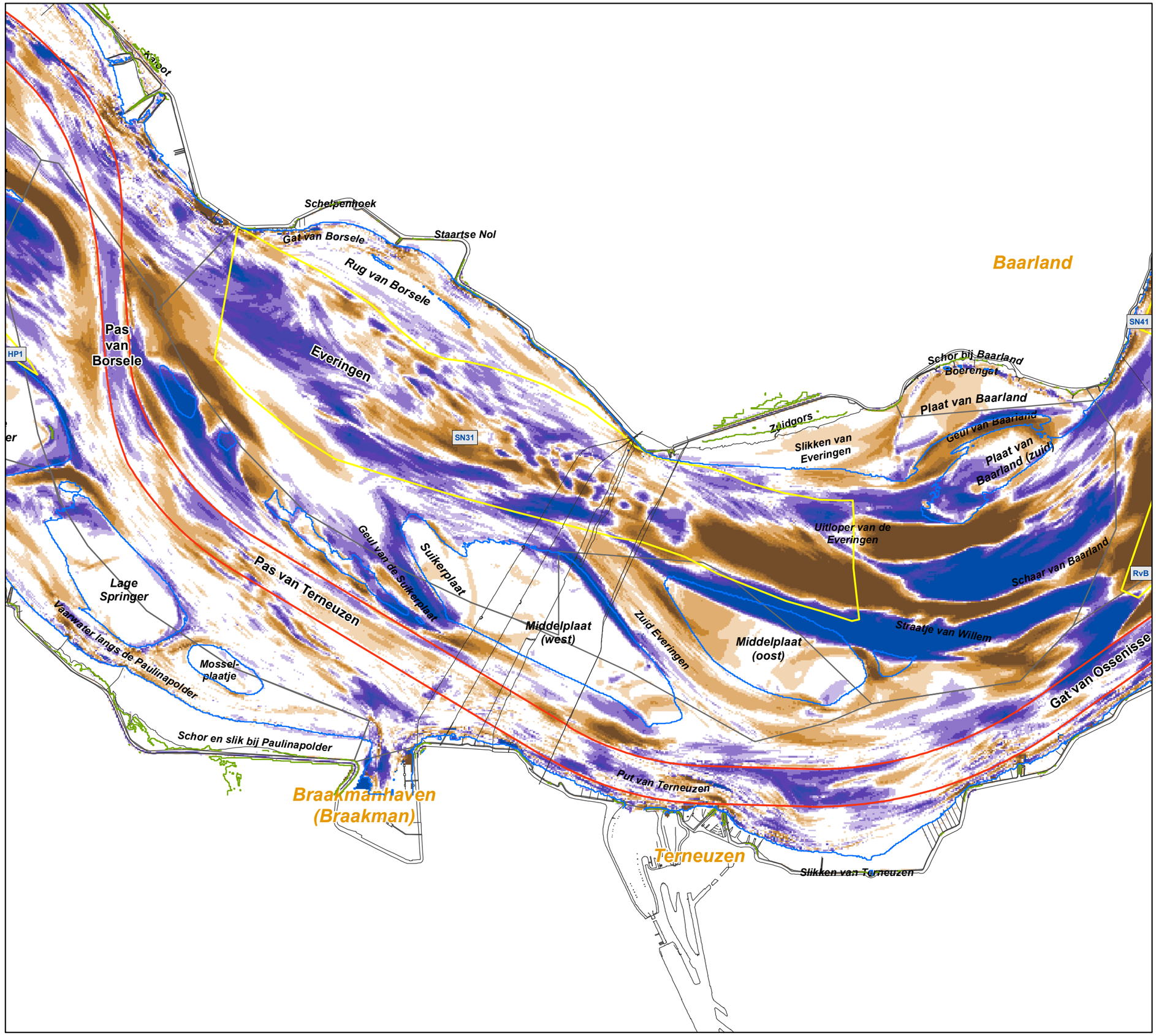
verondieping
- > +2.51
- +2.01 - +2.50
- +1.51 - +2.00
- +1.01 - +1.50
- +0.51 - +1.00
- +0.25 - +0.50

- -0.25 - +0.25

verdieping
- -0.49 - -0.25
- -0.99 - -0.50
- -1.49 - -1.00
- -1.99 - -1.50
- -2.49 - -2.00
- < -2.50

N W E S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID

Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Verschilkaart Westerschelde 2013 - 2009 Macrocel 3

11353_027_140613_V_WES2013-2009_MC3 Datum: 13/06/2014
Rapport nr. 14.158 Figuur 27



IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

- RvB Stortzone
- Macrocellen
- Vaargeul
- LW
- HW

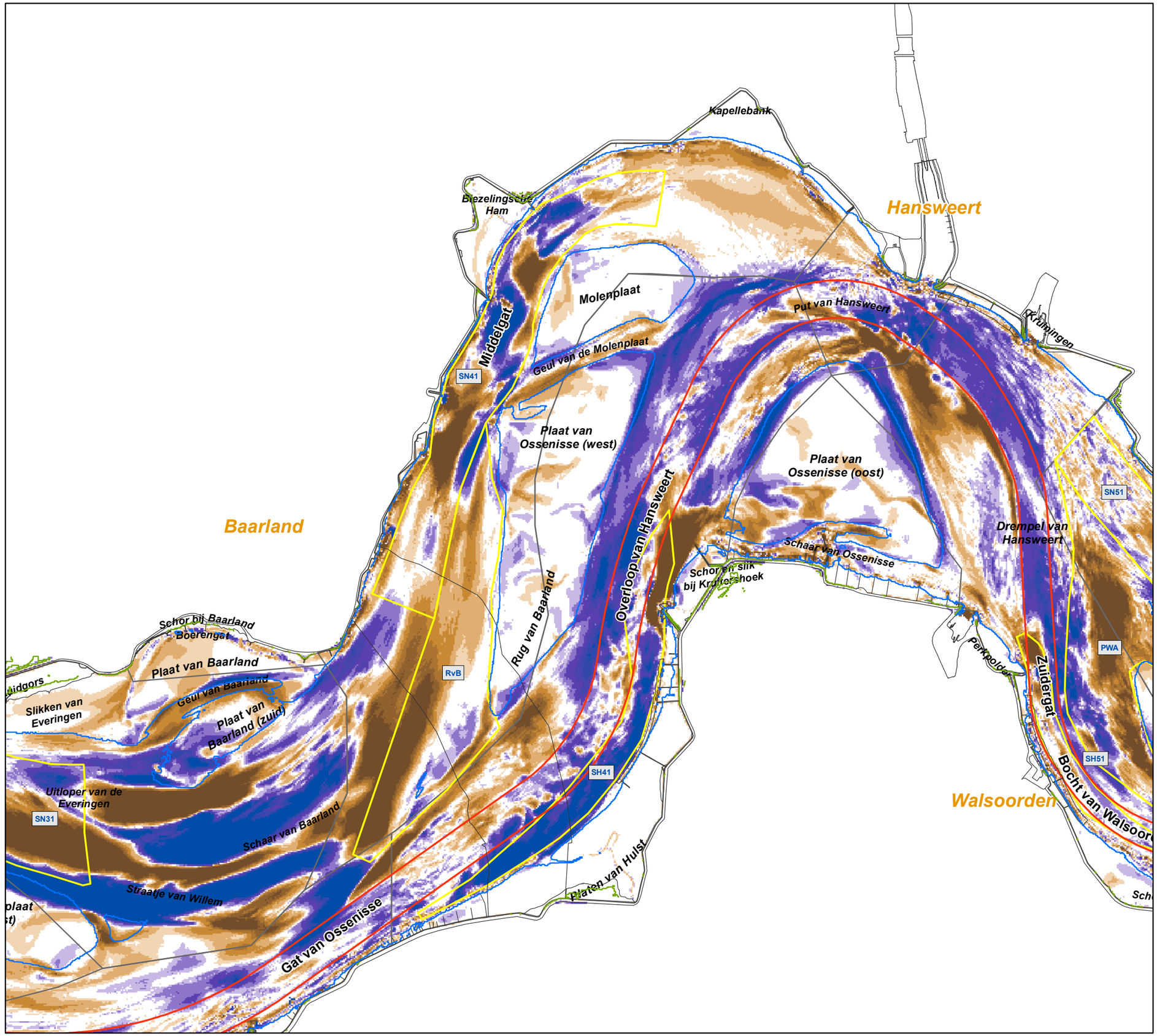
verschil 2013-2009 (m)

verondieping
- > +2.51
- +2.01 - +2.50
- +1.51 - +2.00
- +1.01 - +1.50
- +0.51 - +1.00
- +0.25 - +0.50
- -0.25 - +0.25

verdieping
- -0.49 - -0.25
- -0.99 - -0.50
- -1.49 - -1.00
- -1.99 - -1.50
- -2.49 - -2.00
- < -2.50

N W E S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID

Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

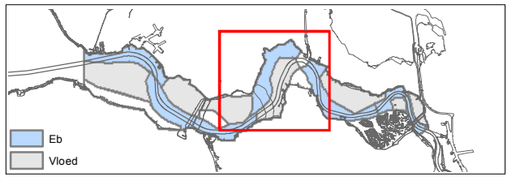
Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Verschilkaart Westerschelde 2013 - 2009 Macrocel 4

11353_028_140613_V_WES2013-2009_MC4 — Datum: 13/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 28



IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

- RvB — Stortzone
- Macrocellen
- Vaargeul
- LW
- HW

verschil 2013-2009 (m)

- > +2.51
- +2.01 - +2.50
- +1.51 - +2.00
- +1.01 - +1.50
- +0.51 - +1.00
- +0.25 - +0.50

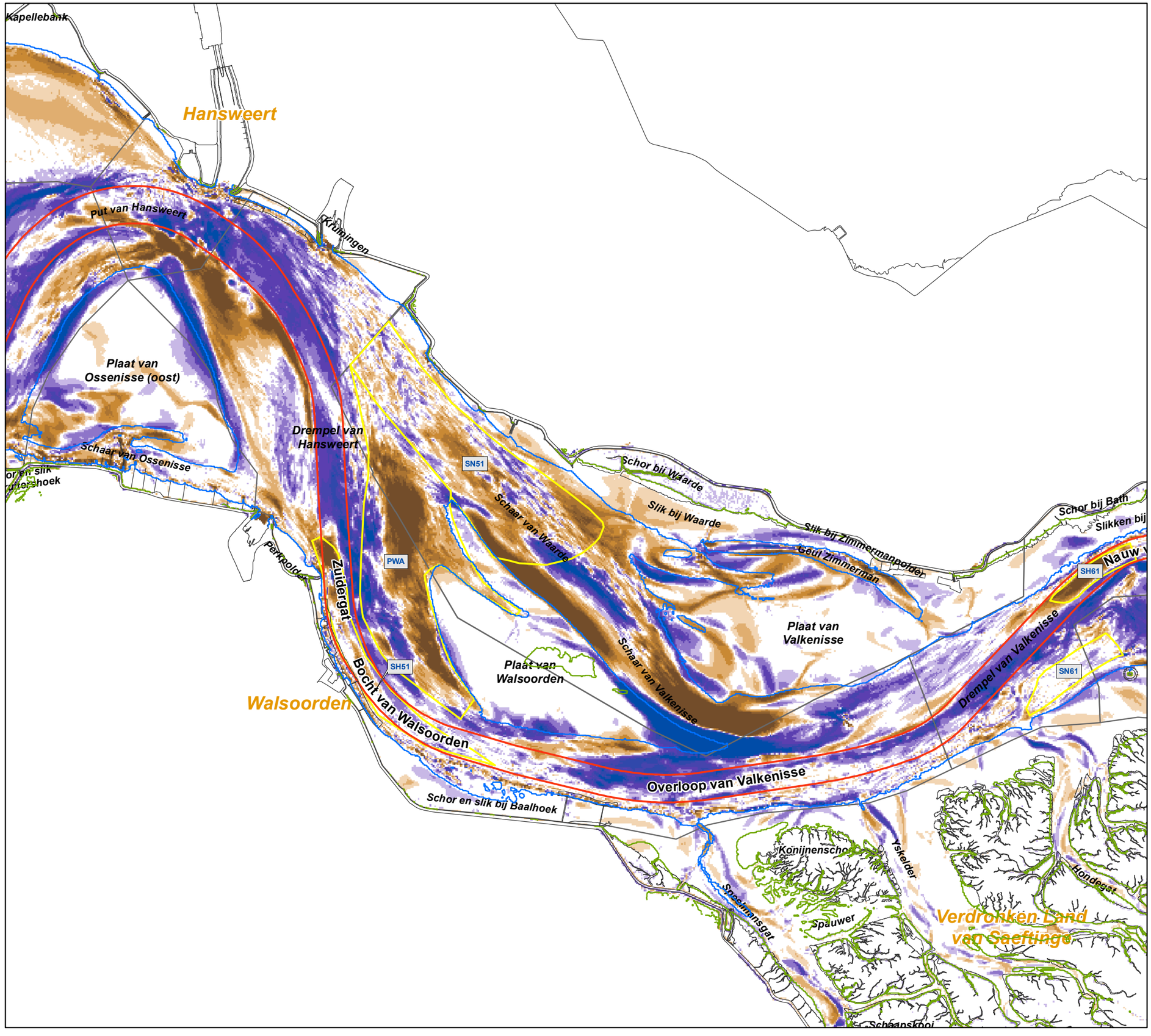
verondieping

- -0.25 - +0.25
- -0.49 - -0.25
- -0.99 - -0.50
- -1.49 - -1.00
- -1.99 - -1.50
- -2.49 - -2.00
- < -2.50

verdieping

N
W E
S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID
Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Verschilkaart Westerschelde 2013 - 2009 Macrocel 5

11353_029_140613_V_WES2013-2009_MC5 — Datum: 13/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 29



IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

- RvB Stortzone
- Macrocellen
- Vaargeul
- LW
- HW

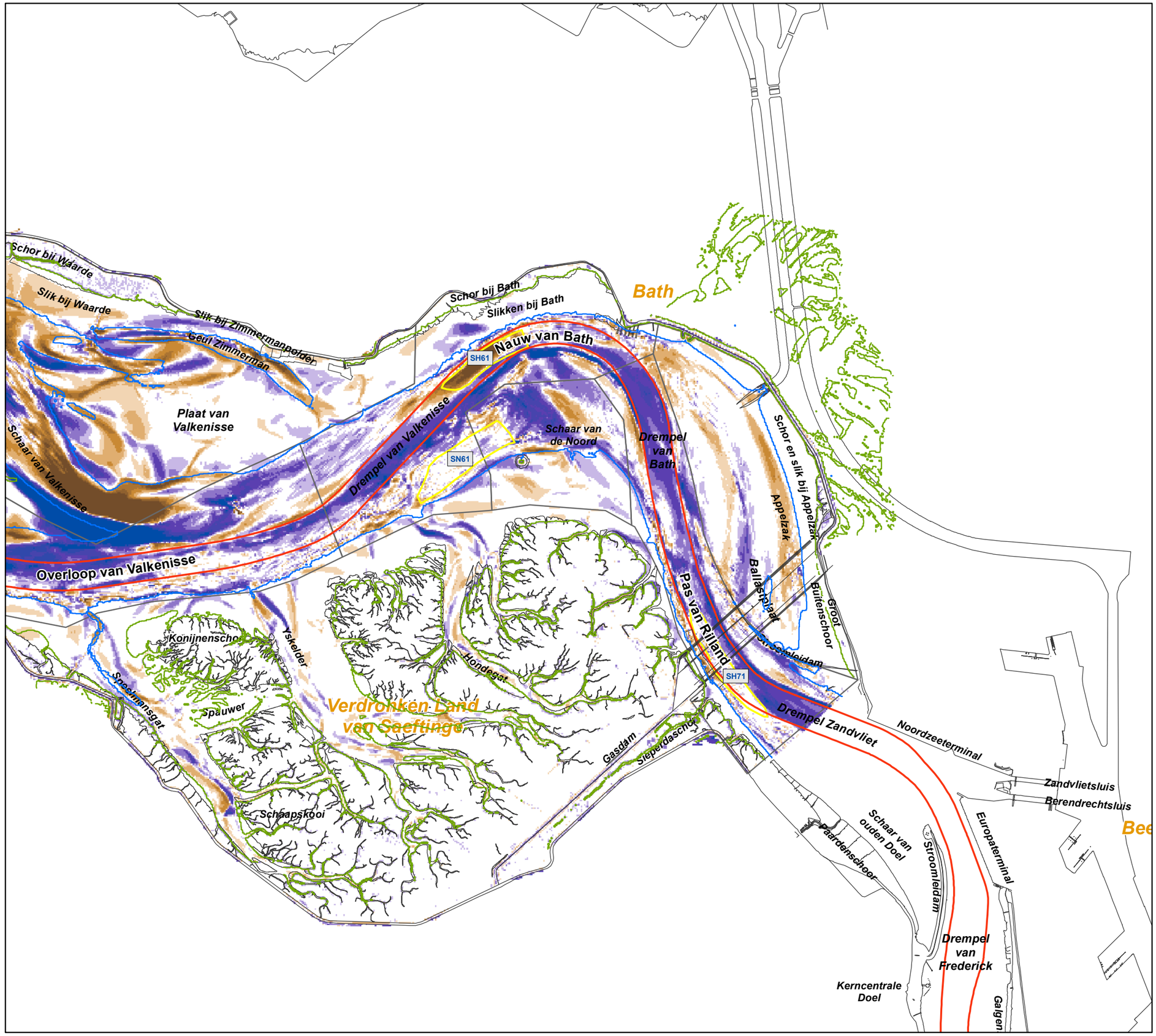
verschil 2013-2009 (m)

verondieping
- > +2.51
- +2.01 - +2.50
- +1.51 - +2.00
- +1.01 - +1.50
- +0.51 - +1.00
- +0.25 - +0.50
- -0.25 - +0.25

verdieping
- -0.49 - -0.25
- -0.99 - -0.50
- -1.49 - -1.00
- -1.99 - -1.50
- -2.49 - -2.00
- < -2.50

N W E S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID
Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Verschilkaart Westerschelde 2013 - 2009 Macrocel 6 & 7

11353_030_140613_V_WES2013-2009_MC6-7 Datum: 13/06/2014
Rapport nr. 14.158 Figuur 30



IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

- RvB Stortzone
- Macrocellen
- Vaargeul
- LW
- HW

verschil 2013-2009 (m)

verondieping
- > +2.51
- +2.01 - +2.50
- +1.51 - +2.00
- +1.01 - +1.50
- +0.51 - +1.00
- +0.25 - +0.50

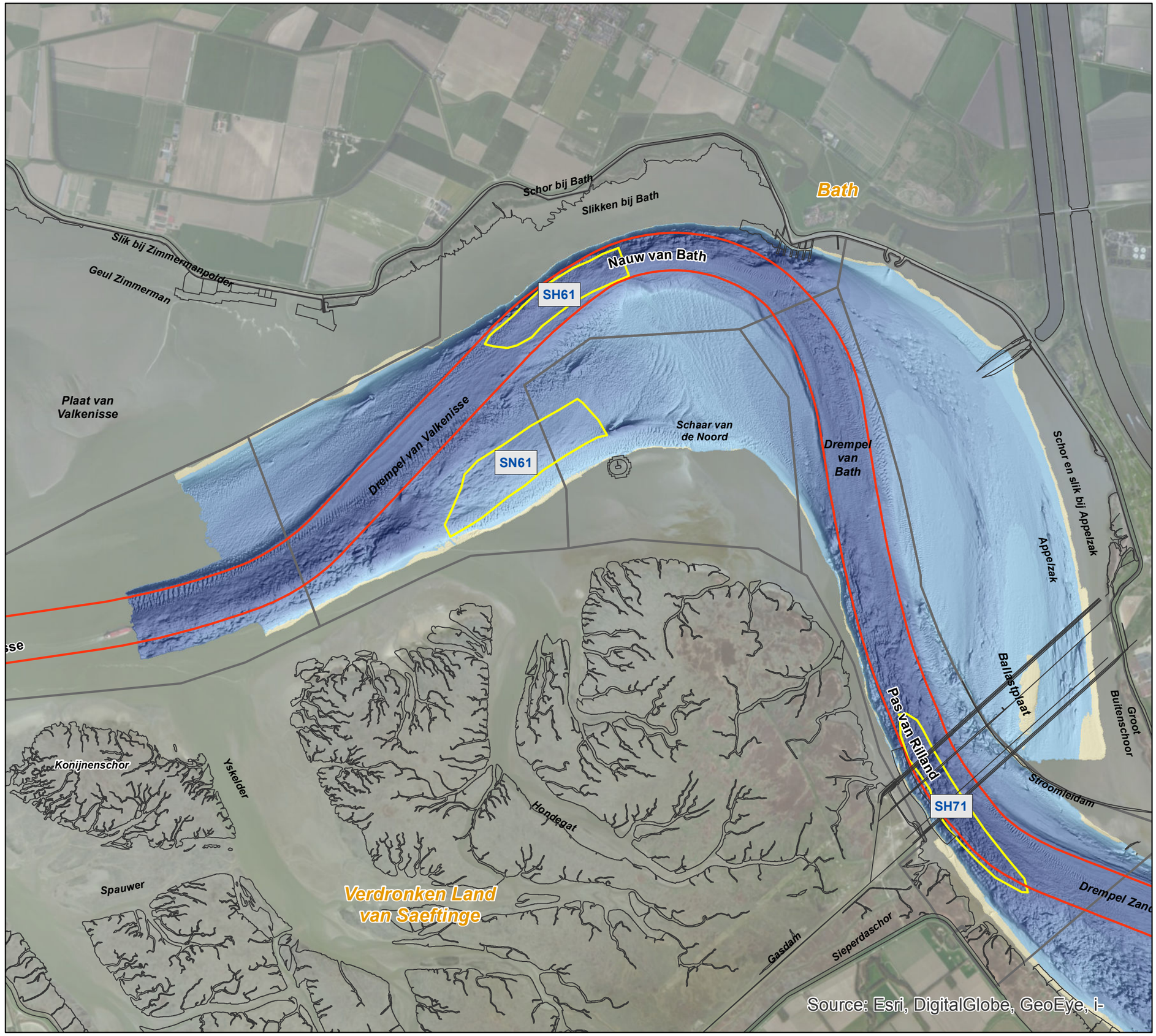
- -0.25 - +0.25

verdieping
- -0.49 - -0.25
- -0.99 - -0.50
- -1.49 - -1.00
- -1.99 - -1.50
- -2.49 - -2.00
- < -2.50

N W E S

0 0,5 1 1,5 2 km

B.2 Bathymetrie Beneden-Zeeschelde 2013 en verschilkaarten 2013-2009



VLAAMSE OVERHEID

Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

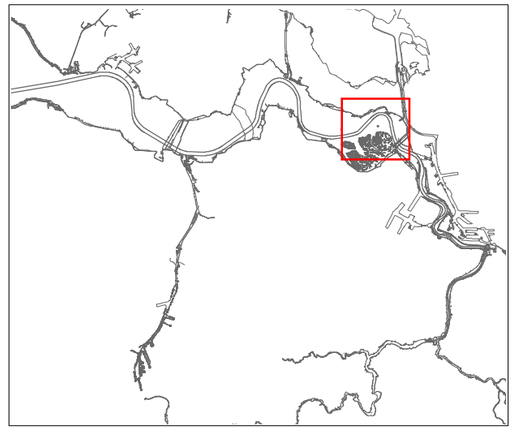
Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Dieptekaart 2013 Beneden - Zeeschelde Bath - Saeftinge

11353_037_140626_B_BEZ2013_S1 — Datum: 26/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 37



IMDC
International Marine & Dredging Consultants

Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

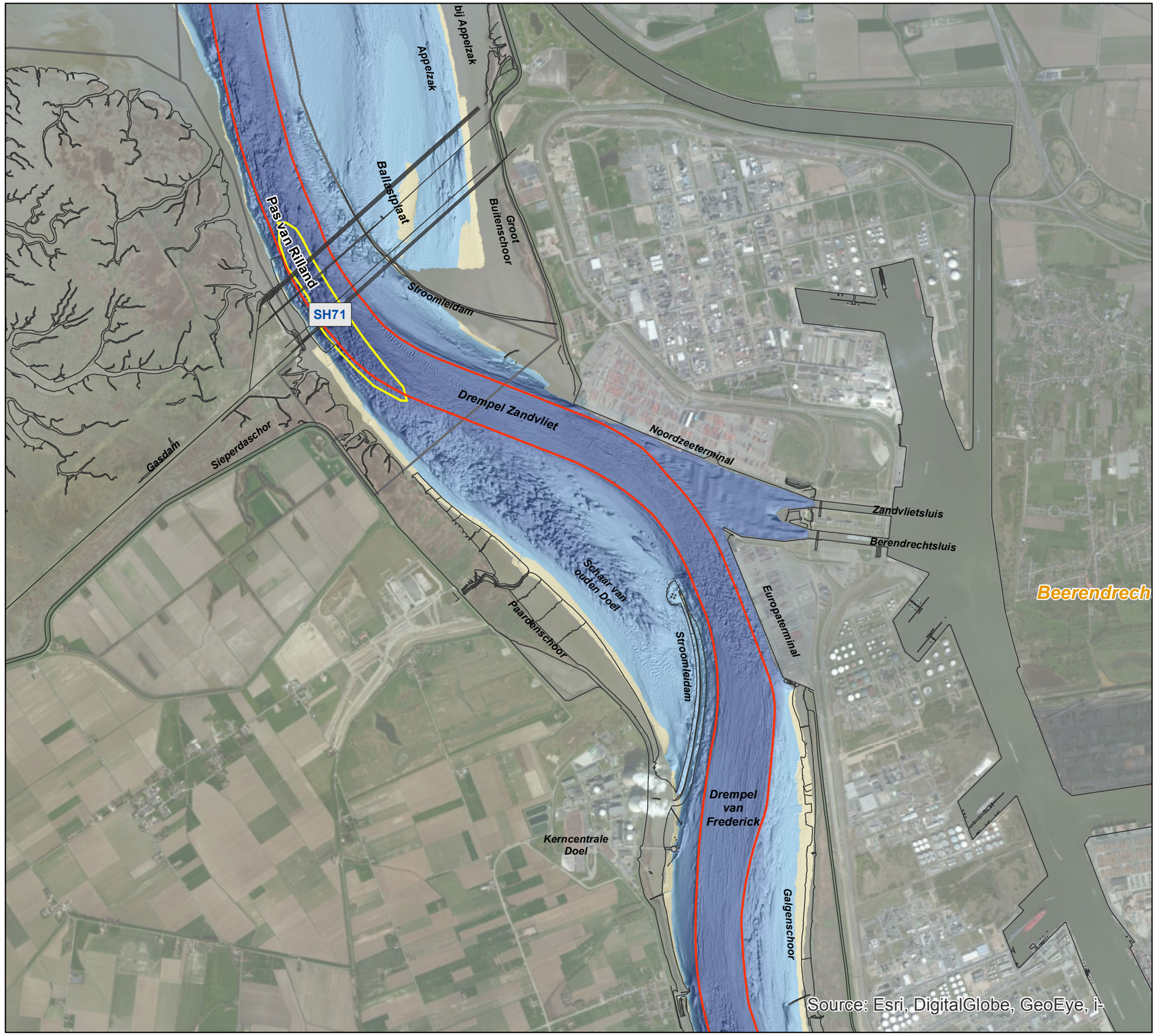
- < -26,00
- -25,99 - -24,00
- -23,99 - -22,00
- -21,99 - -20,00
- -19,99 - -18,00
- -17,99 - -16,00
- -15,99 - -14,00
- -13,99 - -12,00
- -11,99 - -10,00
- -9,99 - -8,00
- -7,99 - -6,00
- -5,99 - -4,00
- -3,99 - -2,00
- -1,99 - 0,00
- +0,01 - +2,00
- +2,01 - +4,00
- +4,01 - +6,00
- +6,01 - +8,00

Diepte in m [TAW]

RvB Stortzone
Vaargeul

N
W E
S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID

Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

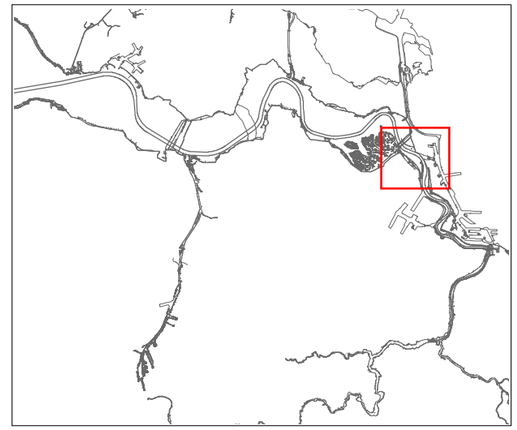
Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Dieptekaart 2013 Beneden - Zeeschelde Saeftinge - Doel

11353_038_140626_B_BEZ2013_S2 — Datum: 26/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 38



IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

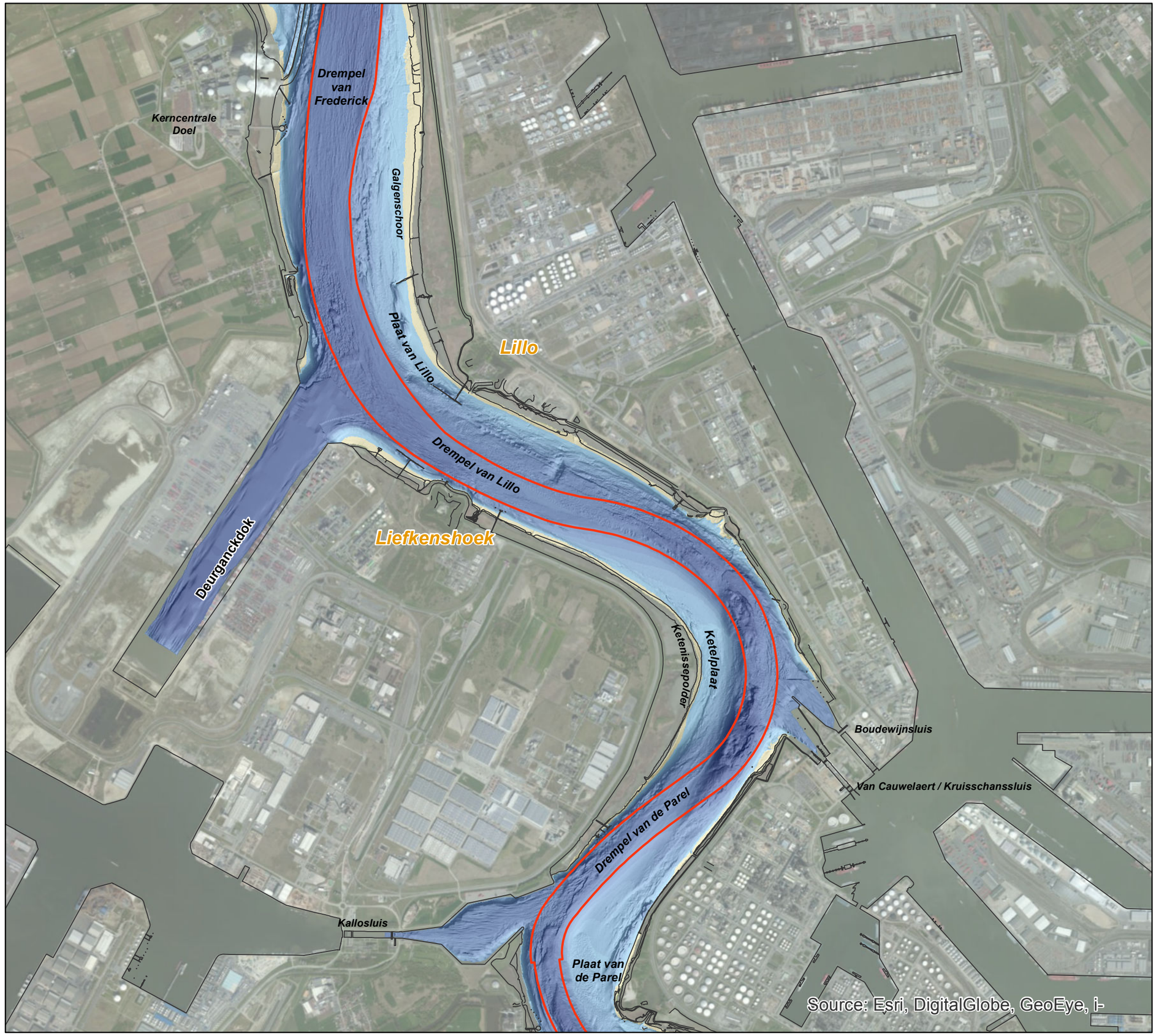
- < -26,00
- -25,99 - -24,00
- -23,99 - -22,00
- -21,99 - -20,00
- -19,99 - -18,00
- -17,99 - -16,00
- -15,99 - -14,00
- -13,99 - -12,00
- -11,99 - -10,00
- -9,99 - -8,00
- -7,99 - -6,00
- -5,99 - -4,00
- -3,99 - -2,00
- -1,99 - 0,00
- +0,01 - +2,00
- +2,01 - +4,00
- +4,01 - +6,00
- +6,01 - +8,00

Diepte in m [TAW]

RvB Stortzone
Vaargeul

N
W
E
S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID

Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

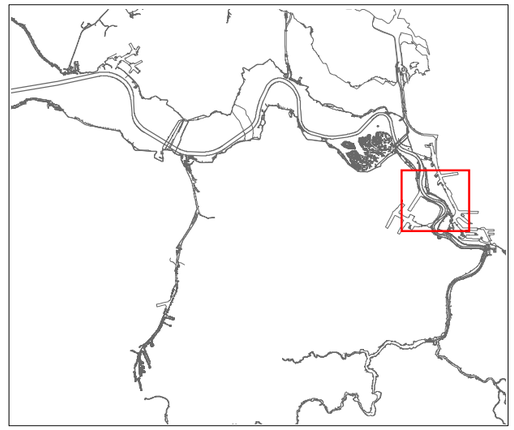
Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Dieptekaart 2013 Beneden - Zeeschelde Doel - Filip

11353_039_140626_B_BEZ2013_S3 — Datum: 26/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 39



IMDC
International Marine & Dredging Consultants

Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

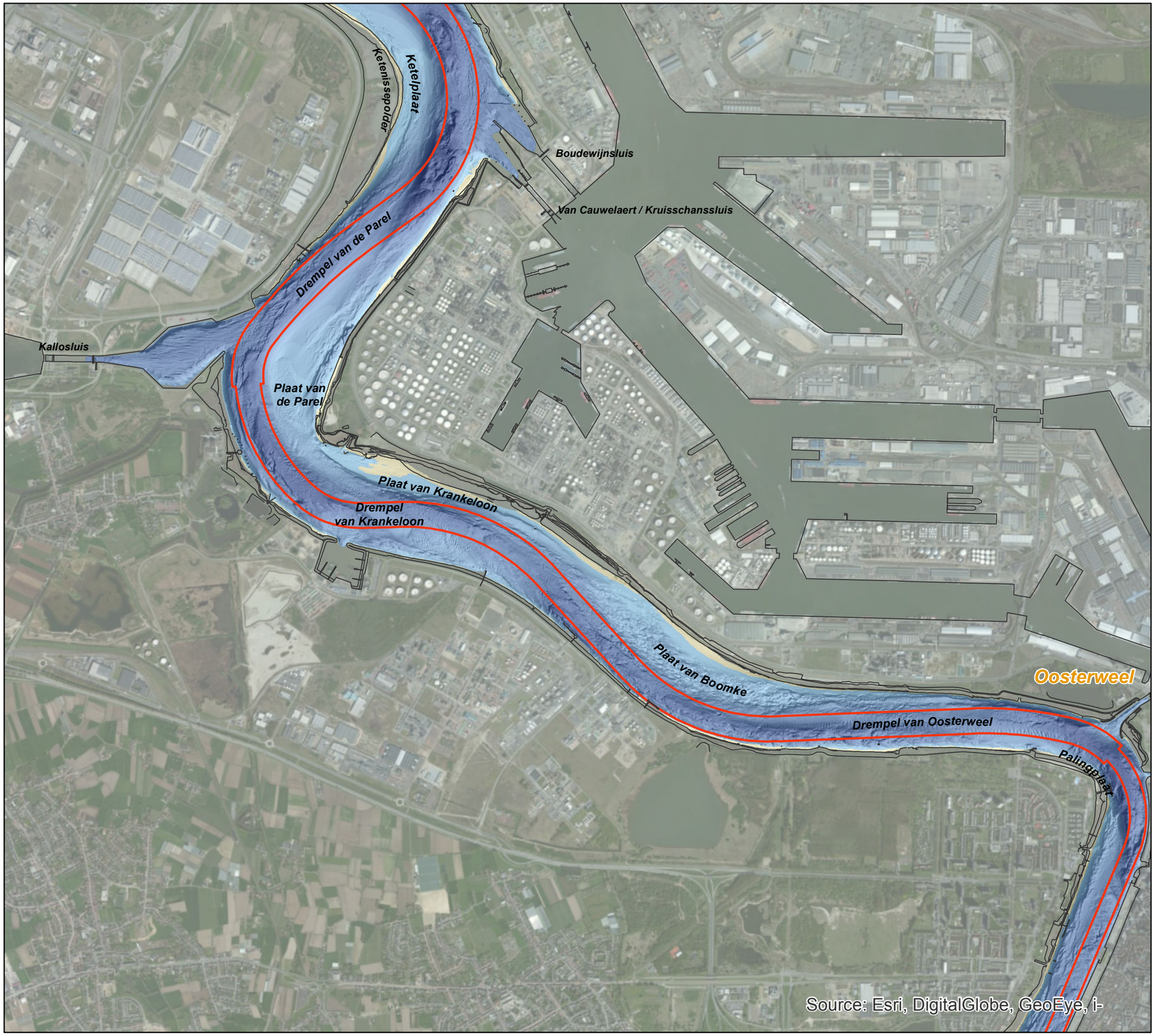
- < -26,00
- -25,99 - -24,00
- -23,99 - -22,00
- -21,99 - -20,00
- -19,99 - -18,00
- -17,99 - -16,00
- -15,99 - -14,00
- -13,99 - -12,00
- -11,99 - -10,00
- -9,99 - -8,00
- -7,99 - -6,00
- -5,99 - -4,00
- -3,99 - -2,00
- -1,99 - 0,00
- +0,01 - +2,00
- +2,01 - +4,00
- +4,01 - +6,00
- +6,01 - +8,00

Diepte in m [TAW]

RvB Stortzone
Vaargeul

N
W
E
S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID
Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

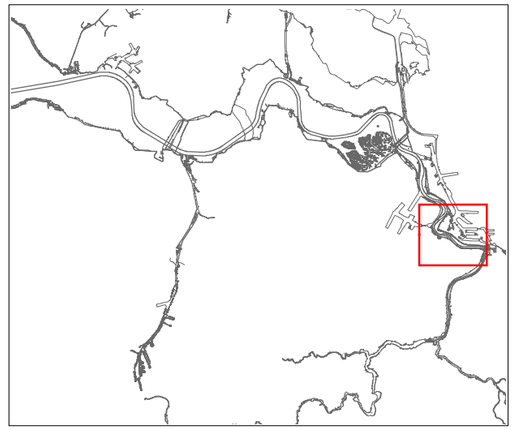
Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Dieptekaart 2013 Beneden - Zeeschelde Filip - Oosterweel

11353_040_140626_B_BEZ2013_S4 — Datum: 26/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 40



IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

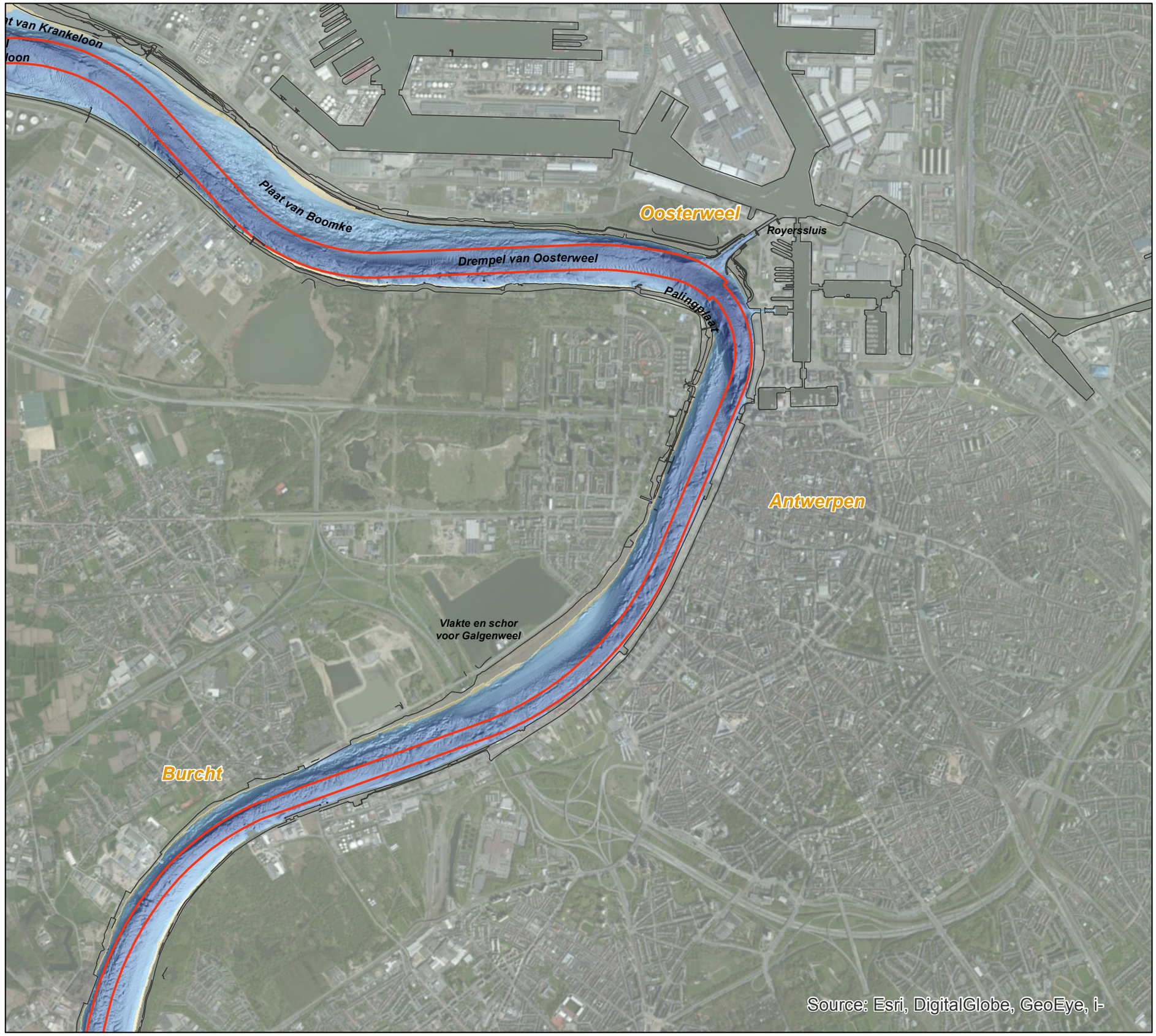
- < -26,00
- -25,99 - -24,00
- -23,99 - -22,00
- -21,99 - -20,00
- -19,99 - -18,00
- -17,99 - -16,00
- -15,99 - -14,00
- -13,99 - -12,00
- -11,99 - -10,00
- -9,99 - -8,00
- -7,99 - -6,00
- -5,99 - -4,00
- -3,99 - -2,00
- -1,99 - 0,00
- +0,01 - +2,00
- +2,01 - +4,00
- +4,01 - +6,00
- +6,01 - +8,00

Diepte in m [TAW]

RvB Stortzone
Vaargeul

N
W E
S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID
Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

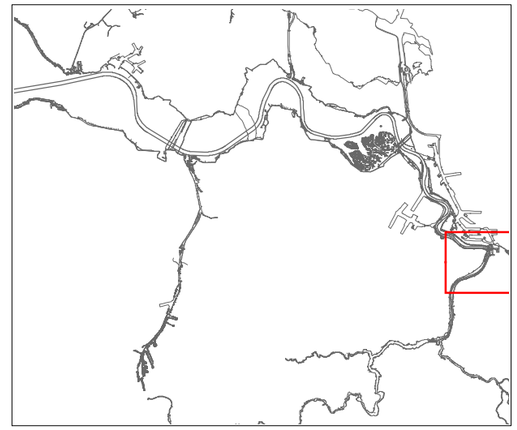
Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Dieptekaart 2013 Beneden - Zeeschelde Rede van Antwerpen

11353_041_140626_B_BEZ2013_S5 — Datum: 26/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 41



IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

- < -26,00
- -25,99 - -24,00
- -23,99 - -22,00
- -21,99 - -20,00
- -19,99 - -18,00
- -17,99 - -16,00
- -15,99 - -14,00
- -13,99 - -12,00
- -11,99 - -10,00
- -9,99 - -8,00
- -7,99 - -6,00
- -5,99 - -4,00
- -3,99 - -2,00
- -1,99 - 0,00
- +0,01 - +2,00
- +2,01 - +4,00
- +4,01 - +6,00
- +6,01 - +8,00

Diepte in m [TAW]

RvB Stortzone
Vaargeul

N
W E
S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID

Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

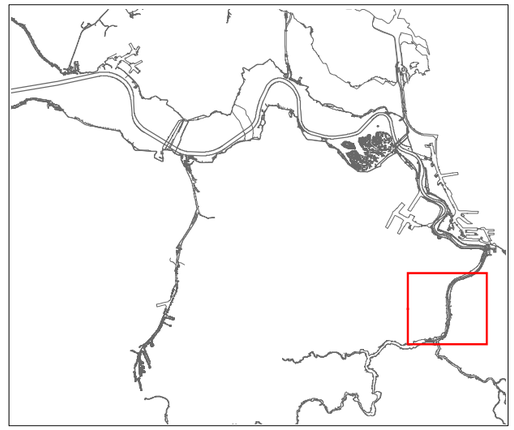
Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Dieptekaart 2013 Beneden - Zeeschelde Burcht - Rupelmonde

11353_042_140626_B_BEZ2013_S6 — Datum: 26/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 42



IMDC
International Marine & Dredging Consultants

Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

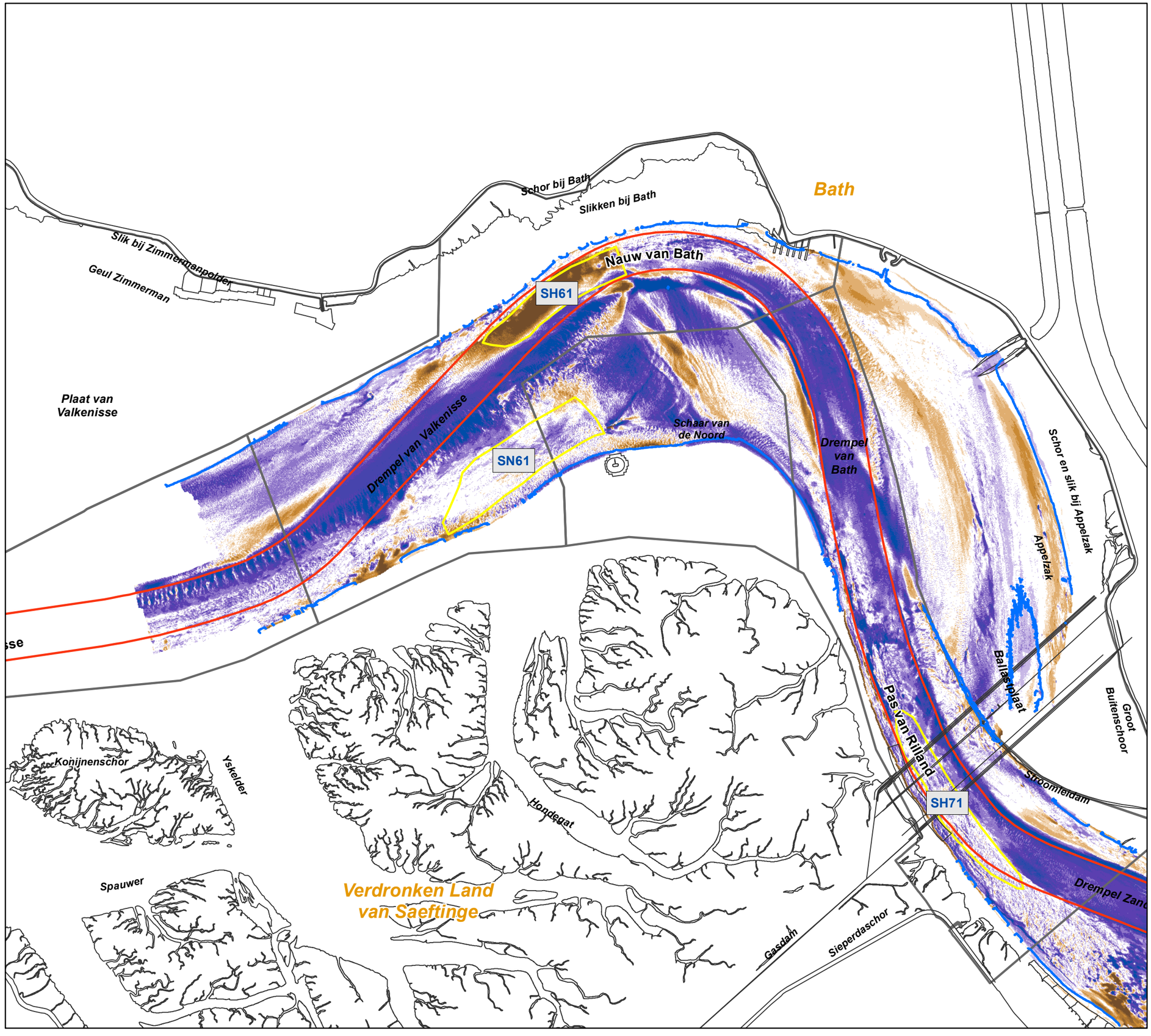
- < -26,00
- -25,99 - -24,00
- -23,99 - -22,00
- -21,99 - -20,00
- -19,99 - -18,00
- -17,99 - -16,00
- -15,99 - -14,00
- -13,99 - -12,00
- -11,99 - -10,00
- -9,99 - -8,00
- -7,99 - -6,00
- -5,99 - -4,00
- -3,99 - -2,00
- -1,99 - 0,00
- +0,01 - +2,00
- +2,01 - +4,00
- +4,01 - +6,00
- +6,01 - +8,00

RvB Stortzone
Vaargeul

Diepte in m [TAW]

N
W E
S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID
Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

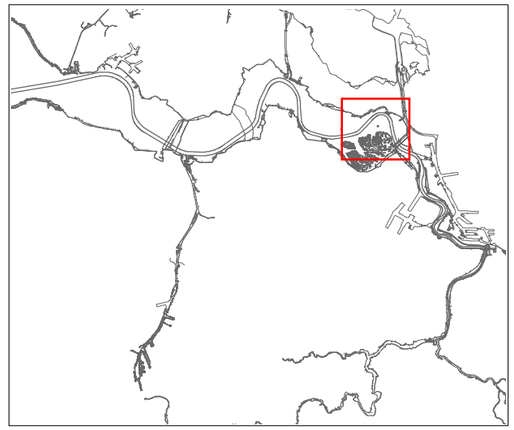
Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Verschilkaart 2013 - 2009 Beneden - Zeeschelde Bath - Saeftinge

11353_061_140627_V_BEZ2013-2009_S1 — Datum: 27/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 61



IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

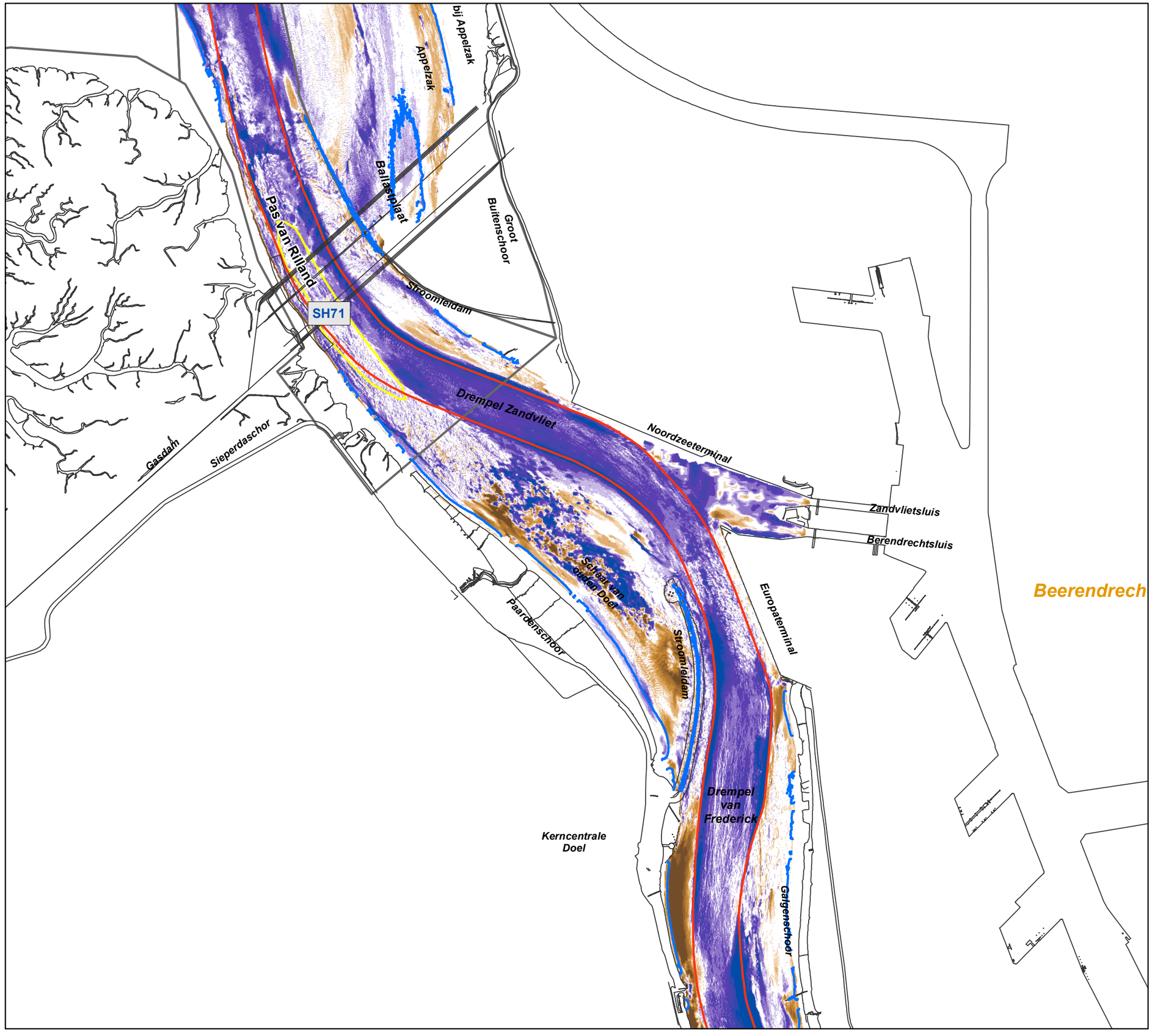
RvB Stortzone
Vaargeul
LW

verschil 2013 - 2009 (m)

> +2.51	verondieping
+2.01 - +2.50	
+1.51 - +2.00	
+1.01 - +1.50	
+0.51 - +1.00	
+0.25 - +0.50	
-0.25 - +0.25	
-0.49 - -0.25	verdieping
-0.99 - -0.50	
-1.49 - -1.00	
-1.99 - -1.50	
-2.49 - -2.00	
< -2.50	

N
W E
S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID

Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

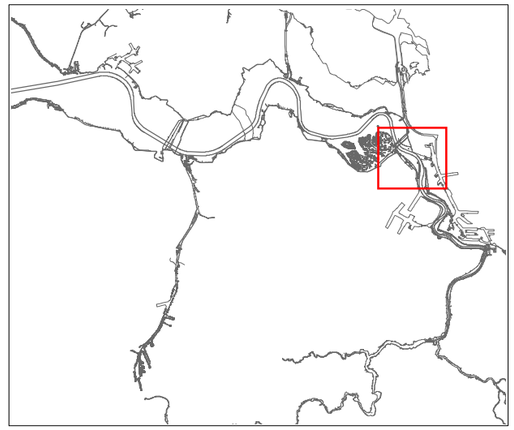
Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Verschilkaart 2013 - 2009 Beneden - Zeeschelde Saeftinge - Doel

11353_062_140627_V_BEZ2013-2009_S2 — Datum: 27/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 62



IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

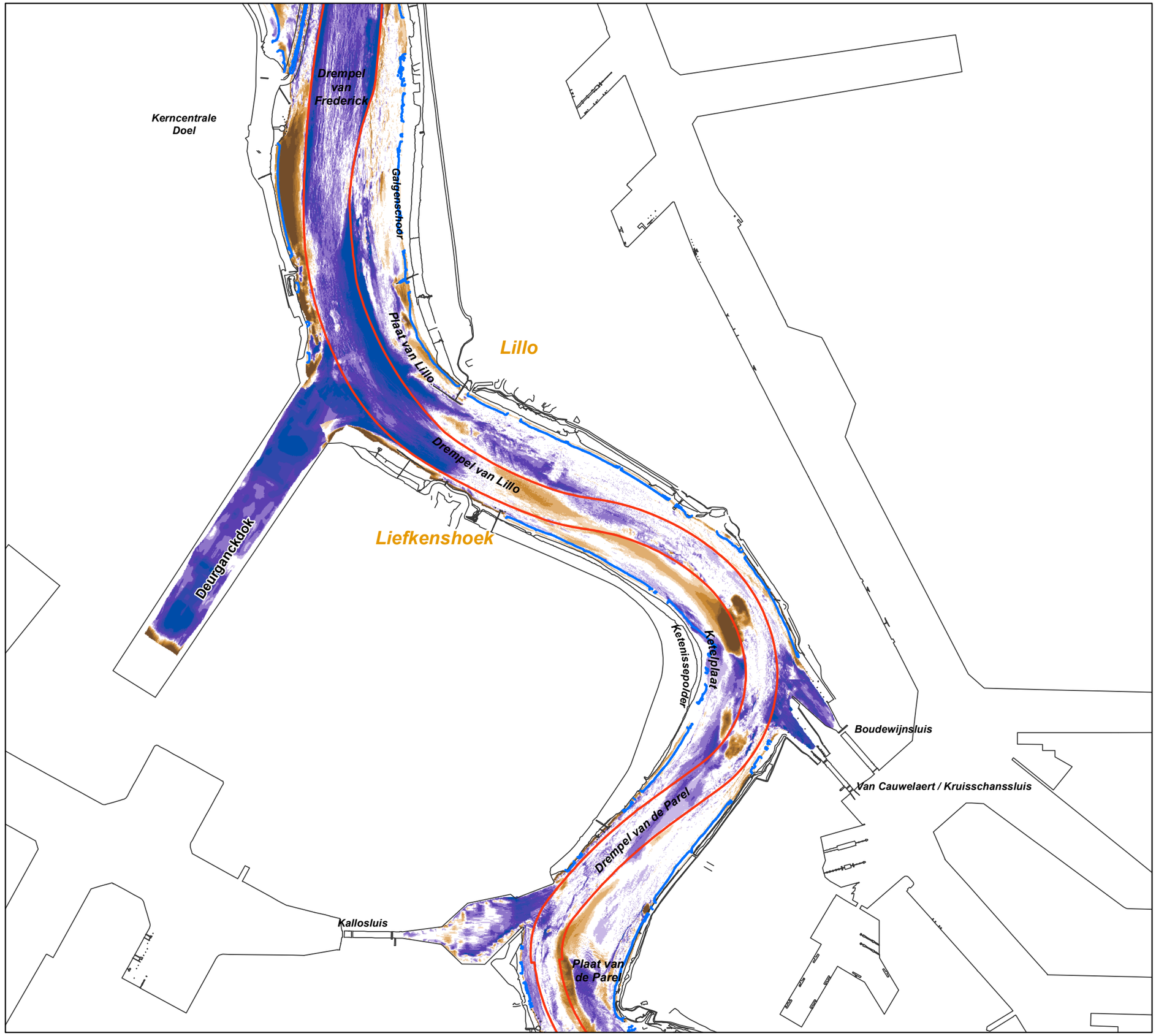
RvB Stortzone
LW
Vaargeul

verschil 2013 - 2009 (m)

> +2.51	verondieping
+2.01 - +2.50	
+1.51 - +2.00	
+1.01 - +1.50	
+0.51 - +1.00	
+0.25 - +0.50	
-0.25 - +0.25	
-0.49 - -0.25	verdieping
-0.99 - -0.50	
-1.49 - -1.00	
-1.99 - -1.50	
-2.49 - -2.00	
< -2.50	

N
W E
S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID
Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

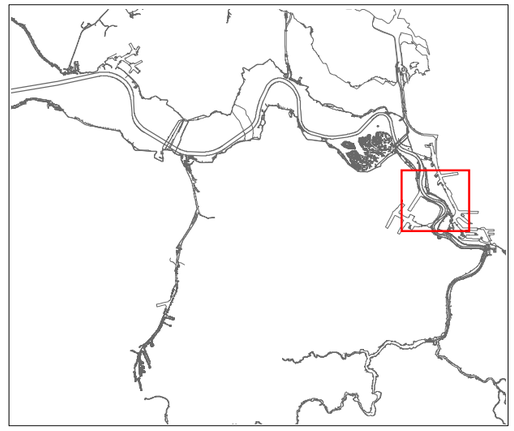
Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Verschilkaart 2013 - 2009
Beneden - Zeeschelde
Doel - Filip

11353_063_140627_V_BEZ2013-2009_S3 — Datum: 27/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 63



IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

RvB Stortzone
LW
Vaargeul

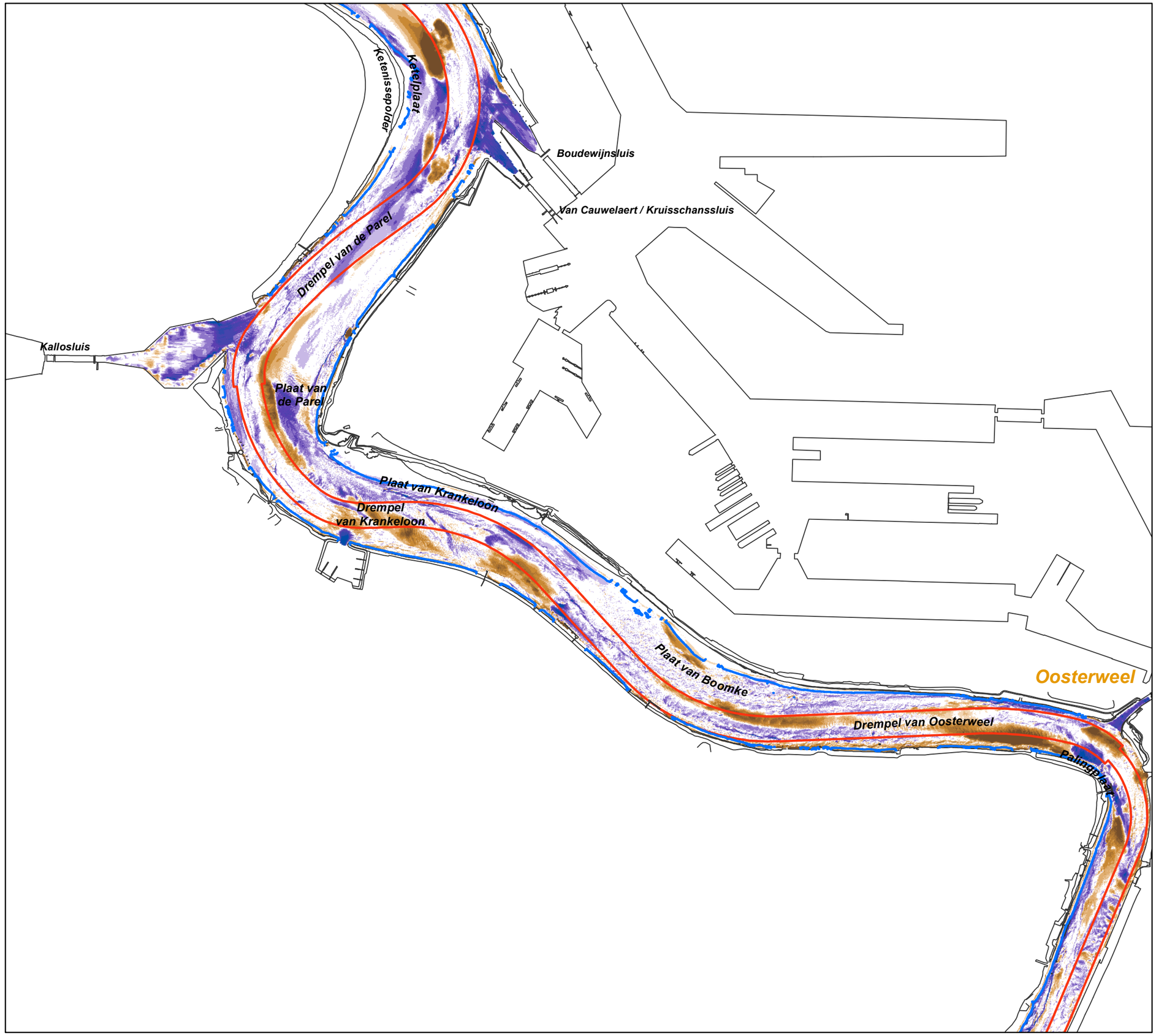
verschil 2013 - 2009 (m)

verondieping
- > +2.51
- +2.01 - +2.50
- +1.51 - +2.00
- +1.01 - +1.50
- +0.51 - +1.00
- +0.25 - +0.50
- -0.25 - +0.25

verdieping
- -0.49 - -0.25
- -0.99 - -0.50
- -1.49 - -1.00
- -1.99 - -1.50
- -2.49 - -2.00
- < -2.50

N
W
E
S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID

Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

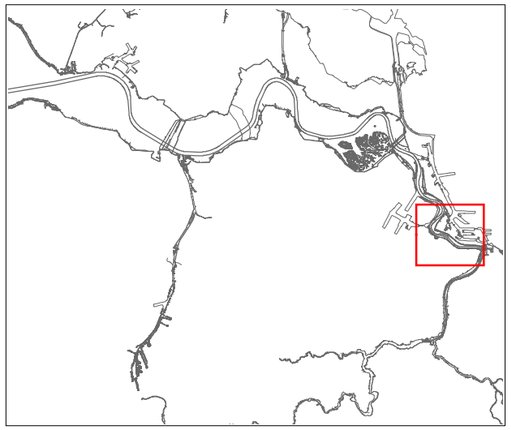
Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Verschilkaart 2013 - 2009 Beneden - Zeeschelde Filip - Oosterweel

11353_064_140627_V_BEZ2013-2009_S4 — Datum: 27/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 64



IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

RvB Stortzone
LW
Vaargeul

verschil 2013 - 2009 (m)

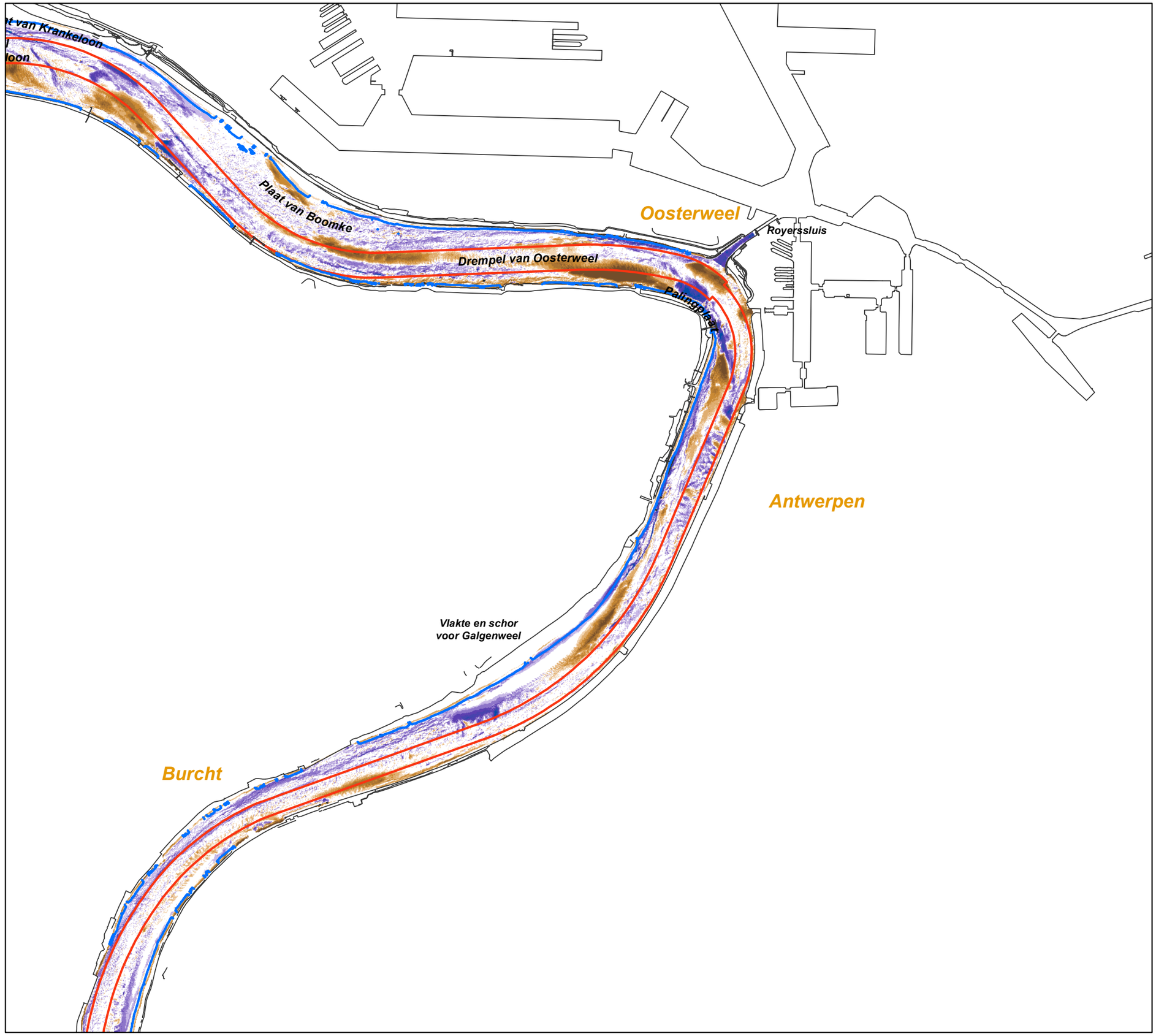
- > +2.51
- +2.01 - +2.50
- +1.51 - +2.00
- +1.01 - +1.50
- +0.51 - +1.00
- +0.25 - +0.50
- -0.25 - +0.25
- -0.49 - -0.25
- -0.99 - -0.50
- -1.49 - -1.00
- -1.99 - -1.50
- -2.49 - -2.00
- < -2.50

verondieping

verdieping

N
W
E
S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID
Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

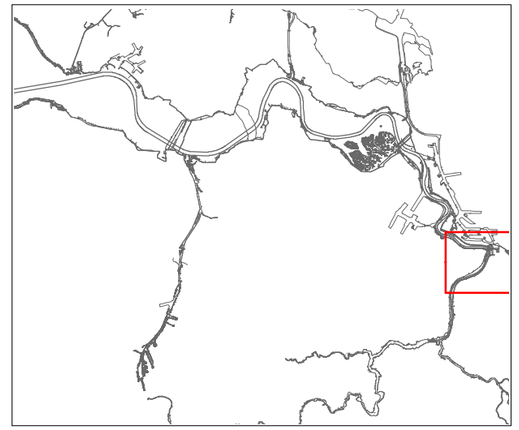
Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Verschilkaart 2013 - 2009
Beneden - Zeeschelde
Rede van Antwerpen

11353_065_140627_V_BEZ2013-2009_S5 — Datum: 27/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 65



IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

RvB Stortzone
Vaargeul
LW

verschil 2013 - 2009 (m)

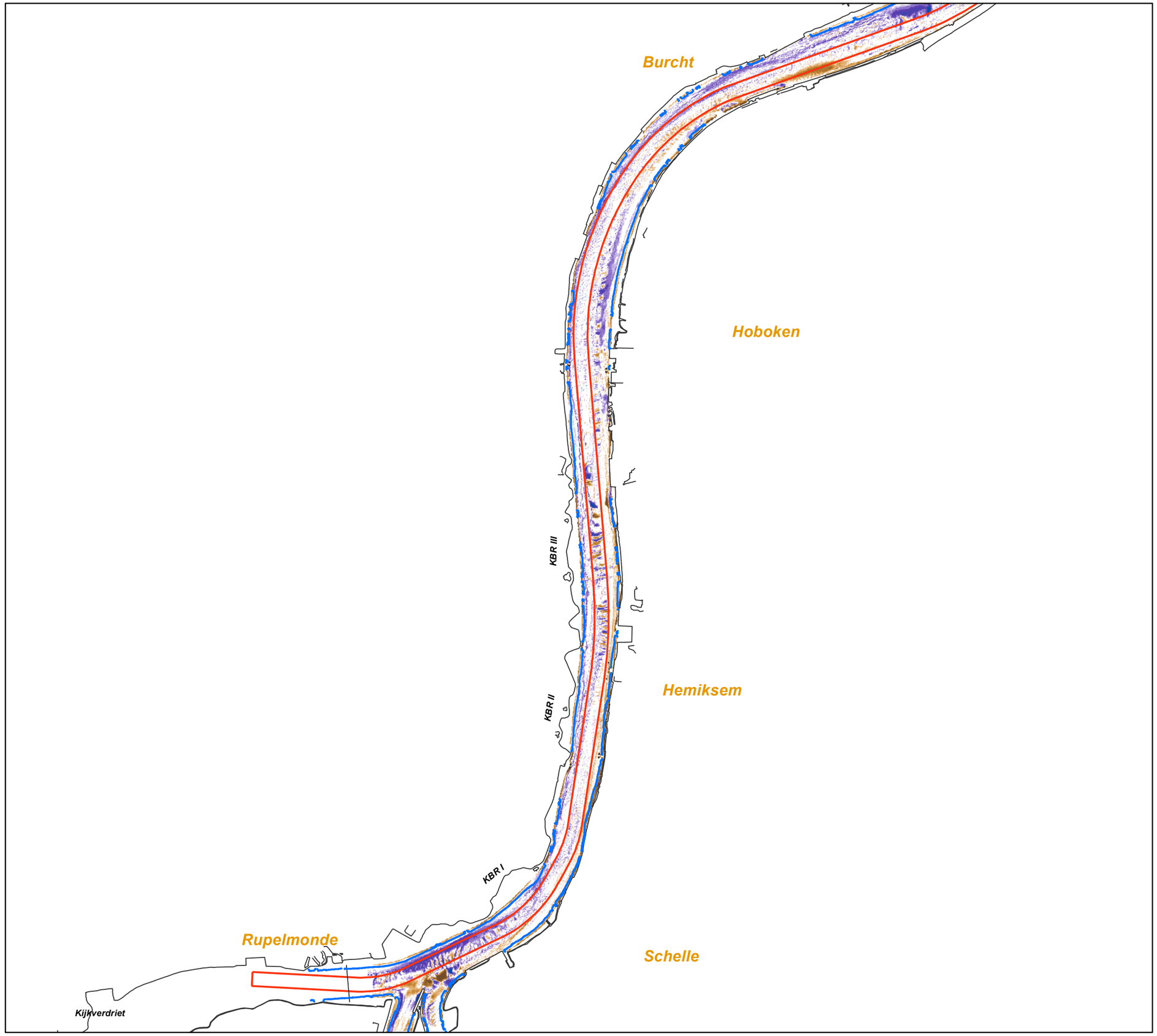
- > +2.51
- +2.01 - +2.50
- +1.51 - +2.00
- +1.01 - +1.50
- +0.51 - +1.00
- +0.25 - +0.50
- -0.25 - +0.25
- -0.49 - -0.25
- -0.99 - -0.50
- -1.49 - -1.00
- -1.99 - -1.50
- -2.49 - -2.00
- < -2.50

verondieping

verdieping

N
W
E
S

0 0,5 1 1,5 2 km



VLAAMSE OVERHEID
Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

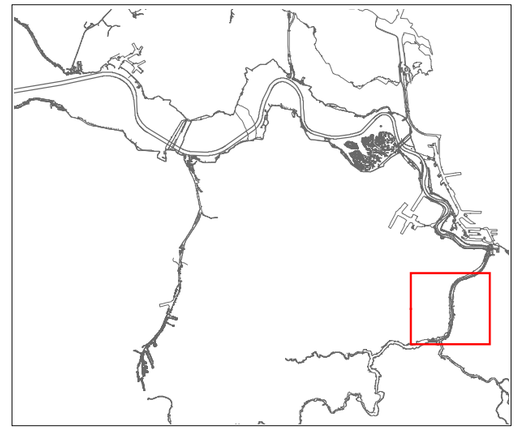
Morfologisch monitoringsprogramma plaatrandstortingen Westerschelde

deelopdracht 6 "flexibel storten"

Bestek nr. 16EF/2009/18

Verschilkaart 2013 - 2009
Beneden - Zeeschelde
Burcht - Rupelmonde

11353_066_140627_V_BEZ2013-2009_S6 — Datum: 27/06/2014
Rapport nr. 14.158 — Figuur 66



IMDC
International Marine & Dredging Consultants
Coveliersstraat 15
2600 Antwerpen
Tel +32 3 270 92 20
Fax +32 3 235 67 11
E-mail: info@imdc.be

Legende

RvB Stortzone
LW
Vaargeul

verschil 2013 - 2009 (m)

- > +2.51
- +2.01 - +2.50
- +1.51 - +2.00
- +1.01 - +1.50
- +0.51 - +1.00
- +0.25 - +0.50

verondieping

- -0.25 - +0.25

verdieping

- -0.49 - -0.25
- -0.99 - -0.50
- -1.49 - -1.00
- -1.99 - -1.50
- -2.49 - -2.00
- < -2.50

N
W
E
S

0 0,5 1 1,5 2 km