Vlaamse overheid
Departement Mobiliteit en Openbare Werken
Afdeling Maritieme Toegang

Monitoringprogramma Flexibel Storten

Voortgangsrapportage 2012-2013 : Analyserapport

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	Voortgangsrapportage 2012-2013 : Analyserapport
Project	Monitoringprogramma Flexibel Storten
Opdrachtgever	Vlaamse Overheid - Afdeling Maritieme Toegang
Besteknummer	16EF/2011/22
Documentref	I/RA/11353/14.158/DDP
Documentnaam	K:\PROJECTS\11\11353 - Monitorprogramma flexibel storten\10-Rap\Periode 2\DO6 Voortgangsrapport 2\RA14.158 - Voortgangsrapport 2 - Data\RA14158_11353_Voortgangsrapport Flexibel Storten 2013 - Datarapport.v4.0.docx

Revisies / Goedkeuring

Versie	Datum	Omschrijving	Auteurs	Nazicht	Goedgekeurd
1.0	17/10/2014	Conceptversie t.b.v. Overleg Flexibel Storten	Zie auteurslijst	Zie revisorenlijst	GVH
2.0	24/10/2014	Aanvulling Fauna Afsplitsing Bijlagen naar Bijlagenrapport	Zie auteurslijst	Zie revisorenlijst	GVH
3.0	05/10/2014	Verwerking opmerkingen Overleg Flexibel Storten	Zie auteurslijst	Zie revisorenlijst	GVH
4.0	27/05/2015	Verwerking advies Commissie Monitoring Westerschelde	Zie auteurslijst	DDP	GVH

Auteurs: Joris Santermans, Vincent Gruwez, Jonas De Winter, Thijs Lankriet, Sarah Van den Eede, Cleo Pandelaers, Davy Depreiter (IMDC)

Revisoren: Davy Depreiter, Gijsbert van Holland (IMDC), Floor Heinis (HWE), Patrick Meire (UA)

Verdeellijst

1 ex.	Analoog	Kirsten Beirinckx (Afd. Maritieme Toegang)
1 ex.	Digitaal	Kirsten Beirinckx (Afd. Maritieme Toegang)

Contactpersoon IMDC

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

Inhoudstafel

1. INLEIDING 1
1.1 DE OPDRACHT 1
1.2 ACHTERGROND 1
1.3 DOEL VAN DE VOORTGANGSRAPPORTAGE 2
1.4 OVERZICHT VAN DE VOORTGANGSRAPPORTAGE 3
1.5 OPBOUW VAN HET ANALYSERAPPORT 4
2. GEGEVENSOVERZICHT 5
2.1 INGREPEN 5
2.2 HYDRODYNAMIEK 5
2.3 MORFOLOGIE EN LEEFOMGEVING 10
2.3.1 Morfologie 10
2.3.2 Hoogte slikken en platen 10
2.3.3 Sedimentsamenstelling 11
2.3.4 Schorranderosie 11
2.3.5 Het watervolume in de nevengeul 11
2.3.6 Stabiliteit plaatrandstortingen 12
2.3.7 Ecotooparealen 12
2.3.8 Fysiotooparealen (Beneden-Zeeschelde) 13
2.4 FYSICOCHEMIE EN WATERKWALITEIT 14
2.5 FAUNA EN FLORA 16
2.6 OVERIGE GEGEVENS 17
2.6.1 Meteorologie 17
2.6.2 Rivierafvoer 17
3. INGREPEN 18
3.1 BAGGERWERKZAAMHEDEN WESTERSCHELDE 18
3.1.1 Baggeractiviteiten 18
3.1.2 Stortgegevens 22
3.1.3 Relatie bagger- en stortlocaties 26
3.2 BAGGERWERKZAAMHEDEN BENEDEN-ZEESCHELDE 26
3.2.1 Baggeractiviteiten 26
3.2.2 Stortgegevens 29
3.2.3 Relatie bagger- en stortlocaties 30
3.2.4 Compensatiemaatregelen 30
3.3 ZANDWINNING 31
3.3.1 Westerschelde 31

3.3.2 Beneden-Zeeschelde 32
3.4 HAVENSTORTINGEN (WESTERSCHELDE) 33
3.5 GEULWANDVERDEDIGING 35
3.6 HOOFDPUNTEN 35
4. HYDRODYNAMIEK 37
4.1 HOOG- EN LAAGWATERSTANDEN 37
4.1.1 Methodologie 37
4.1.2 Westerschelde 38
4.1.3 Beneden-Zeeschelde 45
4.1.4 Bespreking en conclusies 51
4.2 GETIJSLAG 51
4.2.1 Inleiding 51
4.2.2 Resultaten 52
4.2.3 Bespreking en conclusies 59
4.3 GOLVEN 59
4.3.1 Inleiding 59
4.3.2 Resultaten 60
4.3.3 Conclusies 61
4.4 STROOMSNELHEDEN 63
4.4.1 Plaatranden in de Westerschelde 63
4.4.2 Meetpunten in de Beneden-Zeeschelde 67
4.5 SAMENVATTING / CONCLUSIE HYDRODYNAMIEK 69
5. MORFOLOGIE EN LEEFOMGEVING 72
5.1 RECENTE MORFOLOGISCHE VERANDERINGEN 72
5.1.1 Westerschelde 72
5.1.2 Geulwandverdediging 85
5.1.3 Beneden-Zeeschelde 93
5.2 SLIKKEN EN PLATEN 99
5.2.1 Westerschelde 99
5.2.2 Beneden-Zeeschelde 144
5.3 INTEGRALE ANALYSE MEETPUNTEN 156
5.3.1 Hooge Platen West 158
5.3.2 Hooge Platen Noord 159
5.3.3 Plaat van Walsoorden 166
5.3.4 Rug van Baarland 170
5.3.5 Samenvatting 174
5.4 WATERVOLUME IN DE GEULEN 178

5.4.1 Maximaal toegelaten verandering 179
5.4.2 Ondergrens en waarschuwingsgrens 180
5.4.3 Kantelindex 180
5.4.4 Getijvolume 181
5.4.5 Toetsing 182
5.5 STABILITEIT VAN DE PLAATRANDSTORTINGEN 198
5.6 ECOTOOPAREALEN 209
5.6.1 Westerschelde 209
5.6.2 Beneden-Zeeschelde 221
5.7 SAMENVATTING / CONCLUSIE MORFOLOGIE EN LEEFOMGEVING 229
6. FYSICOCHEMIE EN WATERBODEMKWALITEIT 232
6.1 ZWEVENDE STOF 233
6.1.1 Westerschelde 233
6.1.2 Beneden-Zeeschelde 236
6.2 EUFOTISCHE DIEPTE 250
6.2.1 Westerschelde 250
6.2.2 Beneden-Zeeschelde 253
6.3 CHLOROFYLGEHALTE 257
6.3.1 Westerschelde 257
6.3.2 Beneden-Zeeschelde 262
6.4 CHLORIDEGEHALTE 270
6.4.1 Westerschelde 270
6.4.2 Beneden-Zeeschelde 276
6.5 CHEMISCHE KWALITEIT VAN DE WATERBODEM 283
6.6 SAMENVATTING / CONCLUSIE FYSICOCHEMIE EN WATERBODEMKWALITEIT 295
7. FAUNA 296
7.1 MACROZOÖBENTHOS 296
7.1.1 Inleiding 296
7.1.2 Data 298
7.1.3 Analyses 304
7.1.4 Discussie 328
7.1.5 Conclusies 330
7.2 VOGELS 331
7.2.1 Inleiding 331
7.2.2 Data 333
7.2.3 Niet-Broedvogels 337
7.2.4 Broedvogels 355

7.2.5 Conclusies 361
7.3 ZEEHONDEN 361
7.3.1 Inleiding 361
7.3.2 Data 363
7.3.3 Analyses 364
7.3.4 Discussie 373
7.3.5 Conclusies 376
8. RANDINFORMATIE 377
8.1 INLEIDING 377
8.2 METEOROLOGIE 377
8.3 RIVIERAFVOER 382
8.4 CONCLUSIE RANDINFORMATIE 386
9. REFERENTIES 387

Bijlagen

Opmerking: de bijlagen zijn gebundeld in een afzonderlijk document:

"Bijlagen bij de Voortgangsrapportage 2012-2013. I/RA/11353/14.158/DDP versie 3.0"

Lijst van tabellen

TABEL 2-1: OVERZICHT VAN DE DATABRONNEN VOOR DE JAARGEMIDDELDE WATERSTANDEN 7
TABEL 2-2: OVERZICHT VAN DE DATABRONNEN VOOR DE GOLFWERKING. 8
TABEL 2-3: OVERZICHT VAN DE DATABRONNEN VOOR DE STROOMSNELHEDEN AAN DE PLAATRANDEN IN DE WESTERSCHELDE. (* : DEZE PLAAT IS GEEN PLAATRANDSTORTLOCATIE) 9
TABEL 2-4: OVERZICHT VAN DE DATABRONNEN VOOR DE STROOMSNELHEDEN IN DE MEETPUNTEN IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE. 10
TABEL 2-5: ABIOTISCHE GRENZEN GEBRUIKT VOOR DE FYSIOTOPENINDELING EN BASIS VOOR DE ECOTOPENINDELLING (BRON: INBO, 2014B) 13
TABEL 2-6: OVERZICHT DATABRONNEN WESTERSCHELDE 14
TABEL 2-7: OVERZICHT DATABRONNEN BENEDEN-ZEESCHELDE 15
TABEL 2-8: OVERZICHT VAN DE DATABRONNEN VOOR HET DEBIET VAN DE BOVENAFVOER. 17
TABEL 3-1: UITGEVOERDE BAGGERHOEVEELHEDEN VOOR HET JAARLIJKS ONDERHOUD VAN DE WESTERSCHELDE [MM³ IN SITU] 19
TABEL 3-2: MAXIMAAL VERGUNDE STORTCAPACITEIT (MM³ IN SITU) VOOR DE EERSTE VIJF JAAR 22
TABEL 3-3: 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] 22

TABEL 3-4: GESTORTE VOLUMES IN DE NEVENGEULEN VAN DE WESTERSCHELDE PER VERGUNNINGSJAAR EN MAXIMAAL VERGUND VOLUME [M³ IN SITU] 23

TABEL 3-5: UITGEVOERDE BAGGERHOEVEELHEDEN VOOR HET JAARLIJKS ONDERHOUD VAN DE BENEDEN-ZEESCHELDE [M³ IN BEUN VOOR ZAND EN M³ V' VOOR SLIB].....27

TABEL 3-6: STORTHOEVEELHEDEN (ONVOLLEDIG; ZIE TEKST) VANUIT HAVENS IN DE WESTERSCHELDE TOT 2013 [MM³] (DATA: RWS ZEE EN DELTA).....34

TABEL 4-1: OVERZICHT VAN DE REGRESSIEPARAMETERS TREND T2009, GETIJPOSTEN WESTERSCHELDE. 39

TABEL 4-2: OVERZICHT VAN DE REGRESSIEPARAMETERS TREND T2009, GETIJPOSTEN BENEDEN-ZEESCHELDE. 45

TABEL 4-3: OVERZICHT VAN DE REGRESSIEPARAMETERS TREND T2009, JAARGEMIDDELDE GETIJSLAG. 53

TABEL 5-1: SEDIMENTATIE- EN EROSIENORM PER HOOGTEKLASSE 100

TABEL 5-2: VERKLARING VAN DE AANWEZIGE GEOMORFOLOGISCHE EENHEDEN.....157

TABEL 5-3: VERKLARING VAN GEBRUIKTE SYMBOLEN 174

TABEL 5-4: ANALYSE PARAMETERS VOOR HOOGE PLATEN IN DE PERIODE 2009-2013. 175

TABEL 5-5 ANALYSE PARAMETERS VOOR PLAAT VAN WALSOORDEN IN DE PERIODE 2009-2013. 176

TABEL 5-6 ANALYSE PARAMETERS VOOR RUG VAN BAARLAND IN DE PERIODE 2009-2013.....177

TABEL 5-7: RAAI PER MACROCEL WAAR HET GETIJVOLUME WORDT BEPAALD. 181

TABEL 5-8: GEWENSTE HOEVEELHEDEN SPECIE PER JAAR NA BEËINDIGEN STORTEN VERDIEPINGSSPECIE (STABILITEIT PLAATRANDSTORTING). 198

TABEL 5-9: SAMENVATTING VAN DE STABILITEIT VAN DE PLAATRANDSTORTINGEN OP HOOGE PLATEN WEST. VOLUMES IN M³. TOETSWAARDEN STAAN IN VET GEDRUKT. GROTE PEILINGEN WORDEN IN DE NUMMERING MET '-GP' AANGEDUID. 200

TABEL 5-10: SAMENVATTING VAN DE STABILITEIT VAN DE PLAATRANDSTORTINGEN OP HOOGE PLATEN NOORD. VOLUMES IN M³. TOETSWAARDEN STAAN IN VET GEDRUKT. 202

TABEL 5-11: SAMENVATTING VAN DE STABILITEIT VAN DE PLAATRANDSTORTINGEN OP DE PLAAT VAN WALSOORDEN. VOLUMES IN M³. TOETSWAARDEN STAAN IN VET GEDRUKT. 204

TABEL 5-12: SAMENVATTING VAN DE STABILITEIT VAN DE PLAATRANDSTORTINGEN OP DE RUG VAN BAARLAND. VOLUMES IN M³. TOETSWAARDEN STAAN IN VET GEDRUKT. 206

TABEL 5-13: TOETSWAARDEN STABILITEIT PLAATRANDSTORTINGEN. VOLUMES IN M³. 207

TABEL 5-14: ECOTOPEN TURNOVER IN DE PERIODE 2010-2012 VOOR DE WESTERSCHELDE (IN HA). 212

TABEL 5-15: SAMENVATTING WAARDEVOL LAAGDYNAMISCH AREAAL OP DE HOOGE PLATEN WEST (OPP. IN HA). 216

TABEL 5-16: EVOLUTIE WAARDEVOL LAAGDYNAMISCH AREAAL OP DE HOOGE PLATEN WEST (OPP. IN HA). 216

TABEL 5-17: SAMENVATTING WAARDEVOL LAAGDYNAMISCH AREAAL OP DE HOOGE PLATEN NOORD (OPP. IN HA). 217

TABEL 5-18: EVOLUTIE WAARDEVOL LAAGDYNAMISCH AREAAL OP DE HOOGE PLATEN NOORD (OPP. IN HA).....217

TABEL 5-19: SAMENVATTING WAARDEVOL LAAGDYNAMISCH AREAAL OP DE PLAAT VAN WALSOORDEN (OPP. IN HA). 218

TABEL 5-20: EVOLUTIE WAARDEVOL LAAGDYNAMISCH AREAAL OP DE PLAAT VAN WALSOORDEN (OPP. IN HA). 218

TABEL 5-21: SAMENVATTING WAARDEVOL LAAGDYNAMISCH AREAAL OP DE RUG VAN BAARLAND (OPP. IN HA). 219

TABEL 5-22: EVOLUTIE WAARDEVOL LAAGDYNAMISCH AREAAL OP DE RUG VAN BAARLAND (OPP. IN HA). 219

TABEL 5-23: EVOLUTIE VAN DE ECOTOPEN IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE TUSSEN 2010 EN 2012 (IN HA) (INBO, 2014A). 222

TABEL 5-24: OMZETTING VAN DE ECOTOPENAREALEN OP HET GROOT BUITENSCHOOR TUSSEN 2010 EN 2012 (IN M²). 223

TABEL 5-25: OMZETTING VAN DE ECOTOPENAREALEN OP HET PAARDESCHOOR TUSSEN 2010 EN 2012 (IN M²). 224

TABEL 5-26: OMZETTING VAN DE ECOTOPENAREALEN OP HET GALGENSCHOOR TUSSEN 2010 EN 2012 (IN M²). 225

TABEL 5-27: FYSIOTOPEN TURNOVER IN DE PERIODE 2010-2012 VOOR DE BENEDEN-ZEESCHELDE (IN HA). 226

TABEL 5-28: FYSIOTOPEN TURNOVER IN DE PERIODE 2010-2012 VOOR GROOT BUITENSCHOOR (IN HA). 227

TABEL 5-29: FYSIOTOPEN TURNOVER IN DE PERIODE 2010-2012 VOOR PAARDESCHOOR (IN HA). 227

TABEL 5-30: FYSIOTOPEN TURNOVER IN DE PERIODE 2010-2012 VOOR GALGENSCHOOR (IN HA). 228

TABEL 6-1: JAARGEMIDDELDE SUSPENSIEGEHALTES (IN MG/L) VOOR DE WESTERSCHELDE....233

TABEL 6-2: JAARGEMIDDELDE SUSPENSIEGEHALTES (IN MG/L) VOOR BENEDEN-ZEESCHELDE 236

TABEL 6-3: JAARGEMIDDELDES (OP BASIS VAN GECORRIGEERD TWEEDAGELIJKS GEMIDDELDE), STANDAARDAFWIJKING, 99STE PERCENTIELWAARDE, EN PERCENTAGE BOVEN DREMPELWAARDE 800 MG/L (OP BASIS VAN VOLLEDIGE DATASET) VAN DE CONTINUE METINGEN SUSPENSIEGEHALTE, IN MG/L 242

TABEL 6-4:JAARLIJKS GEMIDDELDE, STANDAARDAFWIJKING EN MINIMUM EUFOTISCHE DIEPTE (IN M) WESTERSCHELDE 2010-2014 251

TABEL 6-5: JAARLIJKS GEMIDDELDE, STANDAARDAFWIJKING EN MINIMUM EUFOTISCHE DIEPTE (IN M) BENEDEN-ZEESCHELDE 2009-2014. JAREN WAARIN VOOR EEN GEGEVEN MEETPUNT GEEN MEETWAARDEN BESCHIKBAAR WAREN ZIJN WEERGEGEVEN ALS LEGE VAKKEN. 253

TABEL 6-6: JAARGEMIDDELD CHLOROFYL A-GEHALTE WESTERSCHELDE 257

TABEL 6-7: JAARGEMIDDELD GEHALTE CHLOROFYL-A IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE....263

TABEL 6-8: JAARGEMIDDELDE CHLOROFYLGEHALTES UIT BODEMSTALEN OP DE SLIKKENGEBIEDEN GROOT BUITENSCHOOR EN BOERENSCHANS IN MG/M² 265

TABEL 6-9: JAARGEMIDDELDE CHLORIDEGEHALTES WESTERSCHELDE (PERIODIEKE METINGEN), IN MG/L....271

TABEL 6-10: JAARGEMIDDELDES PERIODIEKE METINGEN CHLORIDEGEHALTE (IN MG/L) 277

TABEL 6-11: NORMOVERSCHRIJDINGEN ORGANISCHE PARAMETERS IN DE BEZS (2002 T.E.M. 2013). EEN LEGE CEL WIL ZEGGEN DAT ER GEEN NORMEN OVERSCHREDEN ZIJN. DE RODE WAARDEN DUIDEN ER OP DAT DE CRITERIA MET MEER DAN 50 % WERD OVERSCHREDEN. (VMM 2002-2013A) (VMM, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009A, 2010, 2011, 2012, 2013A) 288

TABEL 6-12: EVOLUTIE KWALITEIT WS VOOR STORTING IN ZOUTE WATEREN (VMM, 2013B). 294

TABEL 7-1: AANTAL OBSERVATIES VAN KOKKELS (CERASTODERMA EDULE) IN DE VERSCHILLENDE ECOTOPEN TUSSEN 1992 EN 2013.....300

TABEL 7-2: AANTAL OBSERVATIES VAN HET NONNETJE (MACOMA BALTICA) IN DE VERSCHILLENDE ECOTOPEN TUSSEN 1992 EN 2013.....301

TABEL 7-3: ONVOLLEDIGE TELLINGEN VAN NIET-BROEDVOGELS IN DE WESTERSCHELDE TUSSEN JULI 2009 EN JUNI 2013 334

TABEL 7-4: TELPLAATSEN BROEDVOGELS PER DEELGEBIED VAN DE WESTERSCHELDE 335

TABEL 7-5: NIET-BROEDVOGELS EN BROEDVOGELS IN DE WESTERSCHELDE WAARVOOR EEN INSTANDHOUDINGSDOELSTELLING BESTAAT EN DIE AFHANKELIJK ZIJN VAN HET GEBIED (CONSORTIUM ARCADIS-TECHNUM, 2007D; MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN VAN NEDERLAND, 2014).....336

TABEL 7-6: 1 %-NORMEN VOOR DE RELEVANTE SOORTEN (VAN HTTP://WPE.WETLANDS.ORG/).....347

TABEL 7-7: 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/) 348

TABEL 7-8: AANTAL BROEDPAREN IN DE WESTERSCHELDE IN 2010, 2011, 2012 EN 2013.....355

TABEL 7-9: TRENDS IN AANTALLEN BROEDPAREN IN DE WESTERSCHELDE TUSSEN 2010 EN 2013 (INCLUSIEF SAEFTINGHE).GROEN: WESTERSCHELDE STREEFDOEL GEHAALD, ROOD: WESTERSCHELDE STREEFDOEL NIET GEHAALD. 359

TABEL 7-10: LIGPLAATSEN PER MACROCEL EN DEELGEBIED VAN DE WESTERSCHELDE (STRUCKER ET AL., 2011, 2012, 2013) 364

TABEL 7-11: TELLINGEN MWTL VAN DE GEWONE ZEEHOND, INCLUSIEF DE JONGEN (2008-2013; DE TELLING IN FEBRUARI 2012 WERD NIET UITGEVOERD).....364

TABEL 8-1: CORRELATIECOËFFICIËNT EN P-WAARDE VAN DE KRUISCORRELATIE TEST (PEARSON) TUSSEN DE JAARGEMIDDELDE RECHTE OPZET EN DE JAARGEMIDDELDE HW/LW RESIDUEN OP DE T2009 TREND TE VLISSINGEN. VERGELIJKING VAN DE CORRELATIECOËFFICIËNT EN P-WAARDE TUSSEN DE PERIODEN 1971-2009 EN 1971-2013. 379

TABEL 8-2: CORRELATIECOËFFICIËNT EN P-WAARDE VAN DE KRUISCORRELATIE TEST (PEARSON) TUSSEN HET JAARGEMIDDELDE DEBIET VAN DE BOVENAFVOER EN DE JAARGEMIDDELDE HW/LW RESIDUEN OP DE T2009 TREND TE SCHELLE. VERGELIJKING VAN DE CORRELATIECOËFFICIËNT EN P-WAARDE TUSSEN DE PERIODEN 1971-2009 EN 1971-2013.....382

Lijst van figuren

FIGUUR 2-1: LOCATIES VAN DE NEDERLANDSE GETIJMEETSTATIONS IN DE MET INDICATIE VAN DE STATIONS BESCHOUWD IN DIT RAPPORT (OMCIRKELD). 6

FIGUUR 2-2: LOCATIES VAN DE VLAAMSE GETIJ MEETSTATIONS IN DE ZEESCHELDE MET INDICATIE VAN DE STATIONS BESCHOUWD IN DIT RAPPORT (OMCIRKELD). 6

FIGUUR 2-3: MEETLOCATIES VAN DE GOLVEN LANGSHEEN DE WESTERSCHELDE. 8

FIGUUR 3-1: CUMULATIEF BAGGERVOLUME WESTERSCHELDE (AANLEG EN ONDERHOUD). 19

FIGUUR 3-2: BAGGERLOCATIES IN DE WESTERSCHELDE TUSSEN 1981 EN 2014 (TOT 01/06) 21

FIGUUR 3-3: STORTLOCATIES IN DE WESTERSCHELDE TUSSEN 1981 EN 2014 (TOT 01/06) 25

FIGUUR 3-4: BAGGERVOLUME EN –LOCATIE VAN SLIBRIJKE SPECIE IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE 28

FIGUUR 3-5:BAGGERVOLUME EN -LOCATIE VAN ZANDRIJKE SPECIE IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE 28

FIGUUR 3-6: STORTLOCATIES VOOR SLIBRIJKE SPECIE IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE TUSSEN 1981 EN 2014 (TOT 01/06) 29

FIGUUR 3-7: STORTLOCATIES VOOR ZANDRIJKE SPECIE IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE TUSSEN 1981 EN 2014 (TOT 01/06) 30

FIGUUR 3-8: OVERZICHT VAN DE HOEVEELHEID GEWONNEN ZAND IN DE WESTERSCHELDE TUSSEN 2009 EN 2013 PER ZANDWINNINGSVAK [M³] 31

FIGUUR 3-9: OVERZICHT VAN DE HOEVEELHEID GEWONNEN ZAND IN DE WESTERSCHELDE TUSSEN 2009 EN 2013 TOTAAL [M³] 32

FIGUUR 3-10: OVERZICHT VAN DE HOEVEELHEID GEWONNEN ZAND IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE (SCHAAR VAN OUDEN DOEL) TUSSEN 2009 EN 2013 TOTAAL [M³] 32

FIGUUR 4-1: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE HOOGWATERSTAND TE VLISSINGEN, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. 41

FIGUUR 4-2: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE LAAGWATERSTAND TE VLISSINGEN, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. 41

FIGUUR 4-3: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE HOOGWATERSTAND TE TERNEUZEN, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. 42

FIGUUR 4-4: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE LAAGWATERSTAND TE TERNEUZEN, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. 42

FIGUUR 4-5: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE HOOGWATERSTAND TE HANSWEERT, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. 43

FIGUUR 4-6: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE LAAGWATERSTAND TE HANSWEERT, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. 43

FIGUUR 4-7: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE HOOGWATERSTAND TE BATH, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. 44

FIGUUR 4-8: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE LAAGWATERSTAND TE BATH, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. 44

FIGUUR 4-9: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE HOOGWATERSTAND TE PROSPERPOLDER, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. 47

FIGUUR 4-10: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE LAAGWATERSTAND TE PROSPERPOLDER, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. 47

FIGUUR 4-11: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE HOOGWATERSTAND TE KALLOSLUIS, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. 48

FIGUUR 4-12: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE LAAGWATERSTAND TE KALLOSLUIS, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. 48

FIGUUR 4-13: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE HOOGWATERSTAND TE ANTWERPEN-LOODSGEBOUW, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. 49

FIGUUR 4-14: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE LAAGWATERSTAND TE ANTWERPEN-LOODSGEBOUW, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. 49

FIGUUR 4-15: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE HOOGWATERSTAND TE SCHELLE, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. 50

FIGUUR 4-16: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE LAAGWATERSTAND TE SCHELLE, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. 50

FIGUUR 4-17: 10-JARIG GEMIDDELDE GETIJSLAG VOOR OPEENVOLGENDE DECADEN TUSSEN 1901 EN 2010 (K. KUIJPER, 2012). 52

FIGUUR 4-18: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE GETIJSLAG TEN OPZICHTE VAN VLISSINGEN PER STATION IN HET ESTUARIUM (T.E.M. 2013) MET AANDUIDING VAN HET JAAR 2009 (GESTIPPELDE LIJN). 53

FIGUUR 4-19: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE GETIJSLAG IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE, TEN OPZICHTE VAN VLISSINGEN TUSSEN 2000-2009 (BOVEN) EN 2009-2013 (ONDER). 54

FIGUUR 4-20: ONTWIKKELING VAN DE ABSOLUTE GETIJSLAG TE VLISSINGEN. 55

FIGUUR 4-21: ONTWIKKELING VAN DE ABSOLUTE GETIJSLAG TE TERNEUZEN. 55

FIGUUR 4-22: ONTWIKKELING VAN DE ABSOLUTE GETIJSLAG TE HANSWEERT. 56

FIGUUR 4-23: ONTWIKKELING VAN DE ABSOLUTE GETIJSLAG TE BATH. 56

FIGUUR 4-24: ONTWIKKELING VAN DE ABSOLUTE GETIJSLAG TE PROSPERPOLDER (GEEN DATA TIJDENS 2001-2006). 57

FIGUUR 4-25: ONTWIKKELING VAN DE ABSOLUTE GETIJSLAG TE KALLOSLUIS. 57

FIGUUR 4-26: ONTWIKKELING VAN DE ABSOLUTE GETIJSLAG TE ANTWERPEN. 58

FIGUUR 4-27: ONTWIKKELING VAN DE ABSOLUTE GETIJSLAG TE SCHELLE. 58

FIGUUR 4-28: EMPIRISCHE CUMULATIEVE WAARSCHIJNLIJKHEIDSVERDELING VAN DE SIGNIFICANTE GOLFHOOGTE VAN DE VERSCHILLENDE MEETLOCATIES. 62

FIGUUR 4-29: EBSNELHEID T.O.V. GETIJDALING VOOR MEETPUNT 3 OP HOOGE PLATEN WEST. 64

FIGUUR 4-30: VLOEDSNELHEID T.O.V. GETIJRIJZING VOOR RAAI 4, MEETPUNT 3 VAN HOOGE PLATEN NOORD....65

FIGUUR 4-31:VLOEDSNELHEID T.O.V. GETIJRIJZING OP PUNT 1 (LINKS) EN PUNT 2 (RECHTS) VAN RAAI 1 OP DE PLAAT VAN WALSOORDEN. 66

FIGUUR 4-32: MAXIMALE EBSNELHEID TE OOSTERWEEL (BENEDEN-ZEESCHELDE), BOVENSTE MEETTOESTEL, VERSUS DE DALING IN WATERPEIL TE ANTWERPEN (VANLIERDE ET AL., 2014).....68

FIGUUR 4-33: MAXIMALE VLOEDSNELHEID TE OOSTERWEEL (BENEDEN-ZEESCHELDE), BOVENSTE MEETTOESTEL, VERSUS DE STIJGING IN WATERPEIL TE ANTWERPEN (VANLIERDE ET AL., 2014).....68

FIGUUR 5-1: VERSCHILKAART 2011-2012 (LINKS) EN 2012-2013 (RECHTS) TER HOOGTE VAN DE REDE VAN VLISSINGEN. 73

FIGUUR 5-2: VERSCHILKAART 2009-2013 TER HOOGTE VAN DE SCHAAR VAN DE SPIJKERPLAAT. 74

FIGUUR 5-3: VERSCHILKAART 2009-2013 TER HOOGTE VAN HET PLAATCOMPLEX HOOGE PLATEN - HOGE SPRINGER - LAGE SPRINGER - MOSSELPLAATJE. 76

FIGUUR 5-4: VERSCHILKAART 2009-2013 TER HOOGTE VAN DE MIDDELPLATEN.....77

FIGUUR 5-5: VERSCHILKAART 2009-2013 TER HOOGTE VAN HET MIDDELGAT. 79

FIGUUR 5-6: VERSCHILKAART 2009-2013 TER HOOGTE VAN DE PLAAT VAN WALSOORDEN.....81

FIGUUR 5-7: VERSCHILKAART 2009-2013 TER HOOGTE VAN HET NAUW VAN BATH.....82

FIGUUR 5-8: GENORMALISEERDE HYPSOMETRISCHE CURVES VAN MACROCELLEN 1 TEM 3 VOOR 2009 (STIPPELLIJN) EN 2013 (VOLLE LIJN).....84

FIGUUR 5-9: GENORMALISEERDE HYPSOMETRISCHE CURVES VAN MACROCELLEN 4 EN 5 VOOR 2009 (STIPPELLIJN) EN 2013 (VOLLE LIJN).....84

FIGUUR 5-10: GENORMALISEERDE HYPSOMETRISCHE CURVES VAN MACROCELLEN 6 EN 7 VOOR 2009 (STIPPELLIJN) EN 2013 (VOLLE LIJN).....85

FIGUUR 5-11: LOCATIES VAN GEULWANDVERDEDIGINGEN (BRON: SINKE, 2011).....86

FIGUUR 5-12: TUSSEN NOVEMBER 2012 EN APRIL 2013 HEEFT EEN AFSCHUIVING PLAATSGEVONDEN THV DE GEULWANDVERDEDIGING GAT VAN OSSENISSE II (BRON: SINKE, 2013).....87

FIGUUR 5-13: IN HET VOORJAAR VAN 2014 WERDEN BESTORTINGEN UITGEVOERD IN HET KADER VAN DE GEULWANDVERDEDIGING AAN HET GAT VAN OSSENISSE (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 2014A) 87

FIGUUR 5-14: RAAI 2900 GEDURENDE DE GEULWANDSUPPLETIE IN HET VOORJAAR VAN 2014 AAN DE OOSTZIJDE VAN HET GAT VAN OSSENISSE (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 2014A) 88

FIGUUR 5-15: RAAI 3800 GEDURENDE DE GEULWANDSUPPLETIE IN HET VOORJAAR VAN 2014 AAN DE WESTZIJDE VAN HET GAT VAN OSSENISSE (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 2014A) 88

FIGUUR 5-16: EROSIE VAN DE GESTORTE BAGGERSPECIE IN SH51 (BRON: SINKE, 2013). 89

FIGUUR 5-17: GECOMBINEERD PROFIEL VAN DE ONVERDEDIGDE (STIPPELLIJNEN) EN VERDEDIGDE (VOLLE LIJNEN) GEULWAND VAN VALKENISSE (BRON: SINKE, 2013). 90

FIGUUR 5-18: AFGLIJDING TER HOOGTE VAN DE AFWATERINGSGEUL VAN SAEFTINGE. DE GEUL MIGREERT CA. 100 M OOSTWAARTS (BRON: SINKE, 2013). GROENE KLEUREN GEVEN SEDIMENTATIE WEER; RODE KLEUREN EROSIE. 90

FIGUUR 5-19: DE AFGLIJDING VAN DE ONVERDEDIGDE GEULWAND BIJ BATH IN 2010 WERD TERUG OPGEVULD IN DE DAAROPVOLGENDE JAREN (BRON: SINKE, 2013). 91

FIGUUR 5-20: TEN NOORDEN VAN DE GEULWANDVERDEDIGING VAN SAEFTINGHE VINDT ZOWEL SEDIMENTATIE ALS VERDIEPING PLAATS (BRON: SINKE, 2013). 92

FIGUUR 5-21: VERSCHILKAART 2009-2013 TER HOOGTE VAN SCHAAR OUDEN DOEL 94

FIGUUR 5-22: VERSCHILKAART 2011-2012 (LINKS) EN 2012-2013 (RECHTS) TER HOOGTE VAN HET DEURGANCKDOK. 95

FIGUUR 5-23: VERSCHILKAART 2009-2013 TER HOOGTE VAN HET DEURGANCKDOK. 96

FIGUUR 5-24: VERSCHILKAART 2009-2013 TER HOOGTE VAN DE PLAAT VAN BOOMKE. 97

FIGUUR 5-25: VERSCHILKAART 2009-2013 TER HOOGTE VAN DE REDE VAN ANTWERPEN. 98

FIGUUR 5-26: VERSCHILKAART 2009-2013 TER HOOGTE VAN KBR I (LINKS) EN KBR III (RECHTS). 99

FIGUUR 5-27: SEDIMENTATIE / EROSIE IN DE RTK MEETPUNTEN VAN DE HOOGE PLATEN WEST VOOR HET 2DE KWARTAAL VAN 2014 (BRON: JENTINK, 2014A). 101

FIGUUR 5-28: RTK-RAAI 2070 AAN DE HOOGE PLATEN WEST (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 102

FIGUUR 5-29: PLAATRANDLODING 03050 AAN DE HOOGE PLATEN WEST (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 2014B) 103

FIGUUR 5-30: PLAATRANDLODING 03850 AAN DE HOOGE PLATEN WEST (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 2014B). ZWARTE CIRKEL GEEFT DE LOCATIE AAN VAN HET PLAATJE VAN BRESKENS. 103

FIGUUR 5-31: PLAATRANDLODING 03950 AAN DE HOOGE PLATEN WEST (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 2014B). ZWARTE CIRKEL GEEFT DE LOCATIE AAN VAN HET PLAATJE VAN BRESKENS. 104

FIGUUR 5-32: SEDIMENTATIE / EROSIE IN DE RTK MEETPUNTEN VAN DE HOOGE PLATEN NOORD VOOR HET 2DE KWARTAAL VAN 2014 (BRON: JENTINK, 2014B) 105

FIGUUR 5-33: RTK-RAAI 2080 AAN DE HOOGE PLATEN NOORD (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 108

FIGUUR 5-34: RTK-RAAI 2090 AAN DE HOOGE PLATEN NOORD (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 108

FIGUUR 5-35: PLAATRANDLODING 00200 AAN DE HOOGE PLATEN NOORD (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 2014C). 109

FIGUUR 5-36: PLAATRANDLODING 01000 AAN DE HOOGE PLATEN NOORD (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 2014C). 109

FIGUUR 5-37: PLAATRANDLODING 01400 AAN DE HOOGE PLATEN NOORD (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 2014C). 110

FIGUUR 5-38: PLAATRANDLODING 02000 AAN DE HOOGE PLATEN NOORD (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 2014C). 110

FIGUUR 5-39: PLAATRANDLODING 02800 AAN DE HOOGE PLATEN NOORD. (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 2014C). 111
FIGUUR 5-40: PLAATRANDLODING 03800 AAN DE HOOGE PLATEN NOORD (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 2014C). 111
FIGUUR 5-41: SEDIMENTATIE / EROSIE IN DE RTK MEETPUNTEN VAN DE PLAAT VAN WALSOORDEN VOOR HET 2DE KWARTAAL VAN 2014 (BRON: JENTINK, 2014C) 112
FIGUUR 5-42: RTK-RAAI 2555 AAN DE PLAAT VAN WALSOORDEN (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 114
FIGUUR 5-43: RTK-RAAI 2560 AAN DE PLAAT VAN WALSOORDEN (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 115
FIGUUR 5-44: RTK-RAAI 2590 AAN DE PLAAT VAN WALSOORDEN (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 115
FIGUUR 5-45: PLAATRANDLODING 00200 AAN DE PLAAT VAN WALSOORDEN (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 2014D). 116
FIGUUR 5-46: PLAATRANDLODING 01600 AAN DE PLAAT VAN WALSOORDEN (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 2014D). 116
FIGUUR 5-47: SEDIMENTATIE / EROSIE IN DE RTK MEETPUNTEN VAN DE RUG VAN BAARLAND VOOR HET 2DE KWARTAAL VAN 2014 (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 117
FIGUUR 5-48: RTK-RAAI 2410 AAN DE RUG VAN BAARLAND (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 119
FIGUUR 5-49: RTK-RAAI 2430 AAN DE RUG VAN BAARLAND (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 119
FIGUUR 5-50: RTK-RAAI 2415 AAN DE RUG VAN BAARLAND (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 120
FIGUUR 5-51: RTK-RAAI 2435 AAN DE RUG VAN BAARLAND (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 120
FIGUUR 5-52: PLAATRANDLODING 04000 AAN DE RUG VAN BAARLAND (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 2014E). 121
FIGUUR 5-53: PLAATRANDLODING 05800 AAN DE RUG VAN BAARLAND (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 2014E). 121
FIGUUR 5-54: VOORBEELDGRAFIEK VOOR KLIFGEGEVENS (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 124
FIGUUR 5-55: LIGGING PROFIELEN TER HOOGTE VAN HET LAND VAN SAEFTINGE (BRON: JENTINK ET AL., 2014)....125
FIGUUR 5-56: SCHOR-SLIKPROFIEL 2780 VAN LAND VAN SAEFTINGE (BRON: JENTINK ET AL, 2014)....126
FIGUUR 5-57: SCHOR-SLIKPROFIEL 2790 VAN LAND VAN SAEFTINGE (BRON: JENTINK ET AL, 2014)....126
FIGUUR 5-58: KLIFHOOGTE EN GEMIDDELDE AFSTAND ZONE +1,0 M NAP EN 0 M NAP VOOR PROFIEL 2790 VAN LAND VAN SAEFTINGE (BRON: JENTINK ET AL, 2014) 127
FIGUUR 5-59: LIGGING PROFIELEN TER HOOGTE VAN BATH (BRON: JENTINK ET AL., 2014)....127
FIGUUR 5-60: SCHOR-SLIKPROFIEL 2810 VAN BATH (BRON: JENTINK ET AL, 2014)....128
FIGUUR 5-61: SCHOR-SLIKPROFIEL 2840 VAN BATH (BRON: JENTINK ET AL, 2014)....129
FIGUUR 5-62: LIGGING PROFIELEN TER HOOGTE VAN WAARDE (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 129
FIGUUR 5-63: SCHOR-SLIKPROFIEL 2625 VAN WAARDE (BRON: JENTINK ET AL, 2014) 130
FIGUUR 5-64: SCHOR-SLIKPROFIEL 2650 VAN WAARDE (BRON: JENTINK ET AL, 2014) 131

FIGUUR 5-65: LIGGING PROFIEL TER HOOGTE VAN OSSENISSE (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 131
FIGUUR 5-66: SCHOR-SLIKPROFIEL 2390 VAN KNUITERSHOEK/OSSENISSE (BRON: JENTINK ET AL, 2014) 132
FIGUUR 5-67: LIGGING PROFIELEN TER HOOGTE VAN BIESELINGSE HAM (BRON: JENTINK ET AL., 2014)....133
FIGUUR 5-68: SCHOR-SLIKPROFIEL 2410 VAN BIESELINGSE HAM (BRON: JENTINK ET AL, 2014) 134
FIGUUR 5-69: LIGGING PROFIELEN TER HOOGTE VAN PLATEN VAN HULST (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 134
FIGUUR 5-70: SCHOR-SLIKPROFIEL 2370 VAN PLATEN VAN HULST (BRON: JENTINK ET AL, 2014) 135
FIGUUR 5-71: LIGGING PROFIELEN TER HOOGTE VAN BAARLAND (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 136
FIGUUR 5-72: SCHOR-SLIKPROFIEL 2300 VAN BAARLAND (BRON: JENTINK ET AL, 2014).....137
FIGUUR 5-73: SCHOR-SLIKPROFIEL 2310 VAN BAARLAND (BRON: JENTINK ET AL, 2014).....137
FIGUUR 5-74: LIGGING PROFIELEN TER HOOGTE VAN ZUIDGORS (BRON: JENTINK ET AL., 2014) 138
FIGUUR 5-75: SCHOR-SLIKPROFIEL 2210 VAN ZUIDGORS (BRON: JENTINK ET AL, 2014) 139
FIGUUR 5-76: KLIFHOOGTE EN GEMIDDELDE AFSTAND ZONE +1,5M NAP EN 0,5 M NAP VOOR PROFIEL 2210 VAN ZUIDGORS (BRON: JENTINK ET AL, 2014) 139
FIGUUR 5-77: SCHOR-SLIKPROFIEL 2250 VAN ZUIDGORS (BRON: JENTINK ET AL, 2014) 140
FIGUUR 5-78: LIGGING PROFIELEN TER HOOGTE VAN PAULINAPOLDER (BRON: JENTINK ET AL., 2014)....140
FIGUUR 5-79: SCHOR-SLIKPROFIEL 2130 VAN PAULINAPOLDER (BRON: JENTINK ET AL, 2014) 141
FIGUUR 5-80: KLIFHOOGTE EN GEMIDDELDE AFSTAND ZONE +1 M NAP EN 0 M NAP VOOR PROFIEL 2130 VAN PAULINAPOLDER (BRON: JENTINK ET AL, 2014).....142
FIGUUR 5-81: SCHOR-SLIKPROFIEL 2140 VAN PAULINAPOLDER (BRON: JENTINK ET AL, 2014) 142
FIGUUR 5-82: LIGGING PROFIELEN TER HOOGTE VAN RAMMEKENSHOEK (BRON: JENTINK ET AL., 2014)....143
FIGUUR 5-83: SCHOR-SLIKPROFIEL 2060 VAN RAMMEKENSHOEK (BRON: JENTINK ET AL, 2014) 144
FIGUUR 5-84: SITUERING VAN DE MONEOS-RAAIEN IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE (INBO, 2014A). 145
FIGUUR 5-85: SCHOR-SLIKPROFIEL GBSA OP GROOT BUITENSCHOOR (BRON: INBO, 2014B) 146
FIGUUR 5-86: SCHOR-SLIKPROFIEL GBSB OP GROOT BUITENSCHOOR (BRON: INBO, 2014B) 146
FIGUUR 5-87: SCHOR-SLIKPROFIEL GBSD OP GROOT BUITENSCHOOR (BRON: INBO, 2014B) 147
FIGUUR 5-88: VERDIEPING EN VERBREDING VAN DE LAAGST GELEGEN KREEK TUSSEN FEBRUARI 2012 EN 2014 (BRON: INBO, 2014B) 147

FIGUUR 5-89: SCHOR-SLIKPROFIEL ODA OP SCHOR OUDEN DOEL (BRON: INBO, 2014B).....148
FIGUUR 5-90: SCHOR-SLIKPROFIEL ODB OP SCHOR OUDEN DOEL (BRON: INBO, 2014B).....148
FIGUUR 5-91: SCHOR-SLIKPROFIEL DO OP PAARDESCHOR (BRON: INBO, 2014B) 149
FIGUUR 5-92: SCHOR-SLIKPROFIEL GSB OP GALGENSCHOOR (BRON: INBO, 2014B).....150
FIGUUR 5-93: SCHOR-SLIKPROFIEL GSA OP GALGENSCHOOR (BRON: INBO, 2014B).....150
FIGUUR 5-94: SCHOR-SLIKPROFIEL GSC OP GALGENSCHOOR (BRON: INBO, 2014B).....151
FIGUUR 5-95: SCHOR-SLIKPROFIEL GSD OP GALGENSCHOOR (BRON: INBO, 2014B).....151
FIGUUR 5-96: SCHOR-SLIKPROFIEL KPE OP KETENISSE (BRON: INBO, 2014B).....152
FIGUUR 5-97: SCHOR-SLIKPROFIEL KPB OP KETENISSE (BRON: INBO, 2014B).....152
FIGUUR 5-98: SCHOR-SLIKPROFIEL LH OP LILLO-HAVEN (BRON: INBO, 2014B).....153
FIGUUR 5-99: SCHOR-SLIKPROFIEL LP OP LILLO-POTPOLDER (BRON: INBO, 2014B). 154
FIGUUR 5-100 SCHOR-SLIKPROFIEL BOE OP BOERENSCHANS (BRON: INBO, 2014B).....154
FIGUUR 5-101: SCHOR-SLIKPROFIEL GW OP GALGENWEEL (BRON: INBO, 2014B). 155
FIGUUR 5-102: SCHOR-SLIKPROFIEL HO OP HOBOOKSE POLDER (BRON: INBO, 2014B). 156
FIGUUR 5-103: LIGGING VAN DE TWEE MEETPUNTEN OP HOOGE PLATEN WEST. 158
FIGUUR 5-104: LIGGING VAN DE TWEE MEETPUNTEN OP HOOGE PLATEN NOORD / OOSTELIJK.....159
FIGUUR 5-105: LIGGING VAN DE MEETPUNTEN OP HOOGE PLATEN NOORD / CENTRAAL. 160
FIGUUR 5-106: FRACTIE SEDIMENT FIJNER DAN 63µM OP MEETPUNT 909.....161
FIGUUR 5-107: HET CHLOROFYLGEHALTE IN MEETPUNT 911. 162
FIGUUR 5-108: HET CHLOROFYLGEHALTE IN MEETPUNT 913. 163
FIGUUR 5-109: LIGGING VAN DE ZES MEETPUNTEN OP HOOGE PLATEN NOORD / WESTELIJK. 164
FIGUUR 5-110: HET CHLOROFYLGEHALTE IN MEETPUNT 922. 165
FIGUUR 5-111: FRACTIE FIJNER DAN 63 µM OP MEETPUNT 923 166
FIGUUR 5-112: LIGGING VAN DE MEETPUNTEN OP PLAAT VAN WALSOORDEN. 166
FIGUUR 5-113: MEDIAAN KORRELDIAMETER OP MEETPUNT 504. 167
FIGUUR 5-114: HET CHLOROFYLGEHALTE IN MEETPUNT 507. 168
FIGUUR 5-115: HET CHLOROFYLGEHALTE IN MEETPUNT 513. 169
FIGUUR 5-116: MEDIAAN KORRELDIAMETER MEETPUNT 535.....170
FIGUUR 5-117: MEETPUNTEN OP DE RUG VAN BAARLAND / CENTRAAL-ZUIDELIJK (BOVENSTE RIJ) EN ZUIDELIJK (ONDERSTE RIJ). 170
FIGUUR 5-118: MEDIAAN KORRELDIAMETER MEETPUNT 801 171
FIGUUR 5-119: HET CHLOROFYLGEHALTE IN MEETPUNT 803. 172
FIGUUR 5-120: LIGGING VAN MEEPUNTEN OP RUG VAN BAARLAND / CENTRAAL-NOORDELIJK (ONDERSTE RIJ) EN NOORDELIJK (BOVENSTE RIJ). 173
FIGUUR 5-121: NETTO VOLUME VLOEDSCHAAR NEVENGEUL MACROCEL 1 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 183

FIGUUR 5-122: NETTO VOLUME EBSCHAAR HOOFDGEUL MACROCEL 1 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 183
FIGUUR 5-123: DE EVOLUTIE VAN DE KANTELINDEX VOOR MACROCEL 1 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 184
FIGUUR 5-124: GETIJVOLUMEVERDELING RAAI 9 IN MACROCEL 1 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 185
FIGUUR 5-125: NETTO VOLUME VLOEDSCHAAR NEVENGEUL MACROCEL 3 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 186
FIGUUR 5-126: NETTO VOLUME EBSCHAAR HOOFDGEUL MACROCEL 3 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 187
FIGUUR 5-127: DE EVOLUTIE VAN DE KANTELINDEX VOOR MACROCEL 3 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 187
FIGUUR 5-128: GETIJVOLUMEVERDELING RAAI 7 IN MACROCEL 3 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 188
FIGUUR 5-129: NETTO VOLUME EBSCHAAR NEVENGEUL MACROCEL 4 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 189
FIGUUR 5-130: NETTO VOLUME VLOEDSCHAAR HOOFDGEUL MACROCEL 4 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 190
FIGUUR 5-131: DE EVOLUTIE VAN DE KANTELINDEX VOOR MACROCEL 4 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 190
FIGUUR 5-132: GETIJVOLUMEVERDELING RAAI 6 IN MACROCEL 4 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 191
FIGUUR 5-133: NETTO VOLUME VLOEDSCHAAR NEVENGEUL MACROCEL 5 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 192
FIGUUR 5-134: GETIJVOLUMEVERDELING RAAI 5 EN 5A IN MACROCEL 5 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 193
FIGUUR 5-135: NETTO VOLUME VLOEDSCHAAR NEVENGEUL MACROCEL 6 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 194
FIGUUR 5-136: NETTO VOLUME EBSCHAAR HOOFDGEUL MACROCEL 6 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 195
FIGUUR 5-137: GETIJVOLUMEVERDELING RAAI 2 IN MACROCEL 6 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 196
FIGUUR 5-138: NETTO VOLUME VLOEDSCHAAR NEVENGEUL MACROCEL 7 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 197
FIGUUR 5-139: NETTO VOLUME EBSCHAAR HOOFDGEUL MACROCEL 7 (BRON: SCHRIJVER, 2014B) 198
FIGUUR 5-140: VERLOOP VAN HET DAGELIJKS EN CUMULATIEF VOLUME GESTORT MATERIAAL (M^3) EN HET VOLUMEVERSCHIL OP BASIS VAN DE PEILINGEN (TEN OPZICHT VAN DE BEGINSITUATIE) (M^3) VOOR DE STORTZONE HOOGE PLATEN WEST. 200
FIGUUR 5-141: VERLOOP VAN DE STABILITEIT (%) VAN HET GESTORTE VOLUME EN HET CUMULATIEF STORTVOLUME (M^3) VOOR DE STORTZONE HOOGE PLATEN WEST. 201
FIGUUR 5-142: VERLOOP VAN HET DAGELIJKS EN CUMULATIEF VOLUME GESTORT MATERIAAL EN HET VOLUMEVERSCHIL OP BASIS VAN DE PEILINGEN (TEN OPZICHT VAN DE BEGINSITUATIE) VOOR DE STORTZONE HOOGE PLATEN NOORD. 202

FIGUUR 5-143: VERLOOP VAN DE STABILITEIT (%) VAN HET GESTORTE VOLUME EN HET CUMULATIEF STORTVOLUME (M³) VOOR DE STORTZONE HOOGE PLATEN NOORD. 203

FIGUUR 5-144: VERLOOP VAN HET DAGELIJKS EN CUMULATIEF VOLUME GESTORT MATERIAAL EN HET VOLUMEVERSCHIL OP BASIS VAN DE PEILINGEN (TEN OPZICHT VAN DE BEGINSITUATIE) VOOR DE STORTZONE AAN DE PLAAT VAN WALSOORDEN. 204

FIGUUR 5-145: VERLOOP VAN DE STABILITEIT (%) VAN HET GESTORTE VOLUME EN HET CUMULATIEF STORTVOLUME (M³) VOOR DE STORTZONE AAN DE PLAAT VAN WALSOORDEN 205

FIGUUR 5-146: VERLOOP VAN HET DAGELIJKS EN CUMULATIEF VOLUME GESTORT MATERIAAL EN HET VOLUMEVERSCHIL OP BASIS VAN DE PEILINGEN (TEN OPZICHT VAN DE BEGINSITUATIE) VOOR DE COMPLETE STORTZONE AAN DE RUG VAN BAARLAND.....206

FIGUUR 5-147: VERLOOP VAN DE STABILITEIT (%) VAN HET GESTORTE VOLUME EN HET CUMULATIEF STORTVOLUME (M³) VOOR DE COMPLETE STORTZONE AAN DE RUG VAN BAARLAND 207

FIGUUR 5-148: GEWENSTE ONTWIKKELING LAAGDYNAMISCH GEBIED. T0 IS 12/02/10, T5 IS 12/02/15.....210

FIGUUR 5-149: AFBAKENING REKENPOLYGONEN LAAGDYNAMISCH GEBIED OP DE ECOTOPENKAART 2010 (BRON: IMDC, 2013A). 210

FIGUUR 5-150: ECOTOPENKAART 2010 (BOVEN) VERSUS 2012 (ONDER) TER HOOGTE VAN DE HOOGE PLATEN. 213

FIGUUR 5-151: ECOTOPENKAART 2010 (LINKS) VERSUS 2012 (RECHTS) TER HOOGTE VAN DE RUG VAN BAARLAND. 213

FIGUUR 5-152: ECOTOPENKAART 2010 (LINKS) VERSUS 2012 (RECHTS) TER HOOGTE VAN DE PLAAT VAN WALSOORDEN.LAAGDYNAMISCH AREAAL PLAATRANDEN.....214

FIGUUR 5-153: EVOLUTIE VAN HET LAAGDYNAMISCHE ECOTOOPAREAAL OP DE HOOGE PLATEN WEST 216

FIGUUR 5-154: EVOLUTIE VAN HET LAAGDYNAMISCHE ECOTOOPAREAAL OP DE HOOGE PLATEN NOORD 217

FIGUUR 5-155: EVOLUTIE VAN HET LAAGDYNAMISCHE ECOTOOPAREAAL OP DE PLAAT VAN WALSOORDEN 218

FIGUUR 5-156: EVOLUTIE VAN HET LAAGDYNAMISCHE ECOTOOPAREAAL OP DE RUG VAN BAARLAND 219

FIGUUR 5-157: EVOLUTIE VAN HET WAARGENOMEN LAAGDYNAMISCH AREAAL TOV 2010 (T0) VS DE VERWACHTE TOENAME OP DE PLAATRANDEN VOLGENS HET PROTOCOL FLEXIBEL STORTEN. 220

FIGUUR 6-1: JAARGEMIDDELD SUSPENSIEGEHALTE IN DE WESTERSCHELDE. FOUTBALKEN GEVEN HET 25STE EN 75STE PERCENTIEL WEER. 234

FIGUUR 6-2: PERIODIEKE METINGEN SUSPENSIEGEHALTE IN DE WESTERSCHELDE. 235

FIGUUR 6-3: JAARGEMIDDELDE VAN PERIODIEKE METINGEN SUSPENSIEGEHALTE IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE. FOUTBALKEN GEVEN HET 25STE EN 75STE PERCENTIEL WEER.....237

FIGUUR 6-4: PERIODIEKE METINGEN SUSPENSIEGEHALTE IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE. 239

FIGUUR 6-5: CONTINUE METINGEN SUSPENSIEGEHALTE OOSTERWEEL. BREDE ZWARTE LIJN GEEFT HET TWEEDAGELIJKS GEMIDDELDE WEER, RODE LIJN DE JAARLIJKSE 99STE PERCENTIELWAARDE. METINGEN IN BLAUW WERDEN GENOMEN MET HET SEAGUARD-500 TOESTEL. 243

FIGUUR 6-6: CONTINUE METINGEN SUSPENSIEGEHALTE OOSTERWEEL. DETAIL NOVEMBER-DECEMBER 2012 (SINTERKLAASSTORM). 244

FIGUUR 6-7: CONTINUE METINGEN SUSPENSIEGEHALTE BOEI 84. BREDE ZWARTE LIJN GEEFT HET TWEEDAGELIJKS GEMIDDELDE WEER, RODE LIJN DE JAARLIJKSE 99STE PERCENTIELWAARDE. METINGEN IN BLAUW WERDEN GENOMEN MET HET SEAGUARD-500 TOESTEL. 245

FIGUUR 6-8: CONTINUE METINGEN SUSPENSIEGEHALTE DRIEGOTEN. BREDE ZWARTE LIJN GEEFT HET TWEEDAGELIJKS GEMIDDELDE WEER, RODE LIJN DE JAARLIJKSE 99STE PERCENTIELWAARDE. METINGEN IN BLAUW WERDEN GENOMEN MET HET SEAGUARD-500 TOESTEL. 246

FIGUUR 6-9: VERTICALE CONCENTRATIEGRADIËNT IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE. 247

FIGUUR 6-10: TWEEDAAGSE GEMIDDELDEN VAN DE SSC EN LOPENDE (HALF)JAARLIJKSE GEMIDDELDEN VAN DE SSC, MET DE TOEVOEGING VAN DE STORTVOLUMES IN DE NABIJHEID VAN OOSTERWEEL (FIGUUR 4-2) EN MET AANDUIDING VAN BELANGRIJKE DATA VAN DE WERKEN AAN DEURGANCKDOK EN DE DERDE VERRUIMING. 248

FIGUUR 6-11: SEDIMENTCONCENTRATIE BIJ HALFTIJ-EB LANGSHEEN DE BENEDEN ZEESCHELDE (OVERGENOMEN VAN VANLIERDE ET AL., 2014). 249

FIGUUR 6-12: SEDIMENTCONCENTRATIE OOSTERWEEL (OVERGENOMEN VAN VANLIERDE ET AL., 2014). 249

FIGUUR 6-13: JAARGEMIDDELDE EUFOTISCHE DIEPTE IN DE WESTERSCHELDE. FOUTBALKEN GEVEN HET 25STE EN 75STE PERCENTIEL WEER. 251

FIGUUR 6-14: METINGEN EUFOTISCHE DIEPTE IN DE WESTERSCHELDE 252

FIGUUR 6-15: JAARGEMIDDELDE EUFOTISCHE DIEPTE BENEDEN-ZEESCHELDE. FOUTBALKEN GEVEN HET 25STE EN 75STE PERCENTIEL WEER. 254

FIGUUR 6-16: METINGEN EUFOTISCHE DIEPTE IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE 256

FIGUUR 6-17: JAARGEMIDDELDE CHLOROFYL-A GEHALTE DIEPTE IN DE WESTERSCHELDE. FOUTBALKEN GEVEN HET 25STE EN 75STE PERCENTIEL WEER. 258

FIGUUR 6-18: METINGEN CHLOROFYL A-GEHALTE IN OPPERVLAKTEWATER, WESTERSCHELDE 261

FIGUUR 6-19: CHLOROFYL-A GEHALTE IN DE WESTERSCHELDE GEMETEN M.B.V. BODEMSTALEN 262

FIGUUR 6-20: CHLOROFYL-A GEHALTE IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE 264

FIGUUR 6-21: JAARGEMIDDELDE CHLOROFYLGEHALTES UIT BODEMSTALEN OP DE SLIKKENGEBIEDEN GROOT BUITENSCHOOR EN BOERENSCHANS 266

FIGUUR 6-22: PERIODIEKE METINGEN CHLOROFYL A-GEHALTE OP GROOT BUITENSCHOOR 268

FIGUUR 6-23: PERIODIEKE METINGEN CHLOROFYL A-GEHALTE OP BOERENSCHANS 269

FIGUUR 6-24:JAARGEMIDDELDE CHLORIDEGEHALTES IN DE WESTERSCHELDE. FOUTBALKEN GEVEN HET 25STE EN 75STE PERCENTIEL WEER. 271

FIGUUR 6-25: CHLORIDEGEHALTE IN 2013 T.O.V. IN 2011 IN DE WESTERSCHELDE. 272

FIGUUR 6-26: PERIODIEKE METINGEN CHLORIDEGEHALTE WESTERSCHELDE. 273

FIGUUR 6-27: CONTINUE METINGEN CHLORIDEGEHALTE WESTERSCHELDE. GRIJZE LIJN: CONTINUE METINGEN. ZWARTE LIJN: TWEEDAGELIJKS GEMIDDELDE. 275

FIGUUR 6-28: JAARGEMIDDELDE CHLORIDEGEHALTE BENEDEN-ZEESCHELDE. FOUTBALKEN GEVEN HET 25STE EN 75STE PERCENTIEL WEER. 278

FIGUUR 6-29: AFNAME IN CHLORIDEGEHALTE OP DE BENEDEN-ZEESCHELDE TUSSEN 2011 EN 2012. 279
FIGUUR 6-30: PERIODIEKE METINGEN CHLORIDEGEHALTE BENEDEN-ZEESCHELDE. 280
FIGUUR 6-31: SITUERING BEMONSTERINGSPLAATSEN VMM IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE (VMM, 2013A). 284
FIGUUR 6-32: SITUERING BEMONSTERINGSPLAATSEN VMM IN DE WS (VMM, 2013B). 291
FIGUUR 7-1: BENTHOSSOORTEN (BRON: WIKIMEDIA COMMONS) 297
FIGUUR 7-2: MONSTERNAMEPUNTEN SCHELPDIERENSURVEY IN WESTELIJK GEBIED WESTERSCHELDE. 298
FIGUUR 7-3: MONSTERNAMEPUNTEN SCHELPDIERENSURVEY IN MIDDENGEBIED WESTERSCHELDE. 299
FIGUUR 7-4: MONSTERNAMEPUNTEN SCHELPDIERENSURVEY IN OOSTELIJK GEBIED WESTERSCHELDE. 299
FIGUUR 7-5: STAALNAMELOCATIES MWTL 2012 IN WESTELIJK GEBIED WESTERSCHELDE (ZONE 'ZOUT') 302
FIGUUR 7-6: STAALNAMELOCATIES MWTL 2012 IN MIDDENGEBIED WESTERSCHELDE (ZONE 'ZOUT') 303
FIGUUR 7-7: STAALNAMELOCATIES MWTL 2012 IN OOSTELIJK GEBIED WESTERSCHELDE (ZONE 'BRAK') 303
FIGUUR 7-8:TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE DENSITEIT VAN CERASTODERMA EDULE (BLAUW) EN MACOMA BALTICA (ORANJE) IN DE **WESTERSCHELDE** TUSSEN 1992 EN 2013. 306
FIGUUR 7-9: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE BIOMASSA VAN CERASTODERMA EDULE (BLAUW) EN MACOMA BALTICE (ORANJE) IN DE **WESTERSCHELDE** TUSSEN 1992 EN 2013. 306
FIGUUR 7-10: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE MEDIAAN VAN DE DENSITEIT (BLAUW) EN DE BIOMASSA (ORANJE) VAN **CERASTODERMA EDULE** IN HET **LAAG- EN HOOGDYNAMISCH LITORAAL** IN DE **ZOUTE ZONE** TUSSEN 1991 EN 2013. DE DATA ZIJN PER 3 JAAR GEGROEPEERD. 307
FIGUUR 7-11: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE MEDIAAN VAN DE DENSITEIT (BLAUW) EN DE BIOMASSA (ORANJE) VAN **CERASTODERMA EDULE** IN HET **HOOGDYNAMISCH SUBLITORAAL** IN DE **ZOUTE ZONE** TUSSEN 1991 EN 2013. DE DATA IS PER 3 JAAR GEGROEPEERD. 308
FIGUUR 7-12: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE MEDIAAN VAN DE DENSITEIT (BLAUW) EN DE BIOMASSA (ORANJE) VAN **MACOMA BALTICA** IN **HET LAAG- EN HOOGDYNAMISCH LITORAAL** IN DE **ZOUTE ZONE** TUSSEN 1991 EN 2013. DE DATA IS PER 3 JAAR GEGROEPEERD. 309
FIGUUR 7-13: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE MEDIAAN VAN DE DENSITEIT (BLAUW) EN DE BIOMASSA (ORANJE) VAN **MACOMA BALTICA** IN HET **LAAGDYNAMISCH LITORAAL EN HET HOOGDYNAMISCH SUBLITORAAL** IN DE **ZOUTE ZONE** TUSSEN 1991 EN 2013. DE DATA IS PER 3 JAAR GEGROEPEERD. 310
FIGUUR 7-14: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE MEDIANE DENSITEIT (BLAUW) EN DE BIOMASSA (ORANJE) VAN **CERASTODERMA EDULE** IN HET LAAG- EN HOOGDYNAMISCH LITORAAL IN **RUG VAN BAARLAND** TUSSEN 1992 EN 2013. DE DATA IS PER 3 JAAR SAMENGENOMEN. 311

FIGUUR 7-15: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE MEDIAAN VAN DE DENSITEIT (BLAUW) EN DE BIOMASSA (ORANJE) VAN **CERASTODERMA EDULE** IN HET LAAGDYNAMISCH LITORAAL IN **HOOGE PLATEN NOORD** TUSSEN 1992 EN 2013. DE DATA IS PER 3 JAAR SAMENGENOMEN. 312

FIGUUR 7-16: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE MEDIANE DENSITEIT (BLAUW) EN DE BIOMASSA (ORANJE) VAN **MACOMA BALTICA** IN HET LAAGDYNAMISCH LITORAAL IN **HOOGE PLATEN NOORD** (HPN) EN **RUG VAN BAARLAND** (RVB) TUSSEN 1992 EN 2013. DE DATA IS PER 3 JAAR SAMENGENOMEN. 313

FIGUUR 7-17: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE MEDIANE DENSITEIT (BLAUW) EN DE BIOMASSA (ORANJE) VAN **MACOMA BALTICA** IN HET HOOGDYNAMISCH LITORAAL IN **RUG VAN BAARLAND** (RVB) EN **HOOGE PLATEN WEST** TUSSEN 1992 EN 2013. DE DATA IS PER 3 JAAR SAMENGENOMEN. 314

FIGUUR 7-18: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE GEMIDDELDE BENTHOSDENSITEIT EN – BIOMASSA IN HET LAAGDYNAMISCH LITORAAL IN DE WESTERSCHELDE (ZONE 'BRAK' OF 'ZOUT') TUSSEN 1992 EN 2012. 315

FIGUUR 7-19: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE GEMIDDELDE BENTHOSDENSITEIT EN – BIOMASSA IN HET HOOGDYNAMISCH LITORAAL IN DE WESTERSCHELDE (ZONE 'BRAK' OF 'ZOUT') TUSSEN 1992 EN 2012. 316

FIGUUR 7-20: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE GEMIDDELDE BENTHOSDENSITEIT EN – BIOMASSA IN HET HOOGDYNAMISCH SUBLITORAAL IN DE WESTERSCHELDE (ZONE 'BRAK' OF 'ZOUT') TUSSEN 1992 EN 2012. 317

FIGUUR 7-21: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE GEMIDDELDE BENTHOSDENSITEIT EN – BIOMASSA IN HET LAAGDYNAMISCH SUBLITORAAL IN DE WESTERSCHELDE (ZONE 'BRAK' OF 'ZOUT') TUSSEN 1992 EN 2012. 318

FIGUUR 7-22: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE DENSITEIT AAN EXOTEN IN DE WESTERSCHELDE TUSSEN 1992 EN 2012....319

FIGUUR 7-23: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE BIOMASSA AAN EXOTEN IN DE WESTERSCHELDE TUSSEN 1992 EN 2012....319

FIGUUR 7-24: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE MEDIAAN VAN DE BIOMASSA EN DE DENSITEIT PER DIERGROEP IN HET LAAGDYNAMISCH LITORAAL – ZOUTE ZONE 321

FIGUUR 7-25: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE MEDIAAN VAN DE BIOMASSA EN DE DENSITEIT PER DIERGROEP IN HET HOOGDYNAMISCH LITORAAL – ZOUTE ZONE 322

FIGUUR 7-26: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE MEDIAAN VAN DE BIOMASSA EN DE DENSITEIT PER DIERGROEP IN HET LAAGDYNAMISCH LITORAAL – BRAKKE ZONE 323

FIGUUR 7-27: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE MEDIAAN VAN DE BIOMASSA EN DE DENSITEIT PER DIERGROEP IN HET HOOGDYNAMISCH LITORAAL – BRAKKE ZONE 324

FIGUUR 7-28: VERGELIJKING VAN DE TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE MEDIAAN VAN DE BIOMASSA EN DE DENSITEIT VAN CERASTODERMA EDULE TUSSEN MWTL DATA (LINKS) EN DE WOT SCHELPDIERDATA (RECHTS)....326

FIGUUR 7-29: VERGELIJKING VAN DE TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE MEDIAAN VAN DE BIOMASSA EN DE DENSITEIT VAN MACOMA BALTICA TUSSEN MWTL DATA (LINKS) EN DE WOT SCHELPDIERDATA (RECHTS)....327

FIGUUR 7-30: (NIET) OPGEVIST KOKKELVLEES IN DE WESTERSCHELDE SINDS 1990 328

FIGUUR 7-31: TURELUUR (LINKS; © ANDREAS TREPTE, WWW.PHOTO-NATUR.DE), ZWARTE RUITER (MIDDEN LINKS), GROENPOOTRUITER (MIDDEN RECHTS) EN VISDIEF (RECHTS; © ANDREAS TREPTE, WWW.PHOTO-NATUR.DE (BRON: WIKIMEDIA COMMONS) 332

FIGUUR 7-32: EVOLUTIE VAN DE SEIZOENSGEMIDDELDES VAN DE BENTHIVORE VOGELS IN DE WESTERSCHELDE TUSSEN 1987 EN 2013.....338

FIGUUR 7-33: EVOLUTIE VAN DE SEIZOENSGEMIDDELDES VAN DE HERBIVORE VOGELS EN DE OMNIVORE VOGELS IN DE WESTERSCHELDE EN VAN DE VOGELS DIE MINDER AFHANKELIJK ZIJN VAN DE WESTERSCHELDE TUSSEN 1987 EN 2013.....339

FIGUUR 7-34: AANTAL INDIVIDUEN VAN DE BENTHIVORE NIET-BROEDVOGELS IN DE WESTERSCHELDE PER MAAND TUSSEN JULI 2009 EN JUNI 2013.....341

FIGUUR 7-35: AANTAL INDIVIDUEN VAN DE BENTHIVORE NIET-BROEDVOGELS IN DE WESTERSCHELDE PER MAAND TUSSEN JULI 2009 EN JUNI 2013 (VERVOLG) 342

FIGUUR 7-36: AANTAL INDIVIDUEN VAN DE BENTHIVORE NIET-BROEDVOGELS IN DE WESTERSCHELDE PER MAAND TUSSEN JULI 2009 EN JUNI 2013.....343

FIGUUR 7-37: AANTAL INDIVIDUEN VAN DE HERBIVORE NIET-BROEDVOGELS IN DE WESTERSCHELDE PER MAAND TUSSEN JULI 2009 EN JUNI 2013.....344

FIGUUR 7-38: AANTAL INDIVIDUEN VAN DE OMNIVORE NIET-BROEDVOGELS IN DE WESTERSCHELDE PER MAAND TUSSEN JULI 2009 EN JUNI 2013.....345

FIGUUR 7-39: AANTAL INDIVIDUEN VAN DE NIET-BROEDVOGELS DIE MINDER AFHANKELIJK ZIJN VAN DE WESTERSCHELDE PER MAAND TUSSEN JULI 2009 EN JUNI 2013 346

FIGUUR 7-40: RUIMTELIJK VOORKOMEN VAN BENTHIVORE SOORTEN IN DE WESTERSCHELDE IN HET SEIZOEN 2012-2013.....350

FIGUUR 7-41: RUIMTELIJK VOORKOMEN VAN BENTHIVORE SOORTEN IN DE WESTERSCHELDE IN HET SEIZOEN 2012-2013.....351

FIGUUR 7-42: RUIMTELIJK VOORKOMEN VAN HERBIVORE SOORTEN IN DE WESTERSCHELDE IN HET SEIZOEN 2012-2013.....352

FIGUUR 7-43: RUIMTELIJK VOORKOMEN VAN OMNIVORE SOORTEN (SLOBEEND, STEENLOPER, WINTERTALING) EN SOORTEN DIE SOMS IN GROTE GETALE VOORKOMEN IN DE WESTERSCHELDE MAAR ER MINDER AFHANKELIJK VAN ZIJN (FUUT, KLEINE ZILVERREIGER, LEPELAAR EN MIDDELSTE ZAAGBEK) IN HET SEIZOEN 2012-2013.....353

FIGUUR 7-44: AANTAL BROEDPAREN BONTBEKPLEVIER, DWERGSTERN, GROTE STERN EN KLUUT, STRANDPLEVIER EN VISDIEF IN 2011, 2012 EN 2013 IN DE DRIE DEELGEBIEDEN IN DE WESTERSCHELDE.....356

FIGUUR 7-45: AANTAL BROEDPAREN STRANDPLEVIER, VISDIEF EN ZWARTKOPMEEUW IN 2011, 2012 EN 2013 IN DE DRIE DEELGEBIEDEN IN DE WESTERSCHELDE 357

FIGUUR 7-46: AANTAL BROEDPAREN VISDIEF IN 2011, 2012 EN 2013 IN DE BELANGRIJKSTE KOLONIES IN DE WESTERSCHELDE. 358

FIGUUR 7-47: TREND IN DE POPULATIE VISDIEVEN OP VERSCHILLENDE LOCATIES IN NEDERLAND (WORTELBOER, 2010).....360

FIGUUR 7-48: GEWONE ZEEHOND (LINKS) EN GRIJZE ZEEHOND (RECHTS) (BRON: WIKIMEDIA COMMONS).....362

FIGUUR 7-49: TEMPORELE EVOLUTIE VAN HET AANTAL GEWONE ZEEHONDEN, INCLUSIEF DE JONGEN, IN DE WESTERSCHELDE TUSSEN JULI 2008 EN JULI 2013.....365

FIGUUR 7-50: SPATIOTEMPORELE EVOLUTIE HET AANTAL VOLWASSEN GEWONE ZEEHONDEN IN DE WESTERSCHELDE (W: WEST; M: MIDDEN; O: OOST) TUSSEN JULI 2009 EN JULI 2013.....366

FIGUUR 7-51: SPATIOTEMPORELE EVOLUTIE VAN HET AANTAL JONGE GEWONE ZEEHONDEN IN DE WESTERSCHELDE (W: WEST; M: MIDDEN; O: OOST) TUSSEN JULI 2009 EN JULI 2013 367

FIGUUR 7-52: SPATIOTEMPORELE EVOLUTIE VAN HET AANTAL GEWONE ZEEHONDEN IN DE MAAND AUGUSTUS IN DE WESTERSCHELDE (W: WEST; M: MIDDEN; O: OOST) TUSSEN 2009 EN 2012 368

FIGUUR 7-53: SPATIOTEMPORELE EVOLUTIE VAN HET AANTAL VOLWASSEN GRIJZE ZEEHONDEN IN DE WESTERSCHELDE (W: WEST; M: MIDDEN; O: OOST) TUSSEN JULI 2009 EN JULI 2013.....370

FIGUUR 7-54: SPATIOTEMPORELE EVOLUTIE VAN HET AANTAL VOLWASSEN GEWONE ZEEHONDEN IN DE WESTERSCHELDE (W: WEST; M: MIDDEN; O: OOST) IN DE ZOMERMAANDEN VAN 2009, 2010, 2011 EN 2013 371

FIGUUR 7-55: SPATIOTEMPORELE EVOLUTIE VAN HET AANTAL GEWONE ZEEHONDEN IN DE MAAND AUGUSTUS IN DE WESTERSCHELDE (W: WEST; M: MIDDEN; O: OOST) TUSSEN 2010 EN 2013 372

FIGUUR 7-56: SPATIOTEMPORELE EVOLUTIE VAN HET AANTAL JONGE GEWONE ZEEHONDEN IN DE WESTERSCHELDE (W: WEST; M: MIDDEN; O: OOST) IN DE ZOMERMAANDEN VAN 2009, 2010, 2011 EN 2013.....372

FIGUUR 7-57: SPATIOTEMPORELE EVOLUTIE VAN HET AANTAL VOLWASSEN GRIJZE ZEEHONDEN IN DE WESTERSCHELDE (W: WEST; M: MIDDEN; O: OOST) IN DE ZOMERMAANDEN VAN 2009, 2010, 2011 EN 2013 373

FIGUUR 7-58: TRENDANALYSE VAN HET AANTAL ZEEHONDEN IN DE WESTERSCHELDE IN DE MAAND AUGUSTUS (1995-2010) (P<0.05) (BRON: T2009 CONSORTIUM, 2013) 374

FIGUUR 7-59: EVOLUTIE VAN DE GEWONE EN GRIJZE ZEEHOND POPULATIES IN NEDERLAND TUSSEN 1960 EN 2013 (BRON: IMARES (WUR); DELTA PROJECTMANAGEMENT IN OPDRACHT VAN RWS/ PROVINCIE ZEELAND) 375

FIGUUR 8-1: METEOROLOGISCHE GEGEVENS PER JAAR VOLGENS KMI TE UKKEL: JAARLIJKS TOTALE NEERSLAG. 377

FIGUUR 8-2: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE OPZET TE VLISSINGEN (1971 – 2013). 378

FIGUUR 8-3: KRUISCORRELATIE TUSSEN DE JAARGEMIDDELDE RECHTE OPZET EN DE HW/LW RESIDUEN OP DE T2009 TREND TE VLISSINGEN. INDICATIE VAN DE 2010-2013 PUNTEN (KRUISJES). **BOVEN:** HW RESIDUEN OP DE T2009 TREND. **ONDER:** LW RESIDUEN OP DE T2009 TREND. 380

FIGUUR 8-4: JAARGEMIDDELDE HW RESIDUEN OP DE T2009 TREND TE VLISSINGEN VERGELEKEN MET DE RESIDUEN WAARUIT DE INVLOED VAN DE OPZET IS GEFILTERD OP BASIS VAN HET LINEAIR VERBAND TUSSEN RESIDUEN EN OPZET TIJDENS 1971-2009. 381

FIGUUR 8-5: JAARGEMIDDELDE LW RESIDUEN OP DE T2009 TREND TE VLISSINGEN VERGELEKEN MET DE RESIDUEN WAARUIT DE INVLOED VAN DE OPZET IS GEFILTERD OP BASIS VAN HET LINEAIR VERBAND TUSSEN RESIDUEN EN OPZET TIJDENS 1971-2009. 381

FIGUUR 8-6: JAARGEMIDDELD BOVENAFVOERDEBIET VAN DE SCHELDE TE MELLE. 383

FIGUUR 8-7: JAARGEMIDDELD BOVENAFVOERDEBIET VAN DE SCHELDE TE SCHELLE.....383

FIGUUR 8-8: JAARGEMIDDELD BOVENAFVOERDEBIET VAN DE SPUISLUIS TE BATH. 384

FIGUUR 8-9: KRUISCORRELATIE TUSSEN DE HW/LW RESIDUEN OP DE T2009 TREND EN HET BOVENAFVOERDEBIET VAN DE SCHELDE TE SCHELLE. INDICATIE VAN DE 2010-2013 PUNTEN (KRUISJES). BOVEN: HW RESIDUEN OP DE T2009 TREND. ONDER: LW RESIDUEN OP DE T2009 TREND. 385

Lijst van afkortingen en acronymen

AMT	Afdeling Maritieme Toegang
CMW	Commissie Monitoring Westerschelde
HPN	Hooge Platen Noord
HPW	Hooge Platen West
PWA	Plaat van Walsoorden
RVB	Rug van Baarland
RWS	Rijkswaterstaat
WL	Waterbouwkundig Laboratorium

1. INLEIDING

Het inleidend hoofdstuk verschaft achtergrond over de opdracht waarin het voorliggend rapport kadert. De aanpak van de Voortgangsrapportage Flexibel Storten en de structuur van het rapport wordt toegelicht.

1.1 DE OPDRACHT

De opmaak van het Voortgangsrapport 2012-2013 wordt uitgevoerd door IMDC NV in samenwerking met HWE en UA onder deelopdracht 6 van de opdracht 'Monitoringprogramma Flexibel Storten' in opdracht van afdeling Maritieme Toegang van de Vlaamse Overheid (bestek nummer 16EF/2011/22).

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, om dit doel te bereiken, in 2010 gerealiseerd. De eerste verdieping 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 m³ aanlegbaggerwerk, (zoals de verwachting vooropgesteld in het milieu-effectrapport; Consortium Arcadis-Technum, 2007a) gevolgd door 11,7 miljoen m³ 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 dat, op basis van monitoring, de stortstrategie wordt aangepast 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 & Plancke, 2008), met uitbreiding van de vogel- en zeehondentellingen voor de Westerschelde voor wat betreft de Natuurbeschermings-vergunning. Het MONEOS-T Uitvoeringsplan 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 van de stortstrategie 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 realiseren, werd binnen de werkgroep Onderzoek en Monitoring van de VNSC het Overleg Flexibel Storten opgericht als overlegplatform waaraan deskundigen van verschillende instanties deelnemen met als doel de monitoringgegevens vanuit de ecosysteemmonitoring 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 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 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 analyse van zeehondentellingen, vogeltellingen en voor het eerst ook benthosgegevens voor de Westerschelde. De genoemde gegevens en de analyse ervan laten toe een evaluatie van de effecten van het project van de derde verruiming van de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde te maken en deze effecten af te toetsen tegen wat in het MER als verwachting werd geformuleerd.

De voortgangsrapportage bestaat uit twee deelrapporten. Om een goede leesbaarheid van de voortgangsrapportage te verzekeren, is gekozen om de uitgebreide analyse af te scheiden van een syntheserapport waarin resultaten op beknopte wijze worden besproken, en via een integrale discussie de evaluatie van de monitoring wordt belicht.

Voorliggend rapport vormt het analyserapport. Het rapport bevat een weergave, beschrijving en analyse van de verschillende parameters die in de Voortgangsrapportage dienen behandeld te worden. De bijlagen van het rapport zijn om wille van de omvang afzonderlijk gebundeld.

Het tweede rapport, het syntheserapport, is een verhandeling waarin waarnemingen en analyseresultaten samengevat, en vervolgens 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) en de verwachtingen van het MER, wordt voor de verschillende parameters geëvalueerd of de toestand (significant) beïnvloed of gewijzigd is en of dit veroorzaakt kan zijn door het proces van flexibel storten of de 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.

De Commissie Monitoring Westerschelde heeft na lezing en bespreking van het eindconceptrapport (versie 3.0) een aantal opmerkingen en adviezen geformuleerd (CMW rapport d.d. 4/02/2015), wat heeft geleid tot het voorliggend, definitieve Voortgangsrapport (versie 4.0).

1.5 OPBOUW VAN HET ANALYSERAPPORT

Het tweede hoofdstuk dat volgt op dit inleidende hoofdstuk, geeft een overzicht van de geanalyseerde gegevens in het kader van de voortgangsrapportage. Het verdere rapport is ingedeeld per thema:

- Hoofdstuk 3 behandelt de uitgevoerde ingrepen in de periode 2010-2013 (en een deel van 2014) in de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde:
- In hoofdstuk 4 worden hydrodynamische parameters behandeld: ontwikkeling van hoog- en laagwaterstanden, getijslag, getijvolume, golven en stroomsnelheden;
- In hoofdstuk 5 worden de morfologische aspecten en habitateigenschappen besproken, m.n. de grootschalige bathymetrische veranderingen, de ontwikkeling van slikken en platen, het watervolume in de geulen (Westerschelde), de stabiliteit van de plaatrandstortingen in de Westerschelde, en de fysiotoop- en ecotooparealen en veranderingen hierin;
- Hoofdstuk 6 gaat verder in op fysicochemische parameters alsook de chemische kwaliteit van de waterbodem;
- In hoofdstuk 7 komen fauna en flora aan bod: vogel- en zeehondentellingen alsook gegevens over macrobenthos;
- In hoofdstuk 8 worden enkele randgegevens vermeld, zijnde meteorologische aspecten en bovenafvoeren.

Achteraan zijn referenties toegevoegd. De bijlagen zijn afzonderlijk gebundeld.

Voor samenvattingen en bijkomende discussies wordt naar het bijhorende Syntheserapport van deze tweede Voortgangsrapportage verwezen.

2. GEGEVENSOVERZICHT

In dit hoofdstuk wordt een beknopt overzicht gegeven van de aangeleverde en geanalyseerde data.

De monitoringgegevens worden over het algemeen verzameld, beheerd en herverdeeld door het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ). Het VLIZ heeft dan ook een belangrijke rol gespeeld bij de dataverstrekking in het kader van de huidige studie.

Alle gegevens werden gevalideerd door de dataleverende instanties.

2.1 INGREPEN

De gegevens inzake bagger- en stortactiviteiten worden bijgehouden door afdeling Maritieme Toegang in het Bagger Informatie Systeem (BIS) en zijn voor deze opdracht aangeleverd in Excel formaat. Deze dataset staat gekend als Moneos fiche S-MD-V-007b_Ingreepgegevens_baggerhoeveelheden.

Daarnaast zijn baggergegevens aangeleverd

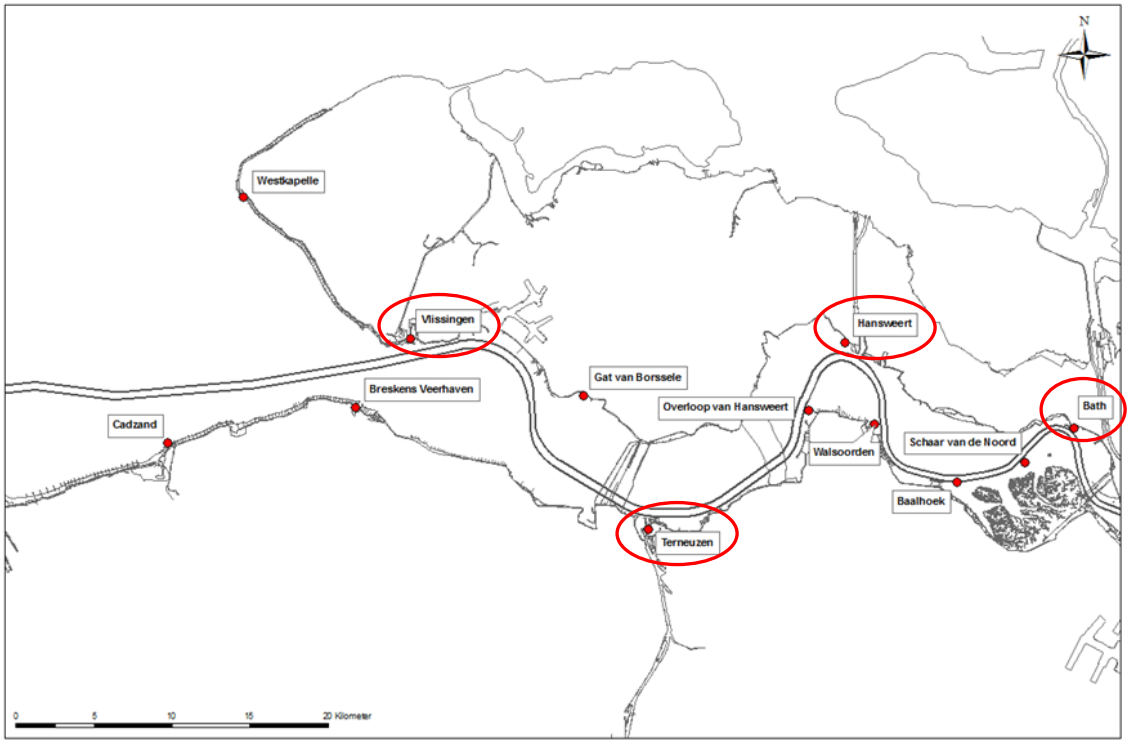
- vanuit Rijkswaterstaat inzake havenstortingen voor de periode 2008-2013
- vanuit Rijkswaterstaat een overzicht van de zandwinningsgegevens voor de periode 2000-2013
- vanuit afdeling Maritieme Toegang een overzicht van de zandwinning in de Beneden-Zeeschelde

Een rapport inzake de monitoring van de geulwanden in de Westerschelde (Sinke, 2013) werd ook ter beschikking gesteld.

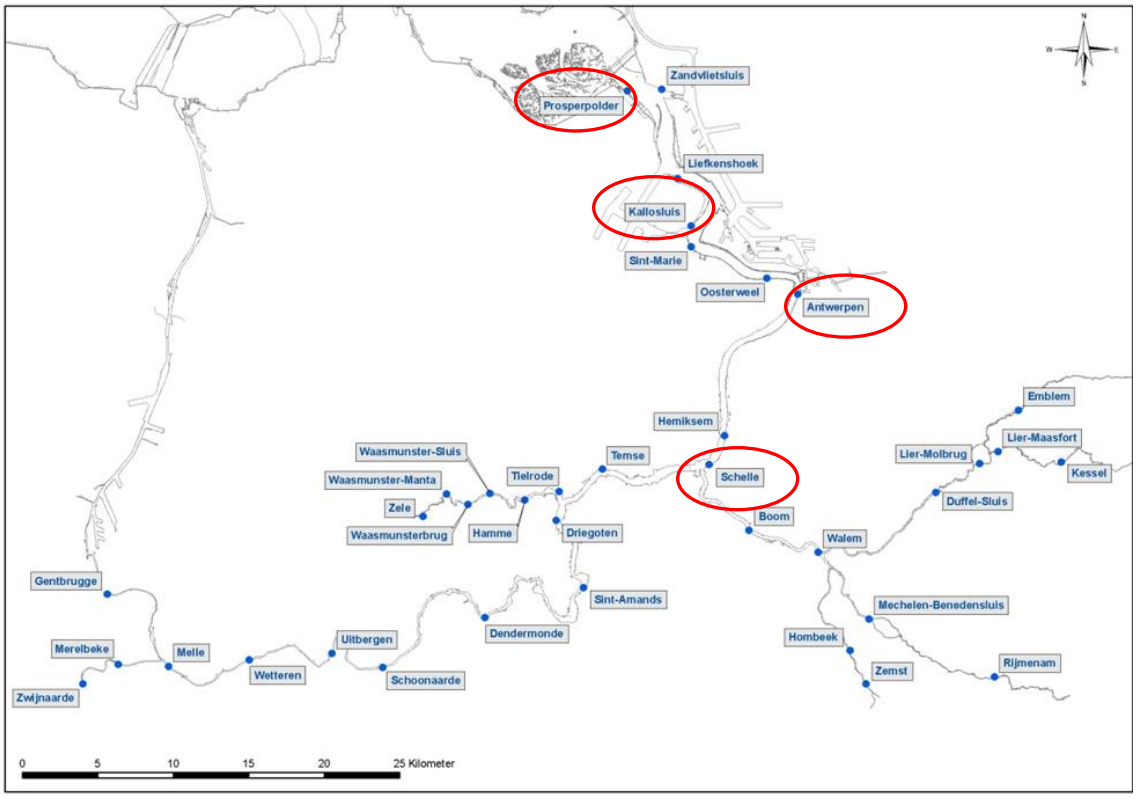
2.2 HYDRODYNAMIEK

Getijdata

Getijgegevens zijn beschikbaar in verschillende meetstations in zowel de Westerschelde (Nederland) als de Zeeschelde (Vlaanderen). In de Westerschelde worden in dit rapport de meetstations te Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Bath beschouwd (cf. Figuur 2-1). In de Beneden-Zeeschelde worden de meetstations te Prosperpolder, Kallosluis, Antwerpen-loodsgebouw en Schelle beschouwd (cf. Figuur 2-2).



Figuur 2-1: Locaties van de Nederlandse getijmeetstations in de met indicatie van de stations beschouwd in dit rapport (omcirkeld).



Figuur 2-2: Locaties van de Vlaamse getij meetstations in de Zeeschelde met indicatie van de stations beschouwd in dit rapport (omcirkeld).

Tabel 2-1 geeft een overzicht van de databronnen voor de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden en de getijslag. Tot en met 2009 worden de data en trends overgenomen van het T2009 rapport (T2009-consortium, 2014). Vanaf 2010 worden deze tijdreeksen aangevuld met de nieuw beschikbare metingen.

Alle jaargemiddelde waterstanden zijn uitgedrukt in TAW voor de Vlaamse stations en in NAP voor de Nederlandse stations.

Tabel 2-1: Overzicht van de databronnen voor de jaargemiddelde waterstanden.

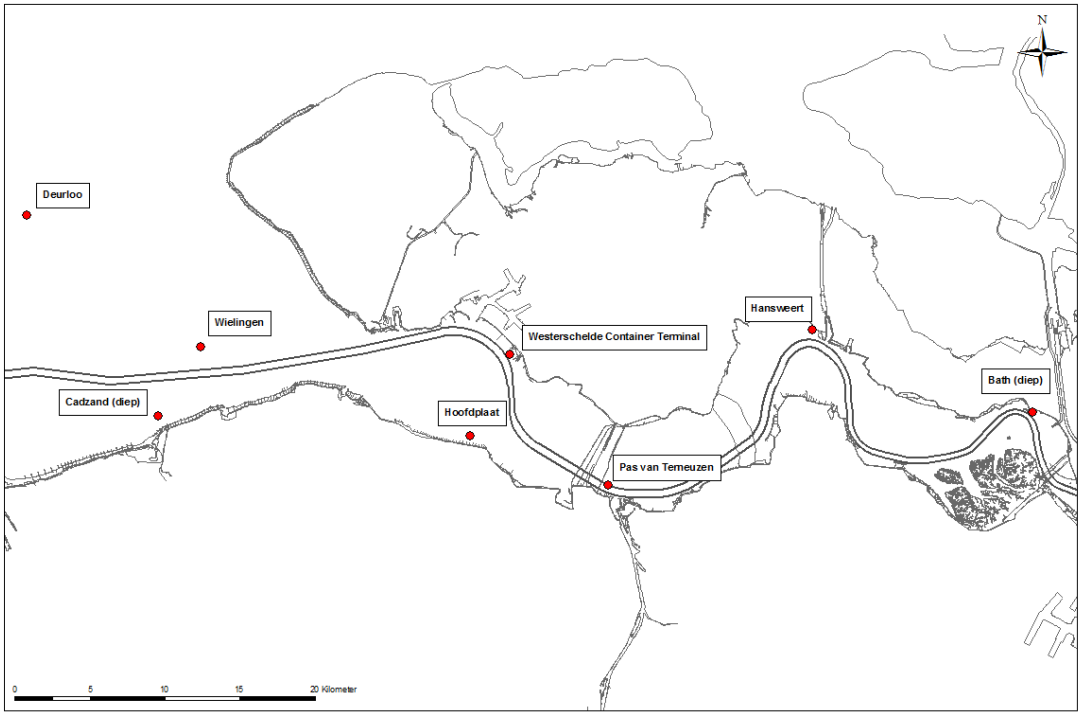
Bron	Locatie	Periode	Parameters
T2009 dataset (T2009-consortium, 2014)	Beneden-Zeeschelde en Westerschelde	t.e.m. 2009	Jaargemiddeld HW, LW en getijslag
MONEOS 2010 (Taverniers et al., 2011)	Beneden-Zeeschelde	2010	Jaargemiddeld HW, LW en getijslag
MONEOS 2011 (Vereecken *et al.*, 2012)	Beneden-Zeeschelde	2011	Jaargemiddeld HW, LW en getijslag
MONEOS 2012 (Vanlierde et al., 2013)	Beneden-Zeeschelde	2012	Jaargemiddeld HW, LW en getijslag
MONEOS 2013 (Vanlierde et al., 2014)	Beneden-Zeeschelde	2013	Jaargemiddeld HW, LW en getijslag
Voortgangsrapport 1 (IMDC, 2013)	Westerschelde	2010 - 2011	Jaargemiddeld HW, LW en getijslag
Datarapportage 2013 Westerschelde	Westerschelde	2012	Jaargemiddeld HW, LW en getijslag
Dataset Rijkswaterstaat (HWLW_HC_Westerschelde_ 2013)	Westerschelde	2013	Jaargemiddeld HW, LW en getijslag

Opmerking:

De peilschalen langs de Zeeschelde zijn midden 2013 opnieuw topografisch ingemeten. Hieruit bleek dat er verticale fouten aanwezig waren, opgetreden tussen 2013 en de laatste inmetingen (enkele decennia geleden). De door het WL aangeleverde gegevens voor 2013 werden gecorrigeerd hiervoor. Om vergelijkbaarheid met de voorgaande datapunten mogelijk te maken, en verdere aanpassingen in de trendanalyse te vermijden, zijn deze correcties ongedaan gemaakt.

Golven

Op verschillende locaties langsheen de Westerschelde en in de monding van de Westerschelde (cf. Figuur 2-3) worden golfmetingen uitgevoerd door de Meetinformatiedienst van Rijkswaterstaat Zee en Delta. De veldmetingen worden ingewonnen en globaal gevalideerd door Hydro Meteo Centrum Zeeland (HMCZ). Een overzicht wordt gegeven in Tabel 2-2.



Figuur 2-3: Meetlocaties van de golven langsheen de Westerschelde.

Tabel 2-2: Overzicht van de databronnen voor de golfwerking.

Locatie	Code	X-coord RD [m]	Y-coord RD [m]	Type	Meetperiode	Bron
Bath (diep)	BAT2	73080	379550	stappenbaak	1998 - heden	Rijkswaterstaat
Hansweert	HAWI	58395	384989	stappenbaak	1998 - heden	Rijkswaterstaat
Pas van Terneuzen	PVT1	44795	374708	waverider	2001 - 2011	Rijkswaterstaat
Hoofdplaat	HFPL	35614	377930	stappenbaak	1998 - heden	Rijkswaterstaat
Westerschelde Container Terminal	WTC1[1]	38268	383383	waverider	2000 - 2010	Rijkswaterstaat
Cadzand (diep)	CADW[2]	14800	379251	dir. waverider	1997 - heden	Rijkswaterstaat
Wielingen	WIEL	17641	383875	waverider	1984 - heden	Rijkswaterstaat
Deurloo	DELO[3]	6071	392601	dir. waverider	1984 - heden	Rijkswaterstaat

[1] De positie van de meetlocatie WTC1 is per 12 mei 2005 gewijzigd, na deze datum is de locatie X=38185; Y=383481 geworden.

[2] De positie van de meetlocatie CADW is per 21 paril 2006 gewijzigd, na deze datum is de locatie X=14588; Y=379998 geworden.

[3] Per 13 maart 2002 werd de gewone waverider te Deurloo vervangen door een directionele waverider.

Stroomsnelheden

Plaatranden in de Westerschelde

Als onderdeel van de metingen binnen het Uitvoeringsplan MONEOS-T wordt op iedere plaatrandstortzone in de Westerschelde de stroomsnelheid en -richting gemeten. Er zijn in totaal 12 raaien gedefinieerd in de Westerschelde, waarbij per raai één punt gelegen is in het ondiep water in de stortzone en drie punten op het intergetijdengebied op de plaat (cf. Bijlage H). Afhankelijk van de ontwikkelingen en de uitgevoerde werken worden bepaalde locaties gemeten. Minstens één maal per jaar worden de verschillende raaien opgemeten. De meetduur bedraagt ongeveer 2 volledige springtij-doodtij-cycli (1 maand). Op de plaat wordt gemeten met een AquaDopp Profiler (2Mhz) en op een diepte van -5 m LAT m.b.v. een RDI ADCP gemonteerd in een frame.

De data zijn rechtstreeks van Rijkswaterstaat verkregen. Een overzicht wordt gegeven in Tabel 2-3. De resultaten worden ook weergegeven in Bijlage I: hierbij wordt telkens de maximum vertikaalgemiddelde vloedsnelheid uitgezet tegenover de gemiddelde rijzing in een nabijgelegen waterstandspunt, en analoog voor de ebsnelheid tov. de daling.

De resultaten van de metingen zijn ook weergegeven in de Kwartaalrapporten van RWS Zee en Delta, Meetadviesdienst, verzameld in ‘Datarapportage 2013’ (Jentink et al., 2014) en een memo ‘Toelichting op de resultaten toetsing criterium sedimentatie/erosie plaathoogtes’ (Schrijver, 2014b).

Tabel 2-3: Overzicht van de databronnen voor de stroomsnelheden aan de plaatranden in de Westerschelde. (: deze plaat is geen plaatrandstortlocatie)*

Bron	Locatie	Periode	Parameters	Aantal meetraaien
Rijkswaterstaat	Hooge Platen West	2010 - 2014	Stroomsnelheid en -richting	1
Rijkswaterstaat	Hooge Platen Noord	2010 - 2014	Stroomsnelheid en -richting	4
Rijkswaterstaat	Rug van Baarland	2010 - 2014	Stroomsnelheid en -richting	4
Rijkswaterstaat	Plaat van Ossenisse*	2010 - 2014	Stroomsnelheid en -richting	10 meetlocaties
Rijkswaterstaat	Plaat van Walsoorden	2010 - 2014	Stroomsnelheid en -richting	2
Rijkswaterstaat	Plaat van Valkenisse*	2010 - 2014	Stroomsnelheid en -richting	1

Meetpunten in de Beneden-Zeeschelde

De stroomsnelheden in de Beneden-Zeeschelde worden gerapporteerd in het MONEOS factual datarapport van het Waterbouwkundig Laboratorium (Vanlierde et al., 2014, cf. Tabel 2-4). De figuren worden hieruit rechtstreeks overgenomen.

Tabel 2-4: Overzicht van de databronnen voor de stroomsnelheden in de meetpunten in de Beneden-Zeeschelde.

Bron	Locatie	Periode	Parameters
MONEOS 2013 (Vanlierde et al., 2014)	Oosterweel (Beneden-Zeeschelde)	2008 - 2013	Maximale eb- en vloedsnelheid van de stroom i.f.v. respectievelijk de daling en rijzing van het getij

2.3 MORFOLOGIE EN LEEFOMGEVING

2.3.1 Morfologie

Westerschelde

Voor de Westerschelde werden de vaklodingskaarten, opgenomen door Rijkswaterstaat in 2012 en 2013, beschikbaar gesteld. Deze diepterasters geven de bathymetrie en de morfologie weer van de Westerschelde in het betreffende jaar. De aangeleverde bodemgrids hebben een celgrootte van 20 m met het NAP-vlak als verticaal referentiepeil. De vaklodingen startten in de jaren ’50 en worden regelmatig herhaald.

Aan de hand van het verschil van deze dieptegegevens worden bodemveranderingen zichtbaar. Om de morfologische entiteiten beter te kunnen onderscheiden werden de aangeleverde diepterasters ook gebruikt om schaduw nuances (*hill shade*) aan te geven.

De vakloding van 2012 bedekt het gebied vanaf de Drempel van Zandvliet, stroomafwaarts tot aan de Westerscheldemonding nabij Vlissingen. Het aangeleverde diepteraster van 2013 strekt zich verder uit, tot voorbij Westkapelle.

De diepte- en verschilkaarten van de Westerschelde zijn opgenomen in Bijlage J.

Beneden-Zeeschelde

De gebiedsdekkende vaklodingskaarten van de Beneden-Zeeschelde, opgenomen in 2012 en 2013 werden beschikbaar gesteld door de Vlaams Hydrografie en Maritieme Toegang. De bodemgrids worden aangeleverd met een celgrootte van 1m, zowel in LAT als TAW. De aanlevering is een compilatie van de bathymetrische data van volgende secties: Saeftinge-Doel, Doel-Fort Filip, Fort Filip-Oosterweel, Rede van Antwerpen, Rupelmonde-Burcht, de Noordzeeterminal en het Deurganckdok. Daarnaast worden ook de sluiscomplexen afzonderlijk gepeild.

De diepte- en verschilkaarten van de Beneden-Zeeschelde zijn opgenomen in Bijlage K.

2.3.2 Hoogte slikken en platen

De hoogte van de slikken en platen wordt 4 maal per jaar bepaald door Rijkswaterstaat. Hiertoe worden de volgende (meet)gegevens vergaard:

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

Deze data worden jaarlijks gebundeld in Jentink et al. (2014) en werden ook gedeeltelijk digitaal beschikbaar gesteld (Jentink, 2014e). Per plaatrand zijn er ook afzonderlijke kwartaalrapporten aangeleverd (Jentink, 2014a-d).

Voor de hoogtemetingen op slikken in de Beneden-Zeeschelde wordt verwezen naar §2.3.4.

2.3.3 Sedimentsamenstelling

De sedimentsamenstelling wordt op 2 manieren met elk een eigen frequentie geregistreerd:

- Manuele lutum classificatie op de punten waar een RTK-punt hoogtemeting wordt uitgevoerd (4 maal per jaar);
- Bemonstering op 2 en 10 cm diepte en analyse in het laboratorium (1 maal per jaar, in september). De analyse geeft de waarden van het percentage van de fractie kleiner dan 63 µm (silt en klei) en de gemiddelde korrelgrootte van de fractie groter dan 16 µm (d50).

Deze data worden jaarlijks gebundeld in een datarapport, zie Jentink et al. (2014).

2.3.4 Schorranderosie

Westerschelde

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

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

Deze data worden jaarlijks gebundeld in een datarapport, zie Jentink et al. (2014).

Beneden-Zeeschelde

Jaarlijks worden in het kader van de meetcampagnes campagne van het Uitvoeringsplan MONEOS-T langsheen de Zeeschelde vaste dwarsraaien op het schor en slik ingemeten om hoogteveranderingen in de tijd met een zo groot mogelijke verticale resolutie in beeld te brengen. In de Beneden-Zeeschelde worden de schor-slikraaien ingemeten sinds 2008. De data wordt aangeleverd in digitaal formaat (INBO, 2014a) en wordt gerapporteerd in INBO (2014b).

2.3.5 Het watervolume in de nevengeul

Jaarlijks worden het watervolume in de neven- en hoofdgeulen van de Westerschelde berekend door Rijkswaterstaat Zee en Delta. Hier worden ook aanvullende analysegegevens zoals de kantelindex, de getijdevolumes en ingreepgegevens toegelicht.

De veranderingen van het berekende watervolume in de nevengeulen worden jaarlijks bepaald aan de hand van:

- Jaarlijkse topo-bathymetrische opnames (Rijkswaterstaat Zee en Delta);
- Maximaal stortvolume per jaar per nevengeul zoals vastgelegd in de vergunningen.

De data die in voorliggend rapport zijn opgenomen bevatten enerzijds metingen tot en met 1 januari 2012 (Schrijver, 2013) en anderzijds metingen tot en met 1 januari 2013 (Schrijver, 2014b). De gepresenteerde volumes zijn dus geldig voor de periode van respectievelijk twee en drie jaar na de start van de verruiming.

In de rapporten van Schrijver (2013, 2014b) wordt vermeld dat de gegevens van de zandwinning 2011 nog niet beschikbaar waren bij het opstellen van de rapportage. De ingreepgegevens van 2011 bestaan daarom enkel uit de bagger- en storthoeveelheden.

2.3.6 Stabiliteit plaatrandstortingen

De monitoring van de plaatrandstortingen gebeurt aan de hand van maandelijkse rapportages. Hierin worden volgende gegevens verwerkt:

- Topo-bathymetrische opnames van de stortgebieden bij de plaatranden (Bijlage L).
- Bagger- en stortgegevens.

Op basis daarvan wordt via (twee)maandelijkse rapporten verslag uitgebracht, met een beschrijving en analyse van de aangeleverde gegevens. In deze rapporten gaat bijzondere aandacht naar de plaatrandstortingen en de stabiliteit van de teruggestorte sedimenten op die locaties.

In voorliggend rapport worden de gegevens t.e.m. 30/04/2014 mee opgenomen.

2.3.7 Ecotooparealen

Westerschelde

Voor de Westerschelde wordt de totale oppervlakte “laagdynamisch gebied nabij de plaatranden” (binnen een zone waar effecten t.g.v. de plaatrandstortingen verwacht werden) om de 2 jaar afgeleid uit de ecotopenkaart (Bouma et al., 2005). In vorig voortgangsrapport (IMDC, 2013a) werd al aangegeven dat de kaarten van 1996, 2001 en 2004 op een andere manier werden opgesteld dan de kaarten van 2008 en 2010. Eind 2013 heeft Rijkswaterstaat de definitieve ecotopenkaarten (GIS-bestanden, versie 3) aangeleverd. Daarbij werden bovenstaande ecotopenkaarten onderling geheel vergelijkbaar gemaakt 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 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).

- Ecotopenkaart 2010 wordt beschouwd 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

De kaarten zijn weergegeven in Bijlage O.

Beneden-Zeeschelde

Het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (INBO) stelt de ecotopenkaarten op voor de Zeeschelde. De ecotopenkaart van de Zeeschelde wordt opgebouwd op basis van 2 basisinformatielagen: een fysiotopenkaart (Bijlage M) en een geomorfologische kaart (INBO, 2014b).

In voorliggend rapport zijn de ecotoopkaarten van 2010 en 2012 opgenomen. Naast de areaaloppervlaktes, kunnen ook de ecotoop oppervlakte-veranderingen worden afgeleid. Bijlage N toont de ecotoopkaarten van 2010 en 2012 en de wijzigingen tussen beide periodes (turnover).

2.3.8 Fysiotooparealen (Beneden-Zeeschelde)

De fysiotopenkaart van de Zeeschelde wordt opgesteld door het INBO en vormt - samen met de geomorfologische kaart - één van de basisinformatielagen nodig voor het opstellen van de ecotopenkaart. De kaart vormt een verzameling van abiotische eenheden (INBO, 2014b).

Volgens het geïntegreerd datarapport van het INBO (2014b), dat de toestand van de Zeeschelde beschrijft, is de fysiotopenkaart gebaseerd op de combinatie van zowel altimetrische als bathymetrische data en - binnen een periode van 4 jaar - geïnterpoleerde tijmetingen. Door de verschillende doorsnedes te maken voor elke waterhoogte (tijparameter) met het hoogtemodel worden de fysiotopen verkregen. Tabel 2-5 geeft de criteria aan voor de toewijzing van fysiotoopklassen.

In Bijlage M zijn de fysiotoopkaarten opgenomen van de jaren 2010, 2011 en 2012. Ook de turnover (de gewijzigde arealen) tussen deze periodes zijn hier opgenomen. In Bijlage N zijn de ecotopenkaarten van de jaren 2010 en 2012 opgenomen.

Tabel 2-5: Abiotische grenzen gebruikt voor de fysiotopenindeling en basis voor de ecotopenindelling (bron: INBO, 2014b)

Saliniteit/verblijftijd	Fysiotopen	Abiotische grenzen
Mesohalien	Diep subtidaal	>5m onder eGLWS (=30% laagwaterfrequentie)
Sterke saliniteitsgradiënt	Matig diep subtidaal	2-5m onder eGLWS (LW30)
Oligohalien	Ondiep subtidaal	0-2m onder eGLWS (LW30)
Zoete zone met lange verblijftijd	Laag slik	eGLWS – 25%Droogvalduur
Zoete zone met korte verblijftijd	Middelhoog slik	25- 75%Droogvalduur
	Hoog slik	75%Droogvalduur – eGHWD (=85% hoogwater frequentie)
	Supralitoraal	>eGHWD (HW85)– GHHW
	GOG (gecontroleerd overstromingsgebied)	*Enkel bij stormtij overspoeld*

2.4 FYSICOCHEMIE EN WATERKWALITEIT

Fysicochemische gegevens werden verzameld volgens het Uitvoeringsplan MONEOS-T (Schrijver en Plancke, 2008). Periodieke metingen van suspensiegehalte, eufotische diepte, chloridegehalte en chlorofyl-a gehalte worden genomen tijdens maandelijkse rondvaarten (tweemaal per maand tijdens de zomermaanden).

Westerschelde

Tabel 2-6: Overzicht databronnen Westerschelde

Parameter	Bron	Locaties	Periode	Moneos-datafiche
Zwevende Stof	Rijkswaterstaat (Vroom *et al.*, 2013)	Vlissingen boei SSVH Terneuzen boei 20 Hansweert geul Schaar van Ouden Doel	2008-2013	S-FC-N-019
Eufotische diepte	Rijkswaterstaat (Vroom *et al.*, 2013)	Vlissingen boei SSVH Terneuzen boei 20 Hansweert geul Schaar van Ouden Doel	2008-2013	S-FC-N-028
Chlorofyl-a gehalte waterkolom	Rijkswaterstaat (Vroom *et al.*, 2013)	Wielingen	2000-2010	S-FC-N-012
		Vlissingen boei SSVH Terneuzen boei 20 Hansweert geul	2000-2011	S-FC-N-012
		Schaar van Ouden Doel	2000-2013	S-FC-N-012
Chlorofyl-a gehalte bodemstalen	Rijkswaterstaat	99 meetpunten (zie §6.3.1.2)	2012-2013	S-EF-N-002
Chloride-gehalte	Rijkswaterstaat (Vroom *et al.*, 2013)	Walcheren 2 km uit de kust Vlissingen boei SSVH Terneuzen boei 20 Hansweert geul Schaar van Ouden Doel	2010-2013	S-FC-N-021
Chloride-gehalte (continue metingen)	(Spronk en Vereecken, 2010)	Vlakte van de Raan Overloop van Hansweert Baalhoek	2010-2013	S-FC-N-001
Chemische kwaliteit waterbodem	Vlaamse Milieu-maatschappij (VMM 2002-2013a)	Zie §6.5.1.2.1	1995-2013	S-MD-V-004c

Beneden-Zeeschelde

Tabel 2-7: Overzicht databronnen Beneden-Zeeschelde

Parameter	Bron	Locaties	Periode	Moneos-datafiche
Zwevende stof (periodieke metingen)	OMES-MONEOS (Maris en Meire, 2011; Taverniers *et al.*, 2013a)	Grens Liefkenshoek Punt van Melsele Antwerpen Kruibeke	2008-2013	S-FC-V-019
Zwevende stof (continue metingen)	OMES-MONEOS (Maris en Meire, 2011; Taverniers *et al.*, 2013a)	Oosterweel	2001-2013	S-FC-V-005
		Boei 84 Driegoten	2006-2013	S-FC-V-005
Eufotische diepte	OMES-MONEOS (Maris en Meire, 2011; Taverniers *et al.*, 2013a)	Grens Liefkenshoek Zandvliet Punt van Melsele Antwerpen Kruibeke	2010-2012	S-FC-V-020
Chlorofyl-a gehalte	OMES-MONEOS (Maris en Meire, 2011; Taverniers *et al.*, 2013a)	Grens Liefkenshoek Punt van Melsele Antwerpen Kruibeke	2005-2012	S-FC-V-012
Chlorofyl-a gehalte op de schorren	OMES (Maris en Meire, 2011)	Groot Buitenschoor Boerenschans	2009-2011	S-EF-V-002
Chloride-gehalte	OMES-MONEOS (Maris en Meire, 2011; Taverniers *et al.*, 2013a)	Grens Liefkenshoek Punt van Melsele Antwerpen Kruibeke	1996-2011	S-FC-V-021
Chloride-gehalte (continue metingen)	OMES-MONEOS (Maris en Meire, 2011; Taverniers *et al.*, 2013a)	Oosterweel Boei 84 Driegoten	2013	S-FC-V-001
Chemische kwaliteit waterbodem.	Vlaamse Milieu-maatschappij (VMM 2002-2013a)	Zie §6.5.1.1.1	2002-2013	S-MD-V-004c

2.5 FAUNA EN FLORA

De gebruikte data voor de fauna en flora analyse worden hieronder per type opgelijst. Dit onderdeel specifiek over enkele aspecten van de Westerschelde, die worden opgelegd i.k.v. de Nb-vergunning.

De parameters maken geen onderdeel uit van het Uitvoeringsplan MONEOS-T, maar horen verder thuis bij de 6-jaarlijkse evaluatie van de systeemmonitoring.

Benthos

Kwantitatieve data

- Monitoring kokkels 1991-2013 Westerschelde (WOT Westerschelde: kokkelsurvey); Er wordt opgemerkt dat deze gegevens niet het volledige benthos omvatten.
- Monitoring benthos 2012 Westerschelde (Water, Verkeer en Leefomgeving dienst (WVL) van Rijkswaterstaat – MWTL meetplan (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands – Milieumeetnet Rijkswateren)). Deze gegevens zijn een kopie van de (primaire) data van het datarapport 'MON2013-13', uitgewerkt in de pre-creditatiefase conform ISO 17025. Ze zijn afkomstig van MWTL Macrozoöbenthos bemonsteringen, analyses en sedimentbemonstering 1992-2009 en 2012 in de Delta; Westerschelde en Oosterschelde, (perceel A), uitgevoerd door de Monitor Taakgroep van het NIOZ (geen gegevens voor 2010-2011).

Kwalitatieve data

- Monitoring sedimentatie-erosieplotjes op ca. 130 locaties in de Westerschelde. Iedere locatie wordt vier maal per jaar gemeten door RWS, in de maanden maart, mei, september en december, sinds september 2008.

Vogels (Westerschelde)

Watervogels

- Monitoring watervogels juli 2009 - juni 2013 (MWTL)
    - Rapportages "Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta" (Strucker et al., 2011, 2012, 2013)
    - Het rapport voor 2012/2013 is nog niet beschikbaar, maar de getelde gegevens van die periode zijn ter beschikking gesteld door MWTL

Broedvogels

- Monitoring broedvogels 2011-2013 (MWTL)
- Monitoring broedvogels in IHD gebieden 1995-2013

Zeehonden (Westerschelde)

- Monitoring zeezoogdieren juli 2008 - juni 2013 (MWTL)
  - Rapportages “Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta” (Strucker et al., 2011, 2012, 2013).
  - Het rapport voor 2012/2013 is nog niet beschikbaar, dus werden de getelde gegevens van de periode 2012-2013 ter beschikking gesteld door MWTL. Deze tellingen zijn volledig, met als uitzondering dat in maart, april en juni 2013 alleen tellingen in steekproefgebieden werden uitgevoerd.
- Monitoring zeehonden eind mei - begin augustus 2009-2013 (Provincie Zeeland)

2.6 OVERIGE GEGEVENS

2.6.1 Meteorologie

De meteorologie wordt bestudeerd aan de hand van de totale neerslag per jaar (KMI) en de jaargemiddelde opzet te Vlissingen. De opzet te Vlissingen wordt berekend door het astronomisch getij (op basis van een harmonische analyse) af te trekken van het gemeten getij (rechte momentane opzet).

2.6.2 Rivierafvoer

De rivierafvoer wordt gegeven in de vorm van de jaargemiddelde debieten van de bovenafvoer van de Schelde te Melle en Schelle en van de spuisluis te Bath. Een overzicht van de databronnen wordt gegeven in Tabel 2-8.

Tabel 2-8: Overzicht van de databronnen voor het debiet van de bovenafvoer.

Bron	Locatie	Periode	Parameters
T2009-consortium (2014)	Bath spuisluis, Schelle en Melle	t.e.m. 2009	Jaargemiddeld debiet van de bovenafvoer
Voortgangsrapport 1 (IMDC, 2013)	Bath spuisluis	2010-2011	Jaargemiddeld debiet van de bovenafvoer
Dataset Rijkswaterstaat	Bath spuisluis	2013	Jaargemiddeld debiet van de bovenafvoer
MONEOS 2010 (Taverniers et al., 2011)	Schelle en Melle	2010-2013	Jaargemiddeld debiet van de bovenafvoer
MONEOS 2011 (Vereecken et al., 2012)	Schelle en Melle	2010-2013	Jaargemiddeld debiet van de bovenafvoer
MONEOS 2012 (Vanlierde et al., 2013)	Schelle en Melle	2010-2013	Jaargemiddeld debiet van de bovenafvoer
MONEOS 2013 (Vanlierde et al., 2014)	Schelle en Melle	2010-2013	Jaargemiddeld debiet van de bovenafvoer

3. INGREPEN

In het hoofdstuk Ingrepen wordt een overzicht gegeven van de bagger- en stortwerkzaamheden, zandwinningsactiviteiten, en andere activiteiten die in de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde zijn uitgevoerd.

Sinds de jaren ’90 hebben de baggerschepen die actief zijn op de Schelde, het Baggerinformatiesysteem (BIS) aan boord. Dit systeem registreert continu de positie van het schip en de voornaamste baggerparameters. De geregistreerde gegevens worden verzameld in de zgn. baggerstatistiek. Dit laat ons toe de gebaggerde en gestorte hoeveelheden te gaan opdelen, bijvoorbeeld per land (Nederland-België), per jaar, per soort specie (zand-slib), per type baggerwerk (onderhoud-verdieping).

In dit hoofdstuk worden de uitgevoerde baggerhoeveelheden van de derde verruiming vergeleken met de vergunde hoeveelheden en de berekende prognoses uit het MER (Consortium Arcadis-Technum, 2007a, 2007b). Ook worden de onderhoudsvolumes weergegeven.

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.

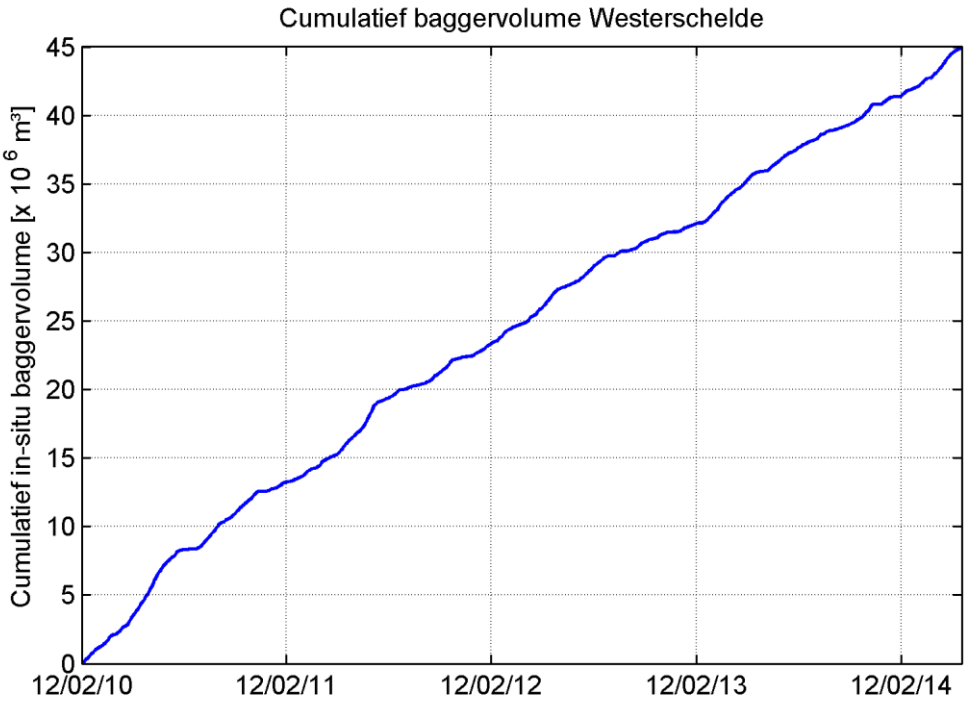
3.1 BAGGERWERKZAAMHEDEN WESTERSCHELDE

3.1.1 Baggeractiviteiten

Het jaarlijks onderhoud van zandrijke specie in de Westerschelde wordt weergegeven in Tabel 3-1, 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, 2007b). 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 liggen rond de 9 à 10 Mm³ in situ. Aangezien er op 1 juni 2014 Mm³ in situ gebaggerd is, wordt verwacht dat in het vijfde vergunningsjaar opnieuw ca. 10 Mm³ onderhoudsbaggerwerk zal uitgevoerd worden. Figuur 3-1 geeft een overzicht weer van het cumulatieve baggervolume over de gehele Westerschelde over de vergunningsjaren.

Tabel 3-1: 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 3-1: Cumulatief baggervolume Westerschelde (aanleg en onderhoud).

In Bijlage A, Bijlage B en Bijlage C worden grafieken en tabellen met de cumulatieve bagger- en storthoeveelheden per vergunningsjaar voor de verschillende locaties en macrocellen weergegeven.

- Het eerste vergunningsjaar (12/02/2010 - 11/02/2011) omvatte het verdiepingswerk en een gedeelte onderhoud en vertoonde een zwaartepunt op de Drempel van Hansweert (MC5) met 2,8 Mm³ in situ gebaggerde specie. Daarna komen de Drempel van Borssele (MC3) en de Drempel van Valkenisse (MC6) met 1,6 à 1,7 Mm³ in situ. Verder werd er op de Overloop van Valkenisse (MC5) en de Drempel van Bath (MC7) een volume van meer dan 1 Mm³ in situ gebaggerd. In MC5 werd veruit het meeste gebaggerd, in MC1 relatief weinig.
- Voor het tweede vergunningsjaar (12/02/2011 - 11/02/2012) vindt men, op een kleine 200.000 m³ in situ verdieping na (uitgevoerd in het begin van het vergunningsjaar), enkel onderhoudsvolumes meer terug en overheerst opnieuw de Drempel van Hansweert (MC5) met 2,2 Mm³ in situ. Op de Drempel van Borssele (MC3), de Drempel van Valkenisse (MC6) en de Drempel van Bath (MC7) werd dit vergunningsjaar een hoeveelheid van 1,1 à 1,3 Mm³ in situ gebaggerd. Voor het Gat van Ossenisse (MC4) en de Overloop van Valkenisse (MC5) vindt men ongeveer 1 Mm³ in situ terug. Opnieuw overheerst MC5, terwijl MC1 nauwelijks gebruikt is.

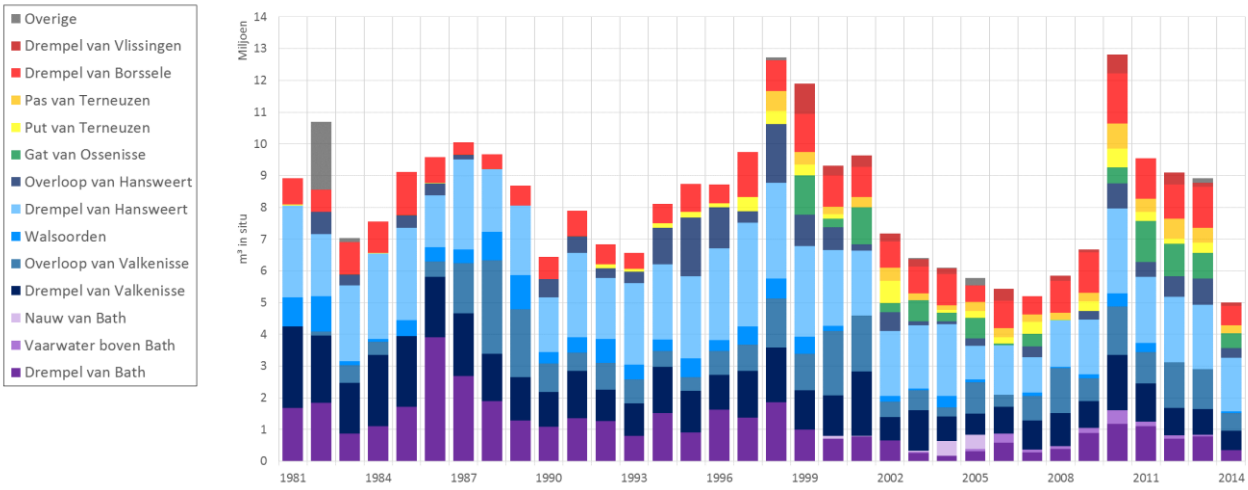
- Het derde vergunningsjaar (12/02/2012 - 11/02/2013) vertoont vergelijkbare tendensen. De Overloop van Valkenisse uit macrocel 5 wordt de belangrijkste baggerlocatie na de Drempel van Hansweert.
- Voor het vierde vergunningsjaar (12/02/2013 - 11/02/2014) zijn de onderhoudsvolumes op de Drempel van Borssele (MC3) gestegen boven deze van de Overloop van Valkenisse (MC5).
- Het vijfde vergunningsjaar (12/02/2014 - voorlopig 01/06/2014) lijkt qua verhoudingen dezelfde richting op te gaan.

Bijlage A bevat grafieken met de baggervolumes per locatie over de verschillende vergunningsjaren heen.

- De Drempel van Vlissingen (MC1) wordt sporadisch en voor beperkte baggerhoeveelheden gebruikt. Het voorlopige totaal op 01/06/2014 komt op ongeveer 1,1 Mm³ in situ.
- De Drempel van Borssele (MC3) is een belangrijke baggerlocatie die ook meer continu gebaggerd werd. Het voorlopige totaal op 01/06/2014 komt hier reeds op ongeveer 5,6 Mm³ in situ.
- Aan het Gat van Ossenisse (MC3) wordt 1 à 2 keer per jaar ± 200.000 m³ in situ gebaggerd. Het voorlopige totaal op 01/06/2014 is ongeveer 1,5 Mm³ in situ.
- Aan de Pas van Terneuzen (MC3) ziet men een gelijkaardig fenomeen, maar hier komt het voorlopige totaal op 01/06/2014 al op ongeveer 2,5 Mm³ in situ.
- De Put van Terneuzen (MC3) kent enkele korte, intensieve baggercampagnes (nog niet in 2014) en heeft een voorlopig totaal op 01/06/2014 van ongeveer 1,4 Mm³ in situ.
- Het Gat van Ossenisse (MC4) is eveneens af en toe gebaggerd en komt op een voorlopig totaal op 01/06/2014 van ongeveer 2,6 Mm³ in situ.
- De Overloop van Hansweert (MC4) kent een gelijkaardige baggerintensiteit en komt op een voorlopig totaal op 01/06/2014 van ongeveer 3 Mm³ in situ.
- De Drempel van Hansweert (MC5) is de locatie waar het meeste baggerwerk vereist is. In de periode juni-juli 2010 is er intensief gebaggerd voor de 3e verruiming, nadien heeft men een vrij continu verloop. Het voorlopige totaal op 01/06/2014 is reeds 10,2 Mm³ in situ.
- De Overloop van Valkenisse (MC5) is samen met de Drempel van Borssele en de Drempel van Valkenisse de tweede, meest gebruikte baggerlocatie met een voorlopig totaal op 01/06/2014 van ongeveer 5,5 Mm³ in situ.
- De bocht van Walsoorden (MC5) is slechts af en toe in vergunningsjaar 1, 2 en 5 gebaggerd en vertoont een voorlopig totaal op 01/06/2014 van ongeveer 700.000 m³ in situ.
- De Drempel van Valkenisse (MC6) is, buiten de grotere volumes voor de eerste twee maanden (feb-maa 2010, 3e verruiming), over de 5 vergunningsjaren continu gebaggerd en komt op een voorlopig totaal op 01/06/2014 van ongeveer 5,7 Mm³ in situ.

- In het Vaarwater boven Bath (MC6) is er in vergunningsjaar 1 en 2 een hoeveelheid van 400.000 m³ in situ gebaggerd.
- De Drempel van Bath (MC7) is zoals gesteld een belangrijke baggerlocatie met een voorlopig totaal op 01/06/2014 van ongeveer 4,4 Mm³ in situ.
- Het Vaarwater boven Bath (gedeelte in MC7) kende een verspreide baggerinspanning die momenteel totaliseert op ongeveer 500.000 m³ in situ.

Dit wordt ook weergegeven in Figuur 3-2 en Bijlage A (groter formaat) waar eveneens de belangrijkste locaties in de voorbije decennia aangegeven zijn (opgelet, voor 2014 is het onderhoudsvolume slechts tot 01/06 weergegeven).



Figuur 3-2: Baggerlocaties in de Westerschelde tussen 1981 en 2014 (tot 01/06)

Samenvatting

Hieronder volgt een opsomming van de meest opvallende cijfers of bijzonderheden uit de tabellen en figuren:

- Sinds het begin van de derde verruiming (12/2/2010) waren baggerwerken (onderhoud en aanleg) voornamelijk vereist in macrocel 5 (ca 18 Mm³ in situ). Voor macrocel 3 betrof het baggervolume meer dan 12 Mm³ in situ, terwijl er in macrocellen 4, 6 en 7 ca. 5 à 6 Mm³ in situ gebaggerd werd. Macrocel 1 omvatte iets meer dan 1 Mm³ in situ aan baggerwerken.
- De belangrijkste baggervakken zijn de Drempel van Hansweert (>10 Mm³ in situ) en de Drempel van Borssele, Overloop van Valkenisse en Drempel van Valkenisse (± 6 Mm³ in situ). 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 (800.000 Mm³ in situ).

3.1.2 Stortgegevens

Tabel 3-3 geeft een overzicht van de totaal gestorte in situ volumes vanaf de start van de verruiming (12 februari 2010) en 1 juni 2014 in de Westerschelde. De tabel geeft het totale gestorte volume per macrocel en de totalen voor alle hoofdgeulen, nevengeulen en plaatranden van alle macrocellen samen. "--" betekent dat er geen vergunde stortzone in de betrokken MC ligt. Zowel de aanlegvolumes van de verruiming als de onderhoudsvolumes worden beschouwd. Na ongeveer 4,3 jaar of 86 % van de vergunde tijdsduur, blijft het percentage 'totaal gestorte volume'/'vergunde volume' (het vergunde volume is weergegeven in Tabel 3-2) hier ruim onder met 64 %.

De plaatrandzone van MC5 zit met 88 % boven dit percentage, de plaatrandzones van MC1 komen op 84 %, de nevengeulzone van MC1 op 80 % en de hoofdgeulzone van MC4 op 79 %. Van de overige stortgebieden is een kleiner percentage benut.

Tabel 3-2: 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 3-3: 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 %)**

In de vergunning is een extra randvoorwaarde voor de stortingen opgenomen. De maximale storthoeveelheden in de nevengeulen zijn ook per jaar beperkt. In Tabel 3-4 wordt een vergelijking weergegeven van de jaarlijks gestorte volumes met in de laatste kolom het jaarlijks toegelaten of vergund maximum. Zoals te zien is, blijven de effectief gestorte volumes ruim onder het maximum.

Tabel 3-4: 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.
1	0,39	0,76	1,20	1,43	3,00
3	0,99	0,88	1,23	1,13	3,20
4	0	0	0	0	2,40
5	1,31	0,84	0,83	0	3,80
6	0	0	0	0	1,00
7	0	0	0	0	0

Net zoals voor de baggervolumes, wordt voor de tabellen met de storthoeveelheden per vergunningsjaar voor de verschillende locaties en macrocellen verwezen naar Bijlage C: zie hiervoor naar de laatste rij van elke tabel.

- In het eerste vergunningsjaar (12/02/2010 - 11/02/2011) werden als belangrijkste stortlocaties Hooge Platen Noord of HPN (MC1) met ongeveer 3,5 Mm³ in situ en Plaat van Walsoorden (MC5) met 3,7 Mm³ in situ gebruikt. Het gaat hierbij om het gebruik van verdiepingsbaggerspecie die gebruikt wordt voor de aanleg van verondiepingen aan de plaatranden met als doel op termijn laagdynamisch ecologisch waardevol gebied te creëren zoals vooropgesteld in het Protocol Voorwaarden Flexibel Storten. Zo werd er ook op Hooge Platen West of HPW (MC1) 2 Mm³ in situ gestort. De Rug van Baarland is met 700.000 m³ in situ minder prominent aanwezig in de cijfers van het eerste jaar. In nevengeulstortvak SN51 (MC5) werd 1,3 Mm³ in situ gestort.
- Voor het tweede vergunningsjaar (12/02/2011 - 11/02/2012) verschuift de klemtoon zeer duidelijk naar SH41 (MC4) met ongeveer 3,9 Mm³ in situ gestort volume terwijl geen enkel andere stortlocatie meer dan 900.000 m³ in situ vertegenwoordigd. De specie wordt wel zeer gelijkmatig over de andere stortlocaties verdeeld aangezien er ook geen enkel stortvak minder dan 500.000 m³ in situ ontving. MC4 is dus het meest gebruikt voor dit jaar, MC1 en MC5 zijn wel nog steeds belangrijker dan MC3 of MC6.
- Min of meer hetzelfde geldt voor het derde vergunningsjaar (12/02/2012 - 11/02/2013). In SH41 (MC4) wordt 2,9 Mm³ in situ gestort. SN31 (MC3) is met meer dan 1,2 Mm³ in situ volume de 2e grootste stortlocatie geworden en ook SN11 (MC1) ligt met net geen 1,2 Mm³ in situ boven het miljoen.
- Voor het vierde vergunningsjaar (12/02/2013 - 11/02/2014) is er dezelfde tendens en is het verschil groter. In SH41 (MC4) wordt er nu bijna 4,5 Mm³ in situ gestort. SN11 (MC1) met 1,4 Mm³ in situ en SN31 met 1,1 Mm³ in situ vertonen dus een significant

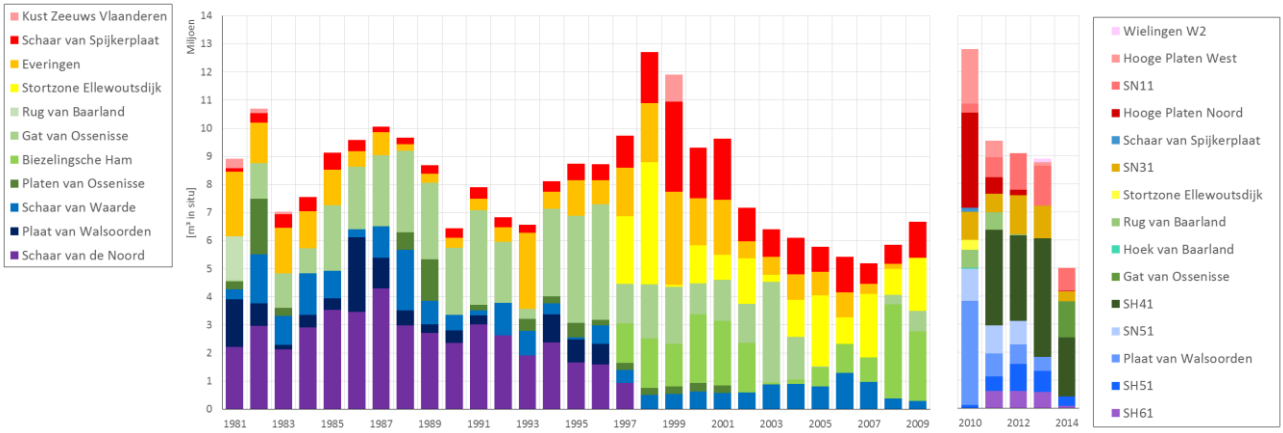
lager volume. De overige specie wordt opnieuw evenwaardig verdeeld over de andere stortlocaties.

- Het vijfde vergunningsjaar (12/02/2014 - voorlopig 01/06/2014) lijkt qua verhoudingen dezelfde richting op te gaan. Het Gat van Ossenisse (MC4) 1,3 Mm³ in situ en SH41 (MC4) 1 Mm³ in situ ontvingen veruit de meeste stortvolumes. Hoofdgeulstortvak SH71 (MC7) is tot op 01/06/2014 nog niet gebruikt als stortvak.

Verder worden in Bijlage B grafieken weergegeven met de cumulatieve stortvolumes per locatie over de verschillende vergunningsjaren heen.

- HPN (MC1) werd voornamelijk in de eerste twee vergunningsjaren intensief gebruikt. In jaar 3 en 5 worden nog kleine hoeveelheden bij gestort. In totaal werd er tot 01/06/2014 ongeveer 4,2 Mm³ in situ gestort.
- HPW (MC1) vertoont een gelijkaardige stortintensiteit als HPN. Het voorlopige totaal op 01/06/2014 komt hier slechts op 2,7 Mm³ in situ.
- SN11 (MC1) werd vanaf het einde van het eerste vergunningsjaar tot 01/06/2014 vrij continu gebruikt voor een totaal van ca. 4,4 Mm³ in situ baggerspecie.
- SN31 (MC3) is eveneens regelmatig gebruikt als stortvak en komt tot 01/06/2014 op een totaal van 4,5 Mm³ in situ.
- Rug van Baarland (MC4) is enkel in de eerste twee vergunningsjaren gebruikt met een totaal stortvolume van 1,3 Mm³ in situ. Omwille van bezorgdheid over de sterke autonome sedimentatie is door het Overleg Flexibel Storten beslist hier niet meer te storten sinds begin 2012.
- SH41 (MC4), een stortvak waarbinnen een diepe erosieput (t.h.v. de Nol van Ossenisse) is gelegen, is sinds het tweede vergunningsjaar in gebruik. Tussen 12/2/10 en 1/6/14 is 12,3 Mm³ in situ gestort.
- Plaat van Walsoorden (MC5) is in het eerste vergunningsjaar intensief gebruikt, in het tweede en het derde jaar minder intenstief en in kortere campagnes van 1 à 2 maanden. In totaal werd er tot 01/06/2014 ongeveer 5,7 Mm³ in situ gestort.
- SH51 (MC5) is over de 5 verschillende vergunningsjaren nu en dan gebruikt en komt tot 01/06/2014 op een totaal van 2,7 Mm³ in situ.
- SN51 (MC5) werd tot het begin van het derde vergunningsjaar gebruikt en ontving een totaal van ongeveer 3Mm³ in situ.
- SH61 (MC6) werd sinds het tweede vergunningsjaar vrij continu als stortvak gebruikt, maar slechts voor kleine hoeveelheden. In totaal werd er tot 01/06/2014 ongeveer 1,9 Mm³ in situ gestort.
- Ten slotte wordt vermeld dat in het kader van een afzonderlijke vergunning, zand gesuppleerd is aan het strand van Hoek van Baarland (MC4). Verder zijn geulwandstortingen uitgevoerd in het Gat van Ossenisse (MC4) ter hoogte van de Platen van Hulst in de loop van 2014. Het betreft een volume van 1,3 Mm³ in situ. Deze geulwandstoringen vallen buiten de reguliere stortvergunning, maar dienen wel vermeld te worden vanuit het belang voor de ontwikkeling van het gebied.

Deze ontwikkelingen worden ook weergegeven in Figuur 3-3 en Bijlage B waar eveneens de belangrijkste locaties in de voorbije decennia aangegeven zijn (opgelet, voor 2014 is slechts tot 01/06 weergegeven). Er is een opsplitsing gemaakt tussen de periode voor en deze na 2010.



Figuur 3-3: Stortlocaties in de Westerschelde tussen 1981 en 2014 (tot 01/06)

Samenvatting

Hieronder volgt een opsomming van de meest opvallende cijfers of bijzonderheden uit de tabellen en figuren:

- Enkele stortvakken zoals SN41, SN61 en SH71 werden nog niet gebruikt om specie te bergen;
    - In SN41 (Middelgat) werd 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.
    - SN61 is niet gebruikt omdat het praktisch onmogelijk is om met baggerschepen in het gebied te komen wegens beperkte diepgang.
    - In SH71 is niet gestort vanwege de bezorgdheid dat de daar gestorte specie voor extra aanslibbing in het Land van Saeftinghe zou zorgen.
- De stortingen op de plaatranden (HPN, HPW, RVB en PWA) gebeurden voornamelijk in de eerste twee vergunningsjaren. In aansluiting met de conclusies van het Overleg Flexibel Storten op 17/04/2012 werd in het derde vergunningsjaar en nadien niet meer bij RVB gestort. Voor de Rug van Baarland geldt dezelfde opmerking als SN41: na het ontstaan van bezorgdheid door de sterke autonome sedimentatie is er niet meer gestort in deze stortzone. Op de Plaat van Walsoorden werd de oorspronkelijk aangelegde megaduin uitgebreid en er werden stortingen voor de zuidelijke vloedschaar uitgevoerd om ook daar een verondieping te realiseren.
- De stortingen in de hoofdgeul gebeurden enkel in de macrocellen 4, 5 en 6 met een duidelijke overheersing van macrocel 4: >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;

- De meest gebruikte stortvakken zijn SH41 (>12 Mm³ in situ), Plaat van Walsoorden (>5,5 Mm³ in situ) en HPN, SN11 en SN31 (± 4,5 Mm³ in situ). De laagste hoeveelheden van de gebruikte vakken situeren zich ter hoogte van de Rug van Baarland (1,3 Mm³ in situ) en SH61 (1,9 Mm³ in situ).

De resultaten van de laatste twee punten liggen in de lijn van de vergunde stortcapaciteit. Zoals te lezen in Tabel 3-3, verschillen de volumes sterk per macrocel en per geul/plaatrand. Het zwaartepunt van de reeds uitgevoerde stortingen valt samen met dat van de vergunde volumes.

3.1.3 Relatie bagger- en stortlocaties

Dit hoofdstuk beschrijft verder waar de gebaggerde specie gestort wordt. In Bijlage C wordt per vergunningsjaar een tabel gegeven waarin de hoeveelheden opgesplitst worden per macrocel en dan per bagger- of stortvak.

Alle verdiepingsspecie is naar de plaatranden gebracht. De stortcampagne op Hooge Platen West (HPW) is uitgevoerd met zand met voldoende korrelgrootte om aan de sterke stromingen te weerstaan, en aangevoerd vanuit het oostelijk deel van de Westerschelde.

Na de aanleg was het uitgangspunt om zoveel mogelijk specie binnen dezelfde macrocel te storten als waar ze gebaggerd is. Ten gevolge van besluiten in het kader van het Overleg Flexibel storten, konden niet alle stortzones volledig benut worden en is er occasioneel specie stroomafwaarts gestort wanneer de capaciteit van de cel niet toereikend bleek.

De gebaggerde specie wordt steeds terug in de Schelde gestort, binnen dezelfde landsgrenzen. De uitzondering hierop is dat het Vlaams Gewest jaarlijks ongeveer 300.000 m³ in situ specie van Nederland (drempel van Bath t/m drempel van Hansweert) naar België mag brengen. Deze specie wordt aan land gebracht (bijna steeds aan de Waaslandhaven). In Bijlage D wordt een overzicht van deze volumes weergegeven. In 2013 is er ongeveer 500.000 m³ in situ naar België gebracht (eveneens Prosperpolder). Dit betreft 2 campagnes die deel uitmaken van een aparte vergunning, in januari-februari 2013 en dececember 2013.

3.2 BAGGERWERKZAAMHEDEN BENEDEN-ZEESCHELDE

3.2.1 Baggeractiviteiten

De jaarlijkse hoeveelheid onderhoudsspecie in de Beneden-Zeeschelde wordt weergegeven in Tabel 3-5. Er wordt onderscheid tussen zand en slib gemaakt. 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 ligt sinds het uitzonderlijk hoge jaar 2011 opnieuw een niveau lager, maar nog boven de volumes van de jaren voor 2011. De gebaggerde volumes liggen hoger dan de verwachting in het MER (Consortium Arcadis-Technum, 2007b), maar dat was ook in 2008 al het geval.

Tabel 3-5: Uitgevoerde baggerhoeveelheden voor het jaarlijks onderhoud van de Beneden-Zeeschelde [m³ in beun voor zand en m³ V' voor slib[4]]

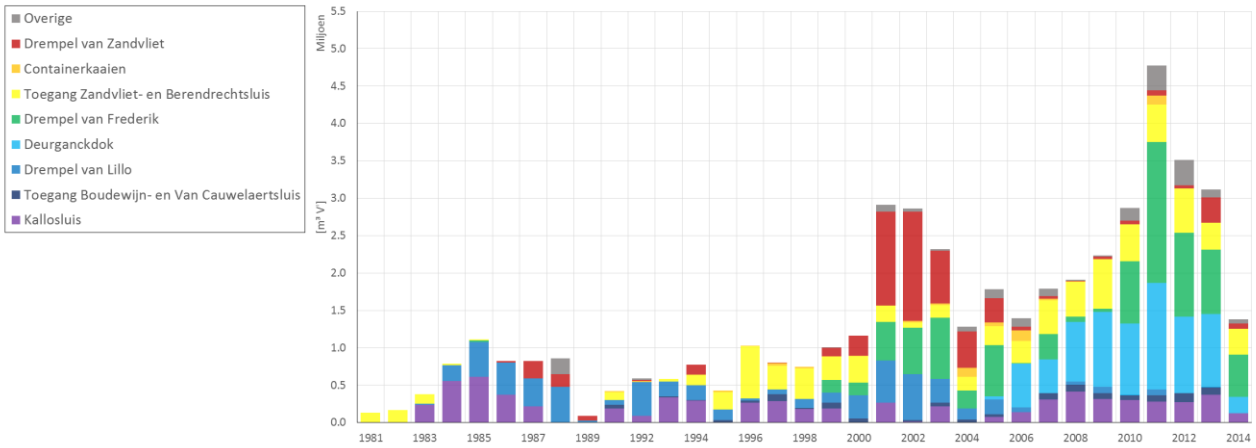
Soort specie	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014 (tot 01/6)	MER
Zand	1,4	1,5	0,9	2,3	1,4	1,9	0,6	2,4
Slib	1,9	2,2	2,2	4,8	3,4	3,1	1,2	1,7

In Bijlage E worden de volumes uit Tabel 3-5 opgeteld met de verdiepingsvolumes weergegeven waarbij per jaar de onderverdeling in bagger- en stortvakken gemaakt is (de volumes zand zijn weergegeven in m³ in situ).

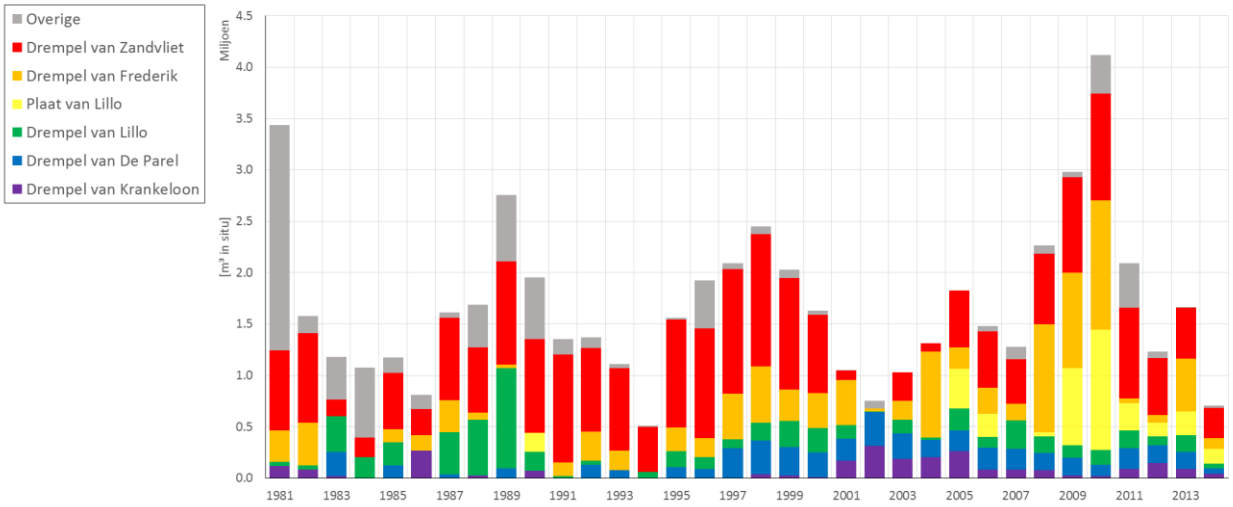
Het baggeren van slibrijk materiaal concentreert zich vanaf 2008 voornamelijk in het Deurganckdok, ter hoogte van de toegangsgeul aan de Kallosluis en deze aan de Zandvliet- en Berendrechtsluis. Vanaf 2010 verhoogt het volume aan de Drempel van Frederik, wat ook in het MER (Consortium Arcadis-Technum, 2007c) werd voorzien, alsook in het vaarwater aan de Plaat van Lillo. Noteer dat er in 2010 nog 0,65 Mm³ 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 de belangrijkste onderhoudslocatie geworden. Het Deurganckdok volgt kort daarna als tweede grootste baggerlocatie. Ook in 2012 tot en met 2014 zet dit zich verder. De toegangsgeulen tot de sluizen blijven als vanzelfsprekend ook belangrijk. Dit wordt ook weergegeven in Figuur 3-4 waar eveneens de belangrijkste locaties in de voorbije decennia aangegeven zijn (opgelet, voor 2014 is slechts tot 01/06 weergegeven).

In het MER (Consortium Arcadis-Technum, 2007c) werd voorspeld dat er meer slib zou gaan sedimenteren aan o.a. de Drempel van Frederik en ter hoogte van de monding van het Deurganckdok als gevolg van de autonome ontwikkeling, en ter hoogte van de Drempel van Frederik als gevolg van de derde verruiming, wat nu inderdaad blijkt te gebeuren. De derde verruiming zelf zou leiden tot een afname van de aanslibbing in het Deurganckdok. Daarnaast 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 duidelijk hoger uit dan wat in het MER werd voorzien. De ontwikkelingen rond het Deurganckdok spelen hier echter een rol in: de extentie van het dok in 2007 en de verdieping van het onderhoudsbaggerpeil in 2011. Vooral dit laatste heeft op korte tijd een groot volume slib in het systeem doen brengen.

[4] 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.



Figuur 3-4: Baggervolume en –locatie van slibrijke specie in de Beneden-Zeeschelde



Figuur 3-5:Baggervolume en -locatie van zandrijke specie in de Beneden-Zeeschelde

In de havendokken op linker- en rechteroever wordt er eveneens een hoeveelheid slib gebaggerd. De laatste jaren omvat dit een hoeveelheid die varieert tussen 100.000 en 500.000 m³ V'.

Voor de zanderige specie 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 in de cijfers. Voor de periode 2011-2014 is de Drempel van Zandvliet de belangrijkste baggerlocatie en zijn de volumes op de Drempel van Frederik ongeveer even hoog als deze van de andere gebieden. Enkel in 2013 ligt de Drempel van Frederik op het niveau van de Drempel van Zandvliet. Dit wordt ook weergegeven in Figuur 3-5 waar eveneens de belangrijkste locaties in de voorbije decennia aangegeven zijn (opgelet, voor 2014 is slechts tot 01/06 weergegeven).

In de havendokken op linker- en rechteroever wordt er eveneens een hoeveelheid zand gebaggerd. De laatste jaren omvat dit een hoeveelheid die varieert van 0 tot 150.000 m³ in situ.

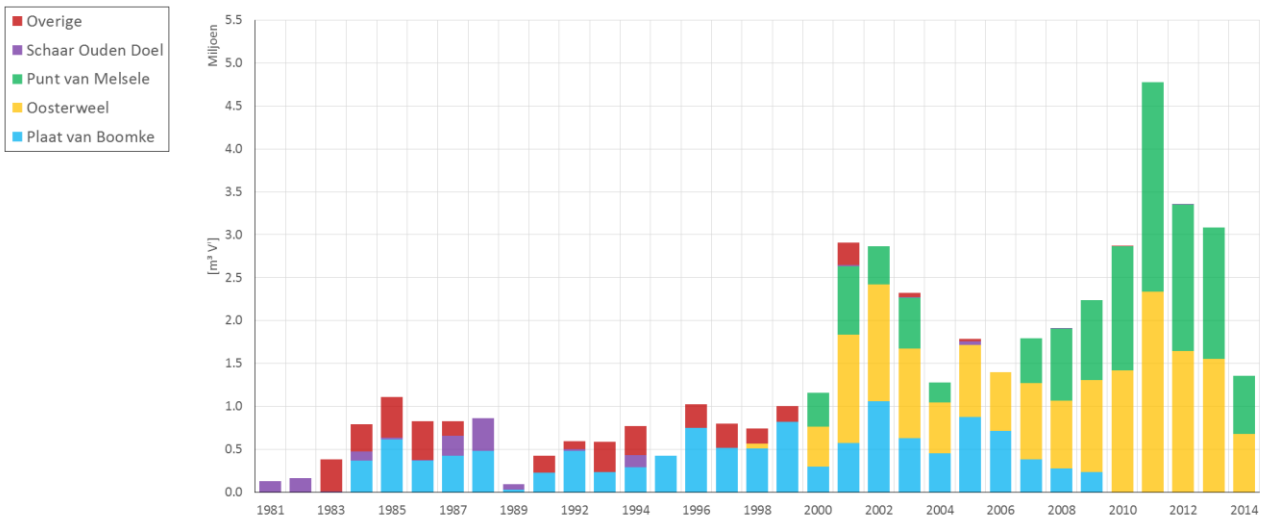
3.2.2 Stortgegevens

Net zoals voor de baggervolumes, worden ook voor de Beneden-Zeeschelde de tabellen met de storthoeveelheden per jaar voor de verschillende locaties besproken in Bijlage E: zie hiervoor naar de laatste rij van elke tabel.

Er kunnen de volgende bemerkingen gemaakt worden:

Voor slib:

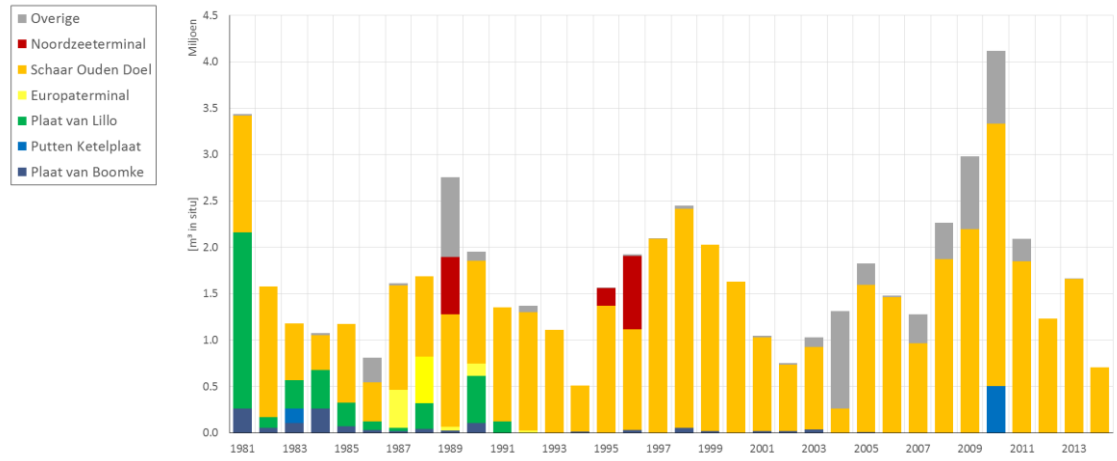
- De voorbije jaren zijn er systematisch grote hoeveelheden in de stortvakken Oosterweel en Punt van Melsele gestort met een intensifiëring in 2011. De Plaat van Boomke werd in 2008 en 2009 voor het laatst gebruikt als stortlocatie. Dit wordt ook weergegeven in Figuur 3-6 waar eveneens de belangrijkste locaties in de voorbije decennia aangegeven zijn (opgelet, voor 2014 is slechts tot 01/06 weergegeven).



Figuur 3-6: Stortlocaties voor slibrijke specie in de Beneden-Zeeschelde tussen 1981 en 2014 (tot 01/06)

Voor zand:

- Veruit de belangrijkste stortlocatie voor zand is de Schaar van Ouden Doel (bijna 14 Mm³ in situ sinds 2008). Verder zijn er de voorbije jaren enkele opspuitwerken uitgevoerd. Deze bestonden meestal uit relatief korte baggercampagnes van een aantal honderdduizenden m³ in situ zoals deze voor gebruik aan land te Vlakte van Hoboken (2008), aan de Putten Ketelplaat (2010) en aan de Prosperpolder (2011). In het Doeldok, Waaslandhaven genoemd in de tabellen, (2008-2011) is er bijna 2 Mm³ in situ opgespoten. Dit wordt ook weergegeven in Figuur 3-7 waar eveneens de belangrijkste locaties in de voorbije decennia aangegeven zijn (opgelet, voor 2014 is slechts tot 01/06 weergegeven).



Figuur 3-7: Stortlocaties voor zandrijke specie in de Beneden-Zeeschelde tussen 1981 en 2014 (tot 01/06)

3.2.3 Relatie bagger- en stortlocaties

In de tabellen van Bijlage E worden de slib- en zandhoeveelheden per kalenderjaar opgesplitst en weergegeven waar de gebaggerde specie uit een bepaald baggervak gestort wordt. Zo kan men de relatie baggervak-stortvak bestuderen.

Voor slib:

- De gebaggerde slibhoeveelheden worden zeer gelijkmatig verdeeld over de stortvakken Oosterweel en Punt van Melsele.

Voor zand:

- De specie die op de Schaar van Ouden Doel gestort is, is afkomstig van al de verschillende baggervakken.

3.2.4 Compensatiemaatregelen

In de Passende Beoordeling uit het MER (Consortium Arcadis-Technum, 2007d) 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 tot een goede uitgangshoogte slik- en schorontwikkeling tot stand komen. Er kan zo 3ha slik en 3ha schor gerealiseerd worden.

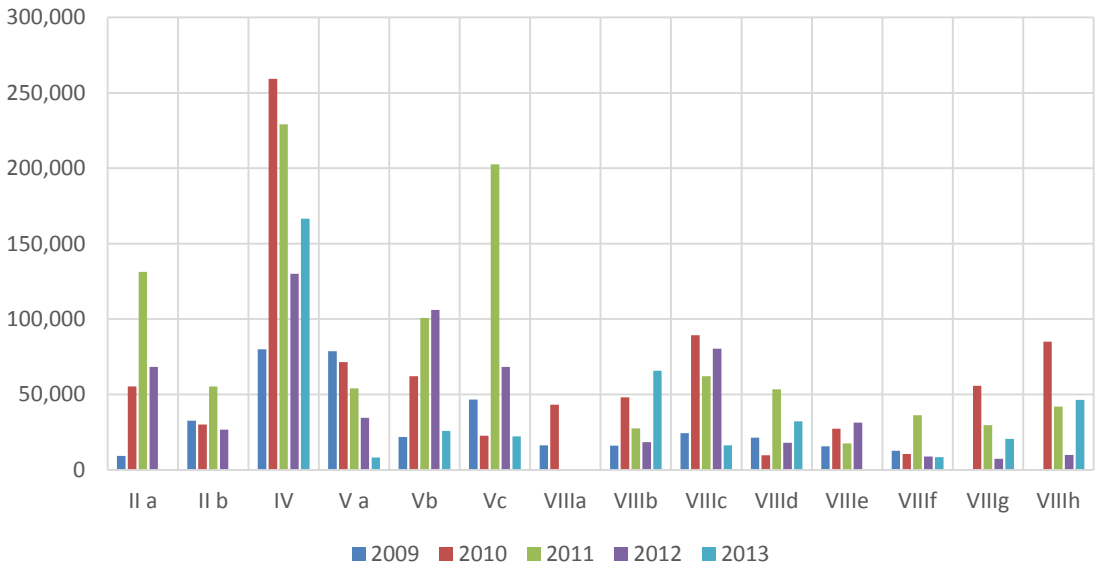
De aanlegwerken voor slik en schor zijn beëindigd sinds half juli 2014. Men is enkel nog een jaagpad op de dijken aan het aanleggen en de afwateringsconstructie ter hoogte van ExxonMobil. De totale oppervlakte van het slik en schor dat is gerealiseerd bedraagt 7 ha. In fase 1 van de werken: 2,7 ha en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

3.3 ZANDWINNING

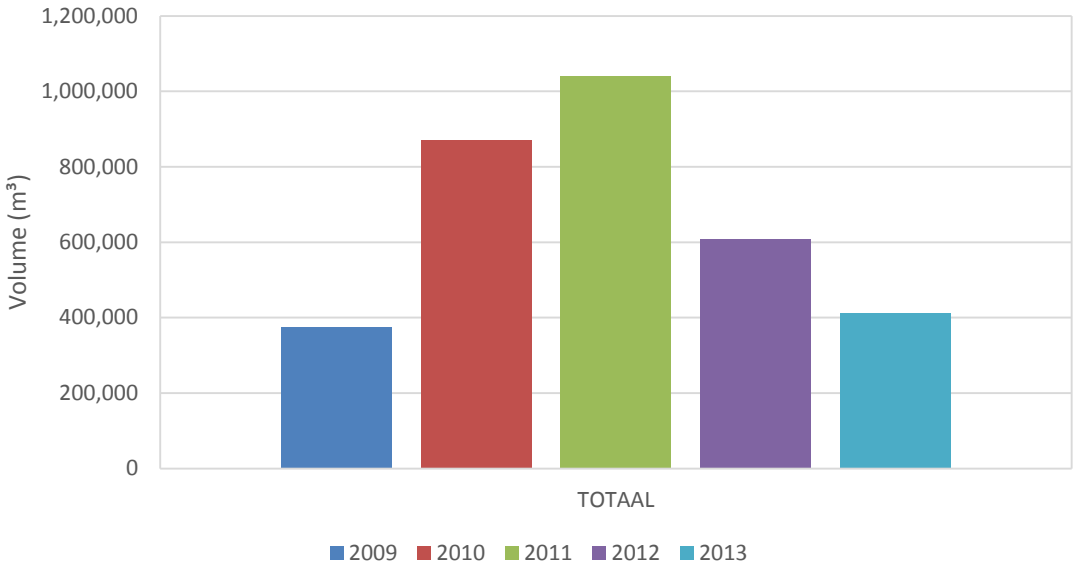
3.3.1 Westerschelde

De hoeveelheid gewonnen zand in de Westerschelde tussen 2009 en 2013 wordt weergegeven in Figuur 3-8 per zandwinningsvak en in Figuur 3-9 voor het totaal. De locatie van de winningsvakken is weergegeven in Bijlage F (bruine kleur). Het is duidelijk dat vak IV op de Platen van Ossenisse het meest gebruikt wordt voor winning. Voor het totaal kan men zien dat de hoeveelheid gewonnen zand voor de recente jaren het hoogst lag in 2011. De jaren daarna verminderen de hoeveelheden door de verplichte afbouw van de zandwinhoeveelheden. Na 2014 zal de zandwinning in de Westerschelde volledig beëindigd worden.

Merk op dat er bij Walsoorden zowel baggerspecie gestort als zand gewonnen wordt. Dit werd in beschouwing genomen door het Overleg Flexibel Storten.



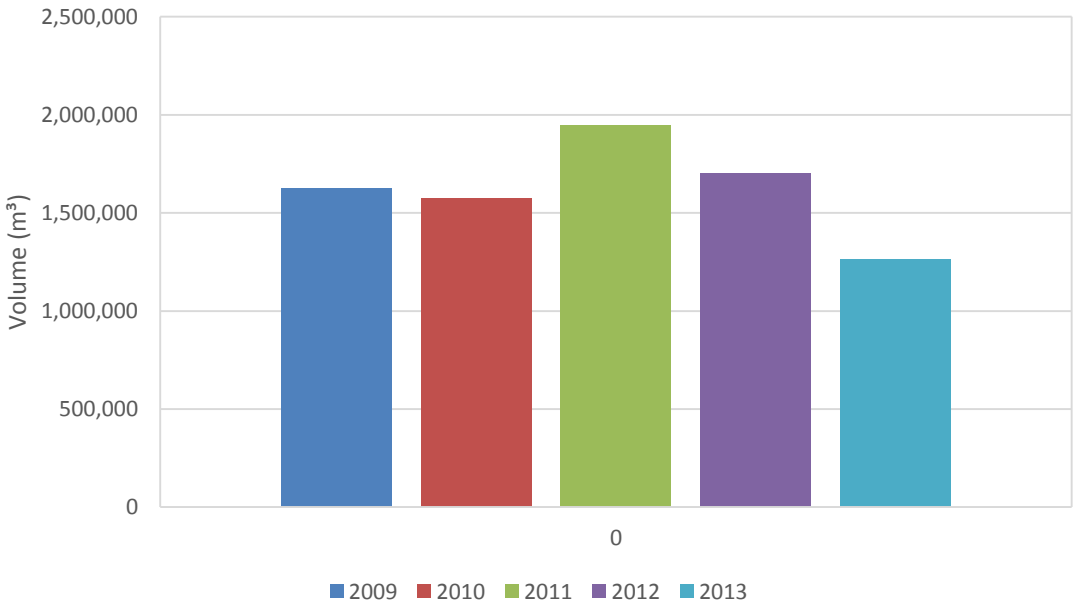
Figuur 3-8: Overzicht van de hoeveelheid gewonnen zand in de Westerschelde tussen 2009 en 2013 per zandwinningsvak [m³]



Figuur 3-9: Overzicht van de hoeveelheid gewonnen zand in de Westerschelde tussen 2009 en 2013 totaal [m³]

3.3.2 Beneden-Zeeschelde

Ook in de Beneden-Zeeschelde werd er de voorbije jaren zand gewonnen. Dit gebeurt op de Schaar van Oudel Doel wat ook de standaard stortlocatie is voor zand in de Beneden-Zeeschelde (zie Hoofdstuk 3.2.2). In Figuur 3-10 worden de jaarlijkse totalen weergeven. De hoeveelheden schommelen rond een gemiddelde van 1,5 Mm³ jaarlijks.



Figuur 3-10: Overzicht van de hoeveelheid gewonnen zand in de Beneden-Zeeschelde (Schaar van Ouden Doel) tussen 2009 en 2013 totaal [m³]

3.4 HAVENSTORTINGEN (WESTERSCHELDE)

De storthoeveelheden vanuit de havens (aanleg en onderhoud) tot 2013 zijn weergegeven in Tabel 3-6. Dit beeld kan veranderen als de definitieve stortgegevens vanuit de Rijkshavens (bv. Terneuzen Westbuitenhaven) voor 2009 en 2010 beschikbaar komen. Deze worden beheerd door Rijkswaterstaat Zee en Delta. Verder ontbreken nog enkele storthoeveelheden vanuit kleinere havens. De volumes uit 2008, 2009 voor Terneuzen Autrichehaven zijn niet beschikbaar, maar liggen wellicht hoog aangezien in 2008-2009 de Autrichehaven uitgebreid is van een oorspronkelijke lengte van 225 meter tot een totale lengte van 630 meter. De locatie van de stortvakken die gebruikt worden voor de havenstortingen, is weergegeven in Bijlage F.

Bij vergelijking van de havenstortingen over de verschillende jaren, blijkt dat het gestort volume voor de meeste havens gedaald is tot 2010, maar in 2011 stuk hoger ligt. Voornamelijk uit Terneuzen Braakmanhaven en Vlissingen Oost havens werd een groot volume gebaggerd. Vanaf 2012 liggen de hoeveelheden opnieuw rond dezelfde grootteorde als voor 2011 met een totaal van 3 à 5 Mm³. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen zand en slib aangezien geen exacte sedimentsamenstelling bekend is. Aangezien de sedimentsamenstelling tussen 1955 en 2009 als 60 % zand en 40 % slib beschouwd werd (IMDC *et al.*, 2013), kan dit voor de jaren nadien benaderend ook gedaan worden.

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. Mogelijks kunnen in de toekomst langere termijn evoluties een duidelijker beeld van de effecten van de verruiming op de havenstortingen geven.

Tabel 3-6: Storthoeveelheden (onvolledig; zie tekst) vanuit havens in de Westerschelde tot 2013 [Mm³]
(data: RWS Zee en Delta)

Locatie	Stortvak	Macrocel	Stortvolume (Mm³ in situ)					
			2008	2009	2010	2011	2012	2013
Havens RWS Zee en Delta	meerdere	meerdere	1,22	1,25	1,04	1,23	1,23	1,68
Terneuzen Braakmanhaven	W15H	3	1,02	1,19	0,72	1,32	0,31	1,41
Terneuzen Autrichehaven	W16	3				0,27		
Vlissingen Buitenhaven	W09/W10	1	0,31	0,22	0,18	0,05	0,22	0,22
Vlissingen Oost havens	W13	1	1,53	1,07	0,89	1,34	1,12	1,09
Hoedekenskerke Jachthaven	W19	4	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Jetty steiger Braakmanhaven	W15H	3				0,55		
Vlissingen Sloehaven Scheldepoort werf	W13	1						
EPZ Koelwaterinlaat Kerncentrale Borssele	W20/W21	1	0,03	0,04		0,03	0,08	0,06
Breskens Jachthaven	W17/W18	2				0,04	0,03	0,07
Walsoorden Landbouwhaven	W22	5				0,04	0,01	0,02
TOTAAL			4,12	3,79	2,85	4,91	3,01	4,56

Uit het Basisrapport Morfologie uit het MER Verruiming vaargeul (Consortium Arcadis-Technum, 2007e), blijkt dat er geen negatieve effecten met betrekking tot de stabiliteit van het meergeulensysteem verwacht worden als gevolg van havenstortingen: *"Op schaalniveau van het hele estuarium wordt het effect van de beschouwde storthoeveelheden op de zandbalans verwaarloosbaar klein geschat. Het gebaggerde materiaal uit de havens is immers ooit van het estuarium vandaan gekomen. Er wordt ook voornamelijk gestort in de buurt van de havens. Dit betekent dat de effecten op de zandbalans op het schaalniveau van de verschillende bochtgroepen (macrocellen) ook klein zijn."*

Desalniettemin is het belangrijk te vermelden dat de omvang van de havenstortingen in vergelijking met de omvang van de onderhoudsbaggerwerekn in de Westerschelde, niet onderschat mag worden. Het totaalvolume van de periode 2008-2013 aan gestort sediment vanuit haves (23,2 Mm^3) is ruim 40 % van het volume vaargeulonderhoud en –verdieping is uitgevoerd (54,6 Mm^3).

3.5 GEULWANDVERDEDIGING

In §3.1 wordt reeds vermeld dat in 2014 geulwandstortingen aan het Gat van Ossenisse zijn uitgevoerd voor een volume van 1,3 Mm^3.

3.6 HOOFDPUNTEN

- De belangrijkste baggerlocaties tussen de 3^e verruiming in 2010 en 1 juni 2014 zijn:
    - Drempel van Hansweert (10,2 Mm^3)
    - Drempel van Valkenisse (5,7 Mm^3)
    - Drempel van Borssele (5,6 Mm^3)
    - Ov. Van Valkenisse (5,5 Mm^3)
    - Drempel van Bath (4,4 Mm^3).

  Alhoewel ze ruimtelijk beperkter in omvang zijn dan de westelijke drempels, leveren de oostelijke drempels duidelijk de grootste hoeveelheid onderhoudswerk.
- De plaatrandstortingen concentreren zich qua omvang in het eerste (aanleg)jaar van het project. In de navolgende jaren zijn hier eerder kleinere campagnes uitgevoerd.
- 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). Op HPN wordt ook omzichtig omgesprongen omwille van ongewenste ophoging van het westelijk deel van de plaat.
- Vanaf projectjaar 2 is het hoofdgeulstortvak SH41 het meest gebruikte stortvak (>12 Mm^3).
- Enkele nevengeulstortvakken worden niet gebruikt: SN41 (nevengeul Middelgat, autonome sedimentatie), SN61 (Schaar van de Noord, te ondiep) en SN71 (extra aanslibbing Land van Saeftinghe).

- In de Beneden-Zeeschelde is in het zand-onderhoud geen duidelijke trend waarneembaar. Voor slib was er een maximum in 2011 (met Drempel van Frederik en Deurganckdok als belangrijke baggerlocaties). Sindsdien liggen de totalen weer een nivau lager, maar hoger dan voor 2011. De slibonderhoudsvolumes liggen ook beduidend hoger dan wat in het MER voorzien was.
- Deurganckdok en de Drempel van Frederik vormen de twee belangrijkste slibsedimentatiegebieden in de laatste jaren, zoals voorspeld in het MER, niet alleen als gevolg van de verruiming maar ook de autonome ontwikkeling. Het MER voorzag een herverdeling in de slibsedimentatie waardoor de totale slibsedimentatie en –onderhoud niet significant zou toenemen, terwijl dit laatste wel het geval blijkt.
- Slibstortingen vinden vooral plaats te Oosterweel en Punt van Melsele, met een intensiteitspiek in 2011. De Plaat van Boomke werd sinds 2009 niet meer benut. De belangrijkste stortplaats voor zand is onveranderd de Schaar Ouden Doel.
- De zandwinning in de Westerschelde vertoont een afnemende trend en wordt op termijn volledig beëindigd.
- De stortingen van slib en zand afkomstig uit de havens varieert sterk van jaar tot jaar, maar is ook een belangrijke baggeractiviteit in de Westerschelde die qua omvang ruim 40 % is van de verruiming en onderhoud in de periode 2008-2013.

4. HYDRODYNAMIEK

De veranderingen in de waterbeweging in het estuarium wordt verklaard door randvoorwaarden (getij, wind, ruwheid, bovenafvoer) en geometrische eigenschappen (breedte, diepte, convergentie, …). In dit hoofdstuk wordt voor een aantal parameters nagegaan hoe de waterbeweging geëvolueerd is ten opzichte van de situatie voorafgaand aan de derde verruiming en het flexibel storten.

4.1 HOOG- EN LAAGWATERSTANDEN

4.1.1 Methodologie

Om een evaluatie van de ontwikkeling van het getij te kunnen maken, moeten er verwachtingswaarden voor de jaargemiddelde waterstanden van 2010 t.e.m. 2013 opgesteld worden, gebaseerd op de reeds bestaande toestand. Omdat de Westerschelde een natuurlijk systeem is, kan de waterstand niet volledig deterministisch bepaald worden en wordt er een 95 % verwachtingsinterval (of voorspellingsinterval) opgesteld voor de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden. Dit betekent dat er verwacht wordt dat 95 % van de toekomstige waterstanden binnen dit interval zal vallen. Het verwachtingsinterval wordt opgesteld op basis van een trendanalyse over de jaren voorafgaande aan 2010.

Wanneer de gemeten jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden binnen de verwachtingswaarden vallen, dan vallen deze binnen de fluctuaties van het natuurlijke systeem en is er geen reden om aan te nemen dat de verruimming van de Schelde, de strategie van het flexibel storten of andere projecten een significante invloed hebben op de jaargemiddelde hoogwaters en laagwaters.

De trendanalyse zal worden beperkt tot de curvefitting van een aangenomen relatie met betrouwbaarheidsintervallen. Gebaseerd op de kennis van de Westerschelde en Zeeschelde wordt a priori aangenomen dat de trend wordt samengesteld uit een sinusoïdale component, gerelateerd aan de 18.6-jarige nodale cyclus, en een lineaire component:

$$HW(t_n) = mt_n + b + C.\cos(2\pi f t_n - \varphi) + \epsilon(t_n) \text{ of} \qquad \text{(formule 1)}$$

$$HW(t_n) = mt_n + b + A.\cos(2\pi f t_n) + B.\sin(2\pi f t_n) + \epsilon(t_n) \qquad \text{(formule 2)}$$

Waarin :

- HW : jaargemiddelde hoogwater
- b : een constante waarde
- m : de regressiecoëfficiënt van de lineaire component
- C : de amplitude van de nodale tijmodulatie
- f : de frequentie van de nodale tijmodulatie (= 1/18.613 Hz)
- φ : de faseverschuiving van de nodale tijmodulatie (met periode 18.613 jaar)
- A : $A = C * cos(\varphi)$

B : $B = C * sin(\varphi)$

ϵ residu, of verschil tussen meting en model (trendlijn)

t_n : jaartal

De trend op de jaargemiddelde laagwaters is van dezelfde vorm als de trend op de jaargemiddelde hoogwaters, waarbij er op gelet moet worden dat de invloed van het nodale tijmodulatie op laagwater precies in tegenfase is met de invloed op hoogwater. Tevens moet er rekening gehouden worden met het feit dat de invloed van de nodale tijmodulatie op de verschillende locaties in fase is.

Deze fasen worden geëvalueerd voor Vlissingen door middel van een multilineaire regressie-analyse voor de volledige periode 1882-2009 met formule 1. De faseverschuiving wordt berekend aan de hand van parameters A en B met behulp van de volgende formule :

$$\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{B}{A}\right) \quad \text{(formule 3)}$$

De hieruit bekomen nodale faseverschuivingen zijn:

- $\varphi_{HW} = 95.779°$ voor de jaargemiddelde hoogwaterstanden;
- $\varphi_{LW} = -84.221°$ voor de jaargemiddelde laagwaterstanden.

De overige parameters worden berekend voor de andere stations door middel van een regressieanalyse met formule 2 waarbij bovenstaande fase wordt opgelegd.

Daarnaast wordt voor elk station ook een analyse gedaan van de cumulatieve som van de residuen op de (geëxtrapoleerde) T2009 trendlijn. Indien deze cumulatieve som buiten één van zijn controlegrenzen treedt, kan er gesproken worden over een afwijking van de T2009 trend en in extensie daarvan een mogelijke invloed van de projecten uit OS2010 (en in het bijzonder de derde verruiming) op het gedrag van het getij.

Er wordt nog opgemerkt dat deze analyse voor hoog- en laagwaterstanden vanaf het huidige voortgangsrapport gebruik maakt van de trendlijn die in het kader van het T2009-rapport (T2009-consortium, 2014) werd opgesteld per meetlocatie. Deze trend werd bepaald op de periode tussen T2009 en de laatste voorgaande statistisch bepaalde trendbreuk. De voorgaande methodologie wordt dan ook toegepast op de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstandtijdreeksen van zowel de Westerschelde als de Beneden-Zeeschelde.

4.1.2 Westerschelde

4.1.2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt voor Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Bath de evolutie van de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden afgebeeld voor hun respectieve T2009 regressieperioden. De trendlijn (samen met de 95 % betrouwbaarheids- en voorspellingsintervallen) is gecalibreerd op deze perioden en geëxtrapoleerd (voorspeld) voor 2010 - 2013.

4.1.2.2 Regressieparameters

In Tabel 4-1 worden de amplitude van de nodale cyclus en de helling van de lineaire component uit de regressievergelijking van het jaargemiddeld hoog- en laagwater voor de vier stations (Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Bath) weergegeven.

Hieruit blijkt dat de amplitude van de nodale getijcyclus (18,6 jarige cyclus) op de hoogwaters opwaarts afneemt, terwijl de gemiddelde stijging van het hoogwater toeneemt. Op de laagwaters wordt de omgekeerde trend waargenomen.

Tabel 4-1: Overzicht van de regressieparameters trend T2009, getijposten Westerschelde.

Locatie	Jaargemiddeld hoogwater			Jaargemiddeld laagwater		
-	Regressie-periode	Amplitude nodale cyclus	Helling lineaire component	Regressie-periode	Amplitude nodale cyclus	Helling lineaire component
Vlissingen	1965-2009	3.15 cm	0.24 cm/jr	1965-2009	3.87 cm	0.22 cm/jr
Terneuzen	1960-2009	3.53 cm	0.28 cm/jr	1960-2009	3.21 cm	0.12 cm/jr
Hansweert	1960-2009	3.00 cm	0.30 cm/jr	1980-2009	4.15 cm	0.17 cm/jr
Bath	1975-2009	2.25 cm	0.40 cm/jr	1976-2009	3.21 cm	0.01 cm/jr

4.1.2.3 Resultaten

Figuur 4-1 tot en met Figuur 4-8 presenteren de resultaten voor verschillende getijposten voor hoog- en laagwater in de Westerschelde. De meetwaarden gebruikt voor de regressie zijn in het blauw weergegeven. De groene volle lijn geeft de regressielijn weer, terwijl de gestippelde groene lijn het 95 %-betrouwbaarheidsinterval weergeeft (dit komt overeen met de mate van nauwkeurigheid van de schatting van de regressieparameters). De oranje gestippelde lijn geeft het 95 %-voorspellingsinterval weer (hierbij wordt tevens rekening gehouden met de variabiliteit van de hoog- of laagwaters). Ten slotte worden de recente meetwaarden als zwarte kruisjes weergegeven op de grafiek.

Er wordt ook verwezen naar Bijlage G voor een verdere analyse van de residuen van de metingen van de laatste jaren ten opzichte van de voorspelde trend. Hierin wordt gekeken of het gedrag van de residuen wijst op een mogelijk afwijking ten opzichte van de trend door middel van het gebruik van controlegrafieken.

Vlissingen

De meetwaarden van het jaargemiddelde hoog- en laagwater te Vlissingen na 2009 (i.e. 2010-2013) liggen onder de verwachtingswaarde, maar binnen het 95 % voorspellingsinterval (cf. Figuur 4-1, Figuur 4-2). Voor het jaargemiddelde hoogwater valt nog op dat deze min of meer dezelfde waarde is gebleven over de jaren 2010-2013. De onderschrijding van de verwachtingswaarde heeft als gevolg dat de cumulatieve som van de residuen net buiten zijn onderste controlegrens treedt voor het jaar 2013 (zie Bijlage G). Dit duidt op een mogelijke start van een trendbreuk, waarbij de waarnemingen lager uitvallen dan verwacht op basis van de voorgaande jaren, al is het nog te vroeg om dit zeker te zijn. De cumulatieve som heeft bovendien een dalende trend voor zowel de hoog- als laagwaters. Gezien het meetstation dicht bij de monding van het estuarium ligt, is een invloed van op zee (een verlaging van de extremen) mogelijk. Effectief, zoals blijkt uit de

analyse van de randinformatie (zie §8.2), blijkt de lage opzet tijdens de voorbije 4 jaar een meteorologische verklaring te geven voor deze onderschrijding.

Hiermee rekening houdende kan een invloed van de derde verruiming en andere projecten in het kader van OS2010 op de hoog -en laagwaters te Vlissingen niet aangetoond worden.

Terneuzen

De meetwaarden van het jaargemiddelde hoogwater te Terneuzen liggen onder de verwachtingswaarde, maar binnen het 95 % voorspellingsinterval (cf. Figuur 4-4). De meetwaarden van het jaargemiddelde laagwater te Terneuzen liggen daarentegen zelfs op de verwachtingswaarde of binnen het 95 % betrouwbaarheidsinterval van de verwachtingswaarden.

Een invloed van de derde verruiming (en andere projecten in het kader van OS2010) op de hoog -en laagwaters te Terneuzen kan niet aangetoond worden.

Hansweert

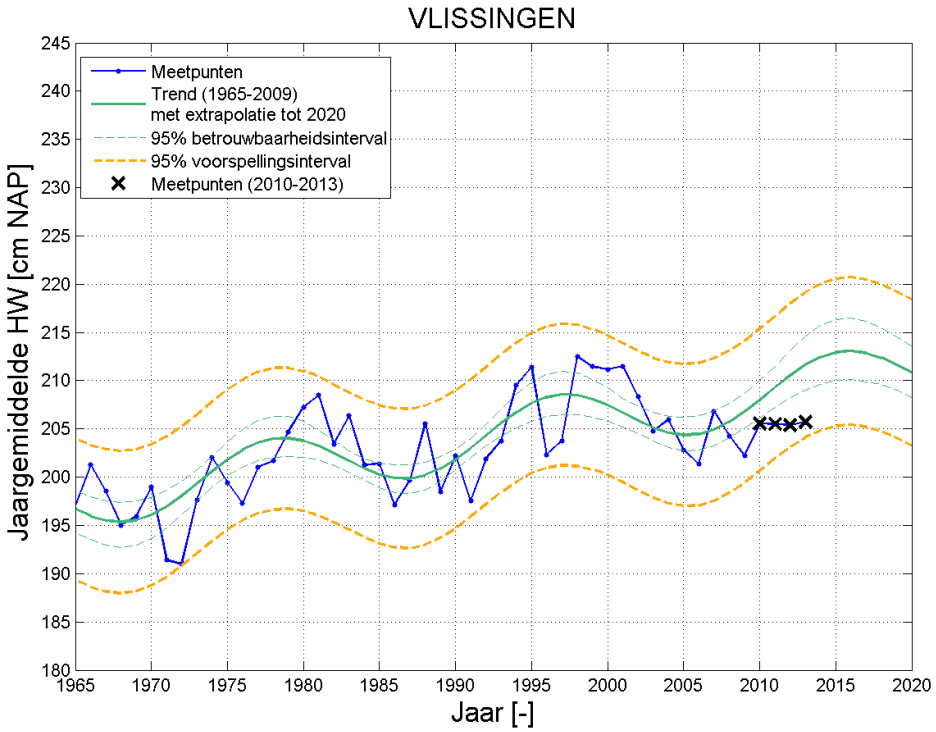
De jaargemiddelde hoogwaterstanden van 2010-2013 te Hansweert liggen onder de verwachtingswaarde, maar wel binnen het 95 % betrouwbaarheids- en voorspellingsinterval (cf. Figuur 4-6). De laagwaterstanden voor deze jaren liggen rond de verwachtingswaarde, binnen het 95 % betrouwbaarheids- en voorspellingsinterval.

Een invloed van de derde verruiming (en andere projecten in het kader van OS2010) op de hoog -en laagwaters te Hansweert kan dus niet aangetoond worden.

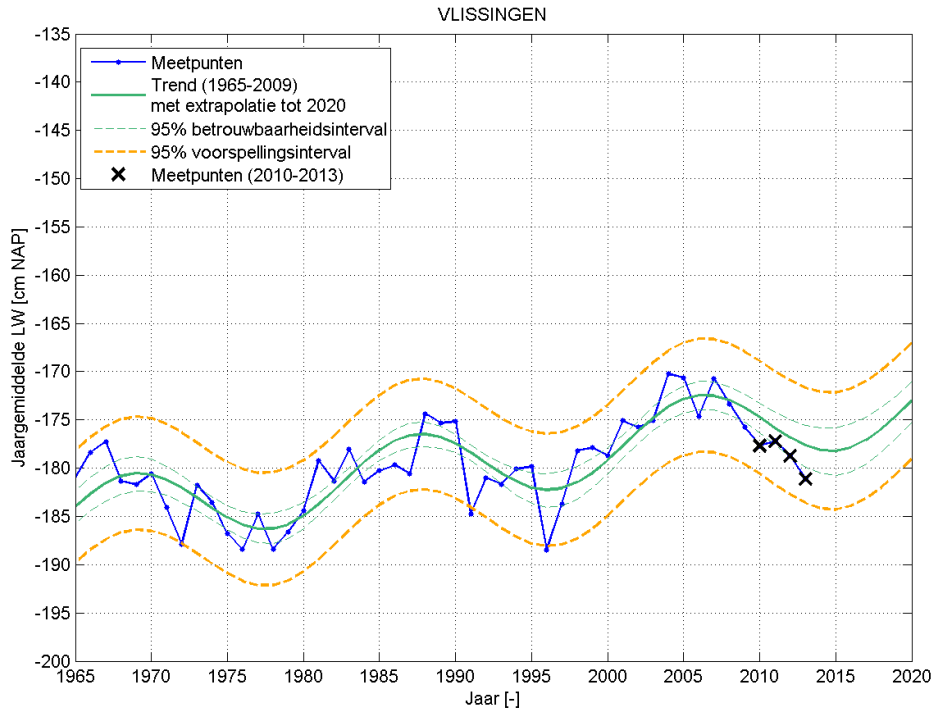
Bath

De meetwaarden van het jaargemiddelde hoog- en laagwater te Bath liggen onder de verwachtingswaarde, maar binnen het 95 % voorspellingsinterval en zelfs binnen het 95 % betrouwbaarheidsinterval voor het hoogwater (cf. Figuur 4-8). De cumulatieve som van de residuen toont in beide gevallen na 2009 een dalende trend, maar blijft binnen de controlegrenzen voor hoogwater en valt er buiten voor het gemiddelde laagwater van 2013.

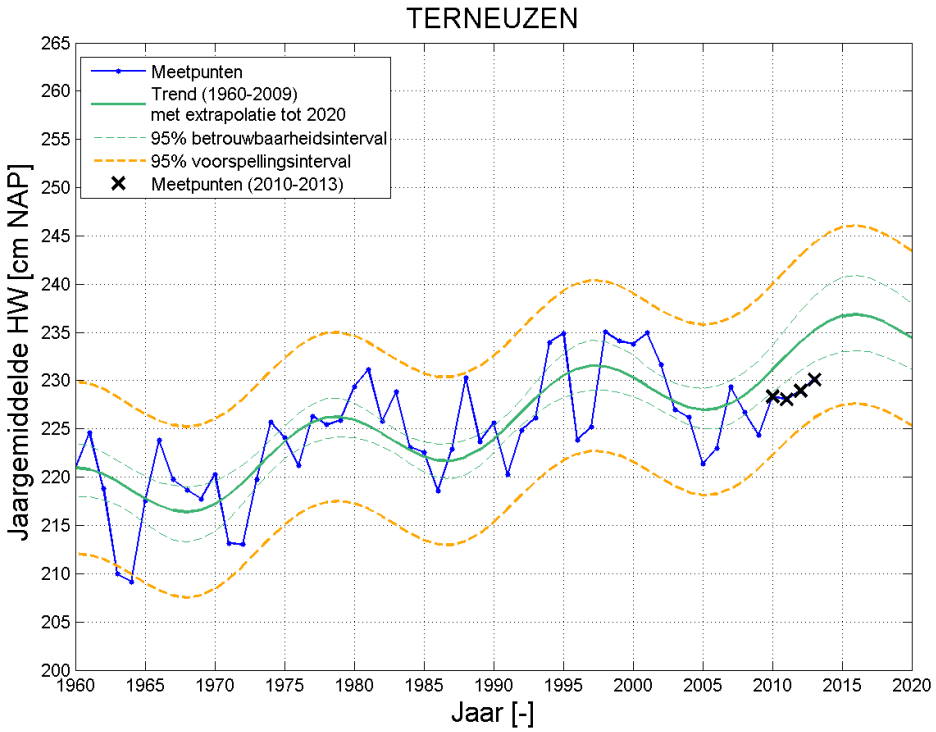
Een invloed van de derde verruiming (en andere projecten in het kader van OS2010) op de hoog -en laagwaters van 2010-2013 te Bath kan niet met zekerheid aangetoond worden. Echter, het feit dat in geval van het laagwater de cumulatieve som van de residuen buiten de onderste controlegrens treedt, duidt toch op een mogelijke start van een afwijking van de T2009 trend. De waarnemingen van de lage waterstanden kunnen echter (meteorologisch) verklaard worden door het lage opzet de afgelopen jaren.



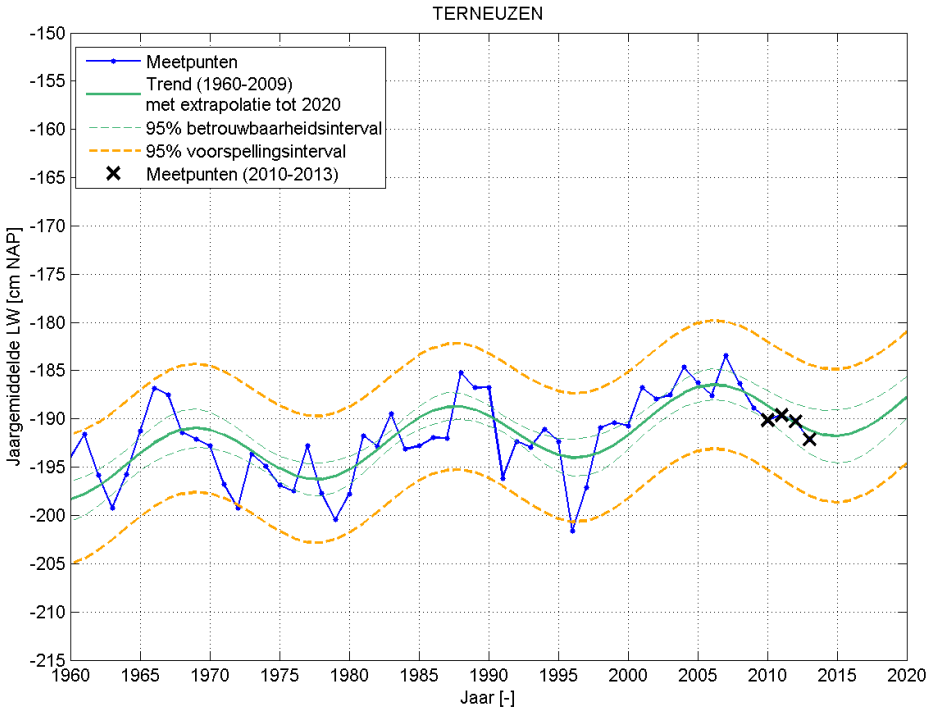
Figuur 4-1: Evolutie van de jaargemiddelde hoogwaterstand te Vlissingen, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.



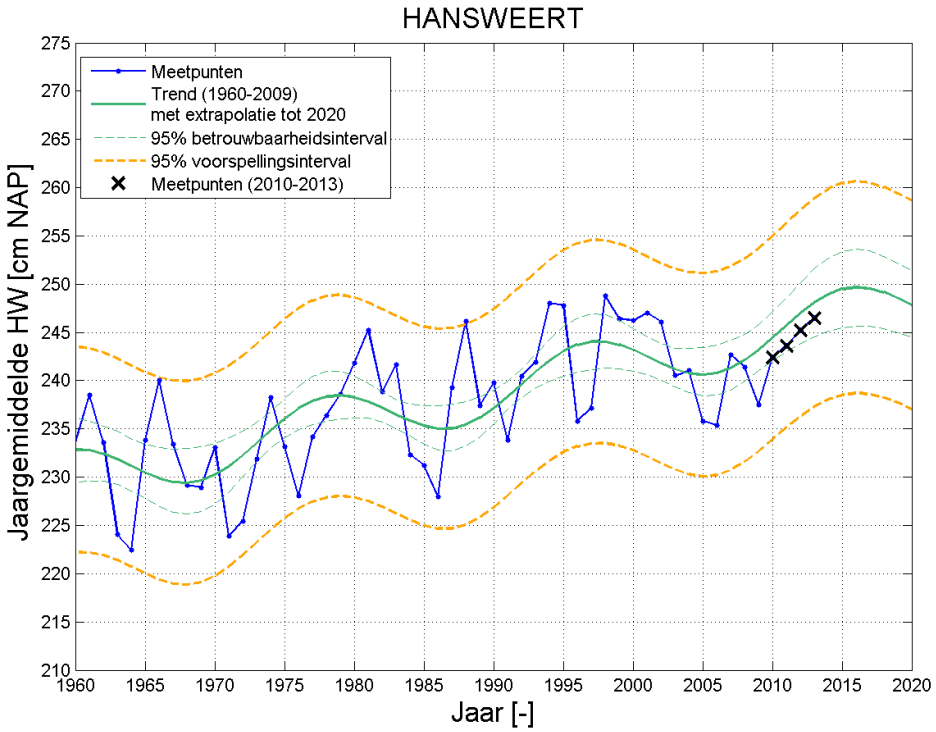
Figuur 4-2: Evolutie van de jaargemiddelde laagwaterstand te Vlissingen, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.



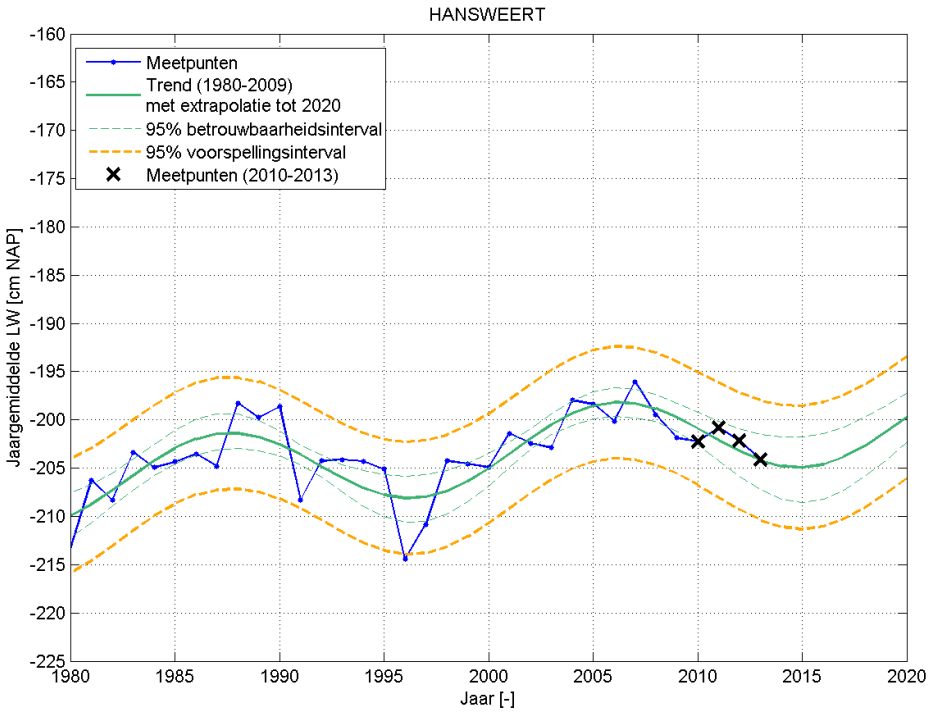
Figuur 4-3: Evolutie van de jaargemiddelde hoogwaterstand te Terneuzen, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.



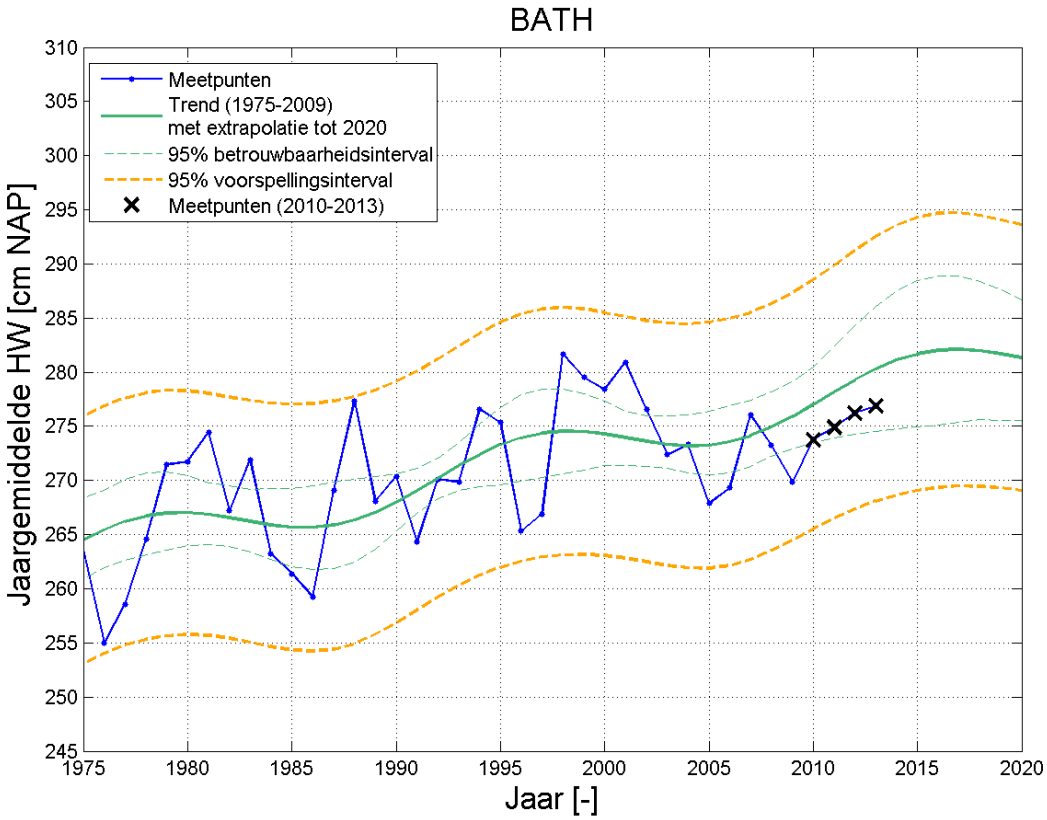
Figuur 4-4: Evolutie van de jaargemiddelde laagwaterstand te Terneuzen, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.



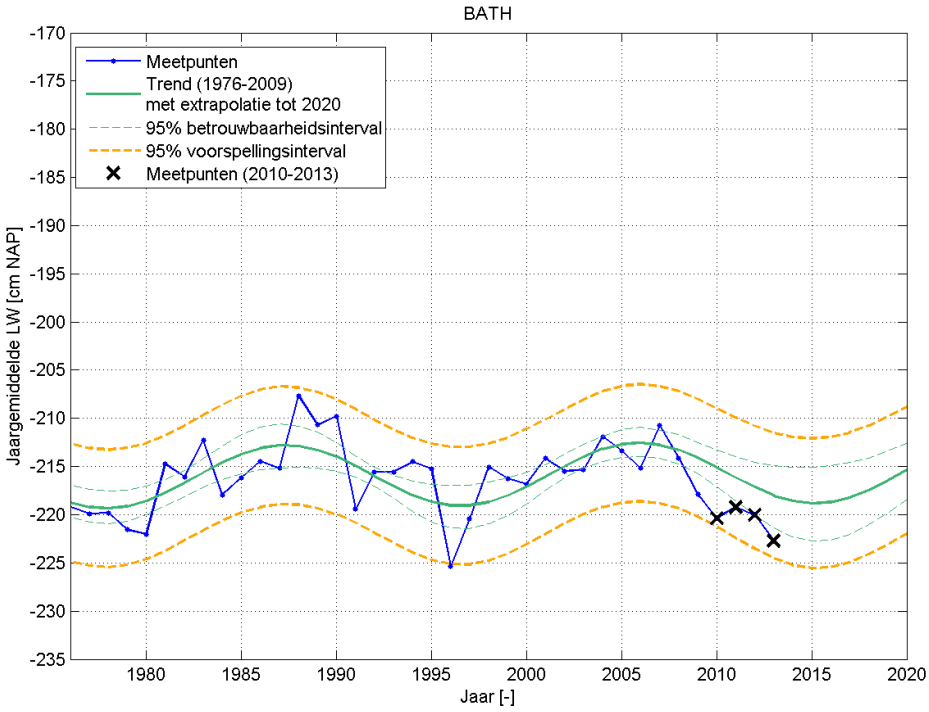
Figuur 4-5: Evolutie van de jaargemiddelde hoogwaterstand te Hansweert, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.



Figuur 4-6: Evolutie van de jaargemiddelde laagwaterstand te Hansweert, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.



Figuur 4-7: Evolutie van de jaargemiddelde hoogwaterstand te Bath, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.



Figuur 4-8: Evolutie van de jaargemiddelde laagwaterstand te Bath, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.

4.1.3 Beneden-Zeeschelde

4.1.3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt voor Prosperpolder, Kallosluis, Antwerpen-loodsgebouw en Schelle de evolutie van de jaargemiddelde hoog- en laagwaters afgebeeld voor hun respectieve T2009 regressieperioden. De trendlijn (samen met de 95 % betrouwbaarheids- en voorspellingsintervallen) is gecalibreerd op deze perioden en geëxtrapoleerd (voorspeld) voor 2010 - 2013.

4.1.3.2 Regressieparameters

In Tabel 4-1 worden de amplitude van de nodale cyclus en de helling van de lineaire component uit de regressievergelijking van het jaargemiddeld hoog- en laagwater voor de vier stations (Prosperpolder, Kallosluis, Antwerpen-loodsgebouw en Schelle) weergegeven.

Hieruit blijkt dat de amplitude van de nodale getijcyclus (18,6 jarige cyclus) op de hoogwaters opwaarts verder afneemt, terwijl de gemiddelde stijging van het hoogwater opnieuw toeneemt. Op de laagwaters wordt de omgekeerde trend waargenomen, uitgezonderd de gemiddelde stijging die eerst daalt en daarna weer toeneemt in opwaartse richting.

Tabel 4-2: Overzicht van de regressieparameters trend T2009, getijposten Beneden-Zeeschelde.

Locatie	Jaargemiddeld hoogwater			Jaargemiddeld laagwater		
-	Regressie-periode	Amplitude nodale cyclus	Helling lineaire component	Regressie-periode	Amplitude nodale cyclus	Helling lineaire component
Prosperpolder	1975-2009	3.83 cm	0.40 cm/jr	1971-2009	2.61 cm	0.19 cm/jr
Kallosluis	1982-2009	3.79 cm	0.59 cm/jr	1982-2009	2.70 cm	-0.01 cm/jr
Antwerpen-loodsgebouw	1974-2009	3.05 cm	0.48 cm/jr	1975-2009	3.63 cm	0.12 cm/jr
Schelle	1975-2009	2.02 cm	0.61 cm/jr	1976-2009	2.96 cm	0.18 cm/jr

4.1.3.3 Resultaten

Figuur 4-10 tot en met Figuur 4-16 presenteren de resultaten voor de verschillende getijposten voor hoog- en laagwater in de Beneden-Zeeschelde. De meetwaarden gebruikt voor de regressie zijn in het blauw weergegeven. De groene volle lijn geeft de regressielijn weer, terwijl de gestippelde groene lijn het 95 %-betrouwbaarheidsinterval weergeeft (dit komt overeen met de mate van nauwkeurigheid van de schatting van de regressieparameters). De oranje gestippelde lijn geeft het 95 %-voorspellingsinterval weer (hierbij wordt tevens rekening gehouden met de variabiliteit van de hoog- of laagwaters). Ten slotte worden de recente meetwaarden als zwarte kruisjes aangeduid in de grafiek.

Prosperpolder

De meetwaarden van het jaargemiddelde hoog- en laagwater te Prosperpolder na 2009 (i.e. 2010-2013) liggen onder de verwachtingswaarde, maar binnen het 95 % betrouwbaarheids- en voorspellingsinterval (cf. Figuur 4-9 en Figuur 4-10). De cumulatieve

som van de residuen (zie Bijlage G) toont in beide gevallen na 2009 een dalende trend, maar blijft nog binnen de controlegrenzen.

Een invloed van de derde verruiming (en andere projecten in het kader van OS2010) op de hoog -en laagwaters te Prosperpolder kan dus niet aangetoond worden.

Kallosluis

De meetwaarden van het jaargemiddelde hoogwater te Kallosluis liggen onder de verwachtingswaarde, maar binnen het 95 % voorspellingsinterval (Figuur 4-11). De meetwaarden van het jaargemiddelde laagwater te Kallosluis liggen ook onder de verwachtingswaarde en binnen het 95 % voorspellingsinterval (cf. Figuur 4-12). De cumulatieve som van de residuen toont in beide gevallen na 2009 een dalende trend, maar blijft binnen de controlegrenzen (zie Bijlage G).

Enige invloed van de derde verruiming (en andere projecten in het kader van OS2010) op de laagwaters te Kallosluis kan dus niet aangetoond worden.

Antwerpen-loodsgebouw

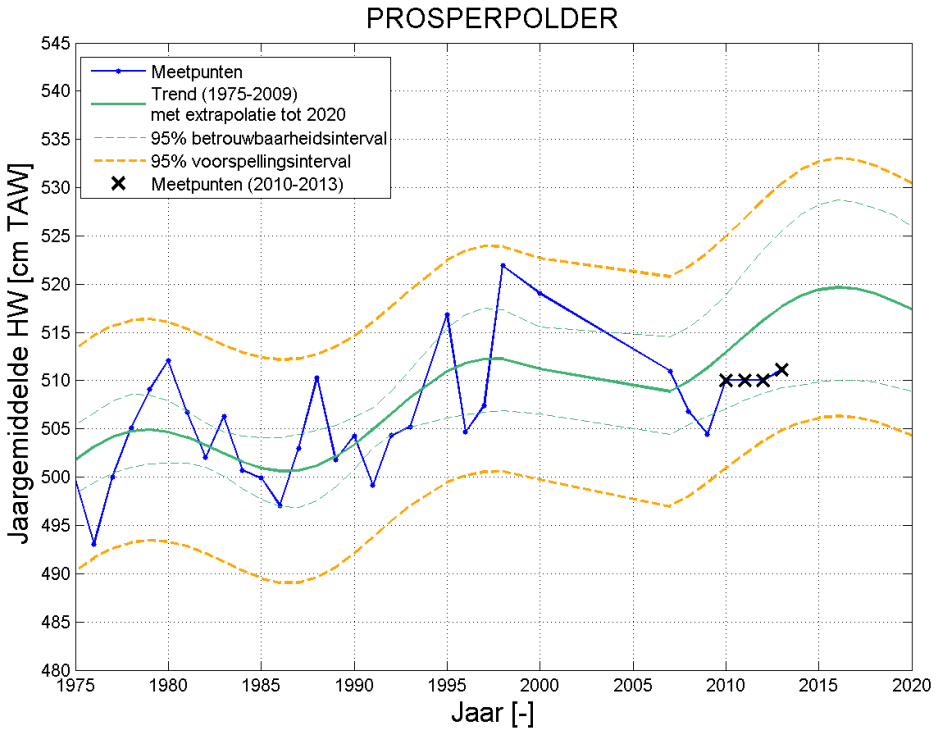
De meetwaarden van het jaargemiddelde hoog- en laagwater te Antwerpen-loodsgebouw na 2009 (i.e. 2010-2013) liggen onder de verwachtingswaarde, maar binnen het 95 % voorspellingsinterval (cf. Figuur 4-13 en Figuur 4-14). De cumulatieve som van de residuen toont in beide gevallen na 2009 een dalende trend, maar blijft binnen de controlegrenzen.

Een invloed van de derde verruiming (en andere projecten in het kader van OS2010) op de hoog -en laagwaters te Antwerpen-loodsgebouw kan niet aangetoond worden.

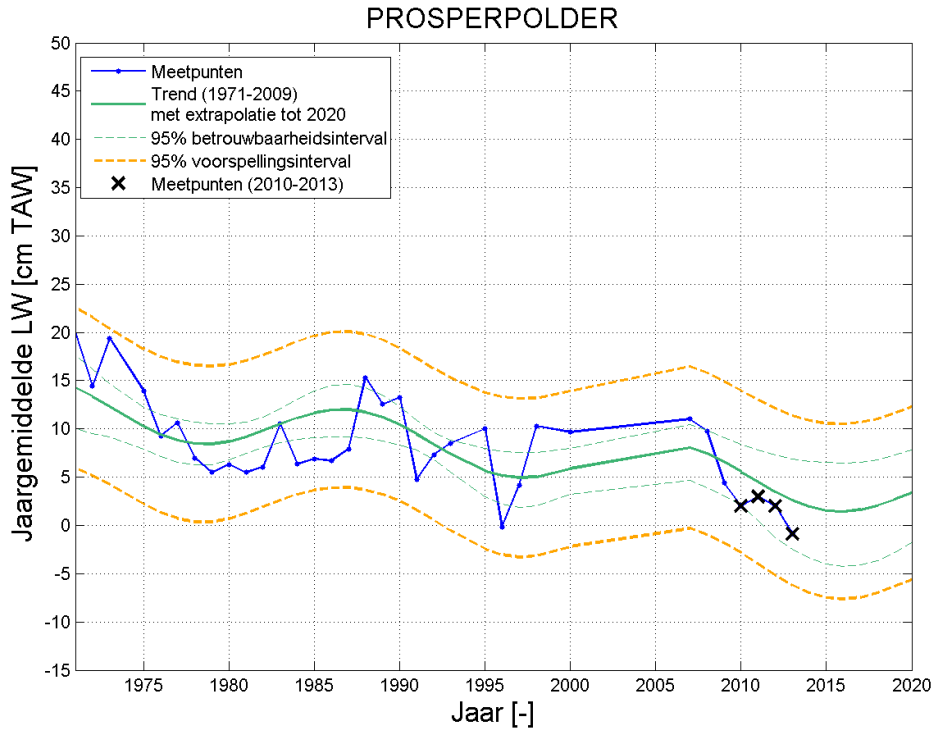
Schelle

De meetwaarden van het jaargemiddelde hoog- en laagwater te Schelle na 2009 (i.e. 2010-2013) liggen onder de verwachtingswaarde, maar binnen het 95 % voorspellingsinterval (cf. Figuur 4-15 en Figuur 4-16). De cumulatieve som van de residuen toont in beide gevallen na 2009 een dalende trend, maar blijft binnen de controlegrenzen.

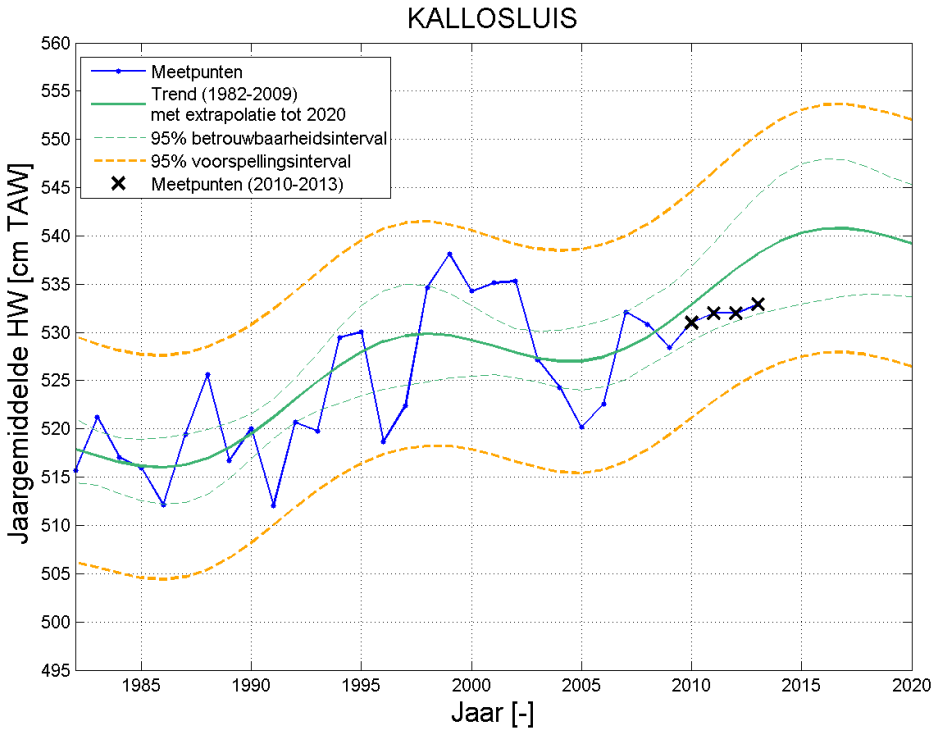
Een invloed van de derde verruiming (en andere projecten in het kader van OS2010) op de hoog -en laagwaters van 2010-2013 te Schelle kan dus niet aangetoond worden.



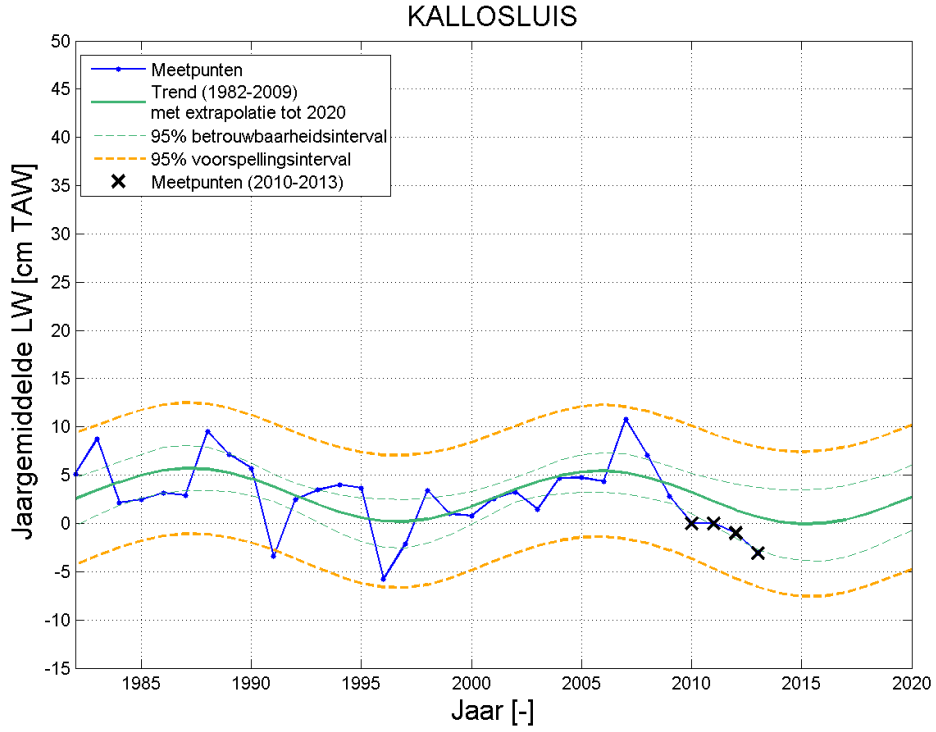
Figuur 4-9: Evolutie van de jaargemiddelde hoogwaterstand te Prosperpolder, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.



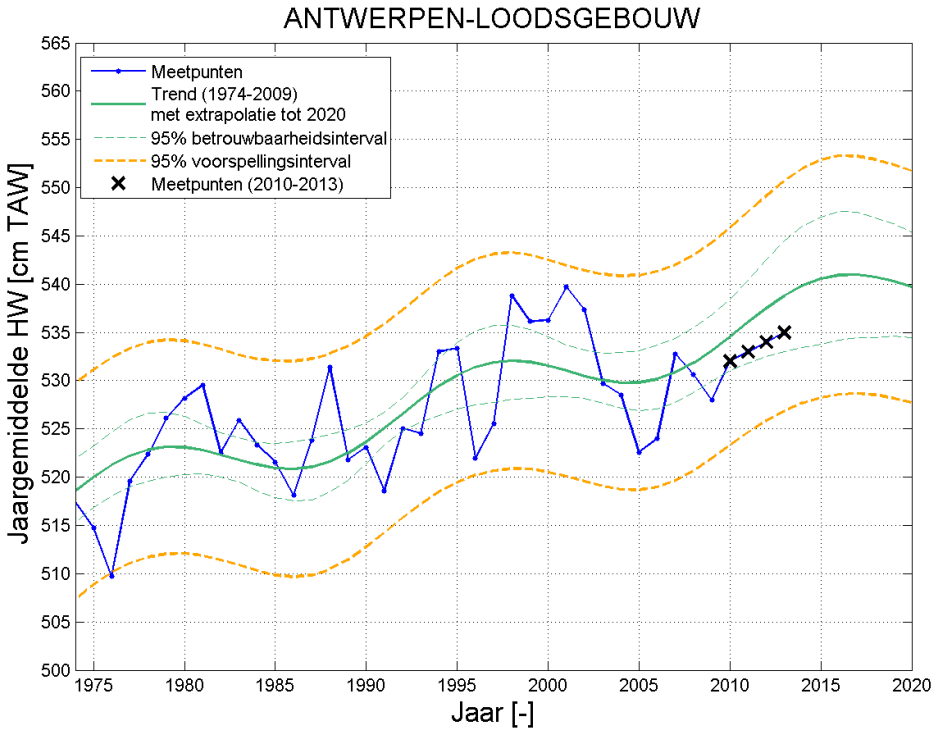
Figuur 4-10: Evolutie van de jaargemiddelde laagwaterstand te Prosperpolder, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.



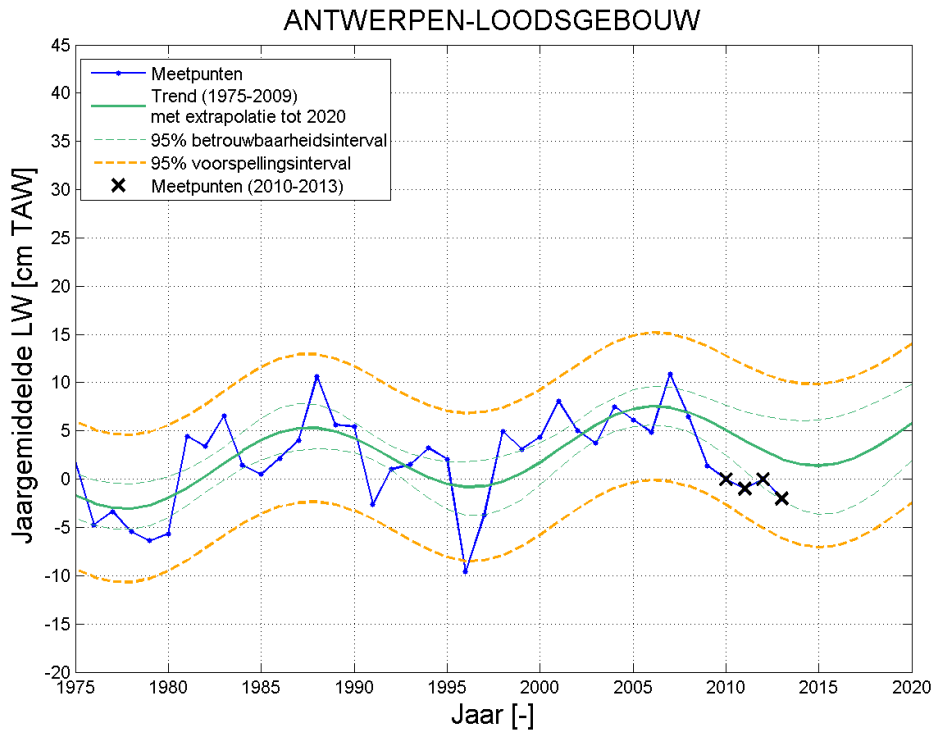
Figuur 4-11: Evolutie van de jaargemiddelde hoogwaterstand te Kallosluis, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.



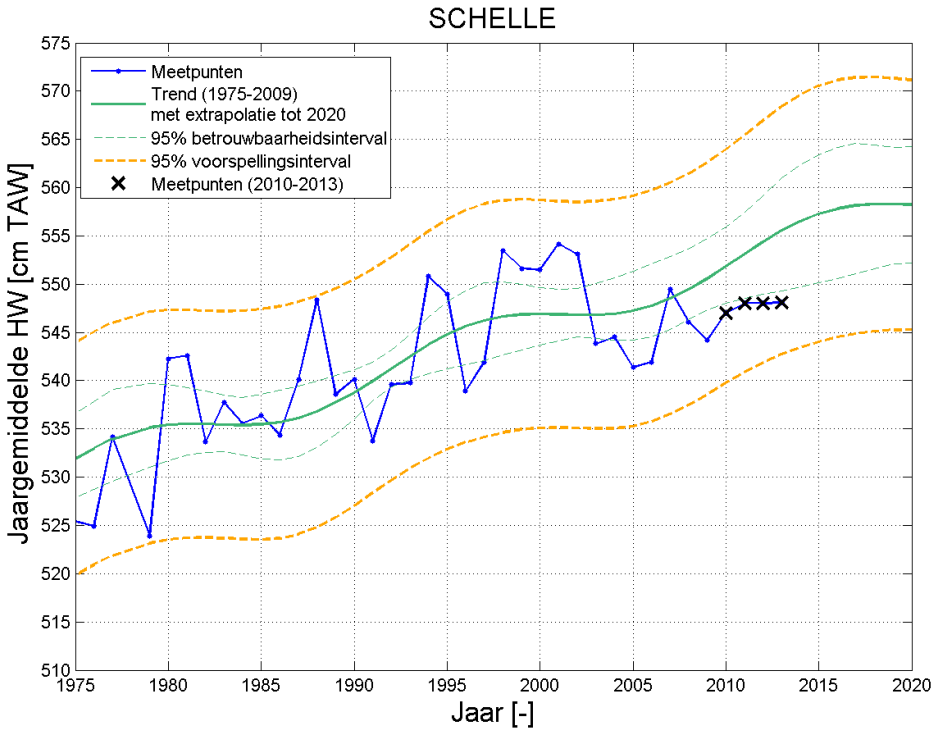
Figuur 4-12: Evolutie van de jaargemiddelde laagwaterstand te Kallosluis, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.



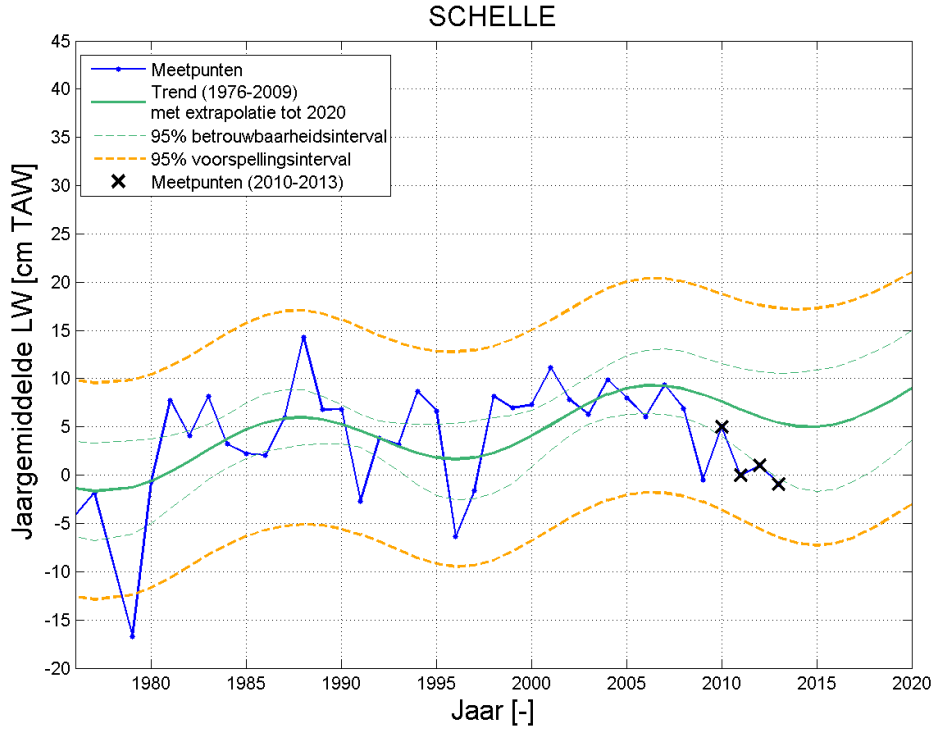
Figuur 4-13: Evolutie van de jaargemiddelde hoogwaterstand te Antwerpen-loodsgebouw, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.



Figuur 4-14: Evolutie van de jaargemiddelde laagwaterstand te Antwerpen-loodsgebouw, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.



Figuur 4-15: Evolutie van de jaargemiddelde hoogwaterstand te Schelle, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.



Figuur 4-16: Evolutie van de jaargemiddelde laagwaterstand te Schelle, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.

4.1.4 Bespreking en conclusies

Een kwalitatieve vergelijking wijst er op dat 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 laagwaters tijdens de periode 2010-2013 vallen binnen het 95 % betrouwbaarheids- of voorspellingsinterval van de geëxtrapoleerde T2009 trend voor elk meetstation. De cumulatieve som van de residuen op de T2009 trend (zie Bijlage G) blijft ook bijna steeds binnen zijn controlegrenzen. Toch zijn er een aantal aanwijzingen die – indien ze zich de komende jaren verderzetten – kunnen leiden tot een statistisch aantoonbare afwijking van de T2009 trend. Deze aanwijzingen zijn:

- Dat de jaargemiddelde waarden na 2009 systematisch onder de geëxtrapoleerde T2009 trend liggen (met uitzondering van het jaargemiddelde laagwater te Terneuzen en Hansweert) en meestal ook buiten het 95 %-betrouwbaarheidsinterval.
- Dat de cumulatieve som van de residuen op de T2009 trend steeds een dalende lijn volgt na 2009 (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 (cf. het jaargemiddelde hoogwater te Vlissingen en het jaargemiddelde laagwater te Bath);

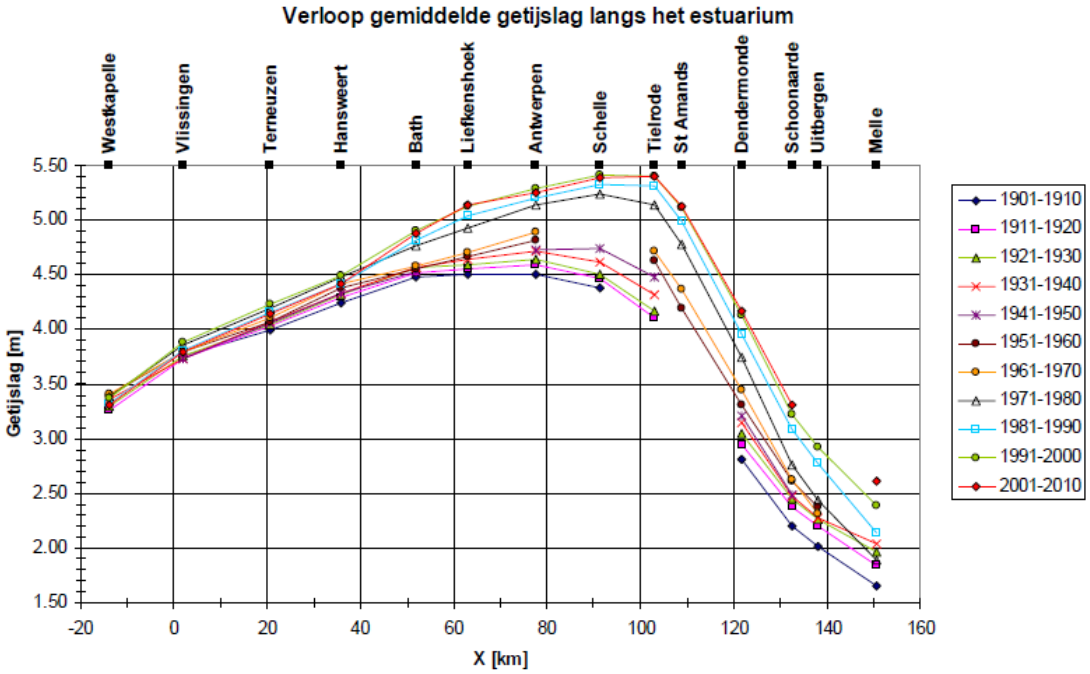
Een sterke correlatie van de residuen op de T2009-trend met de jaargemiddelde opzet wijst er echter op dat dit gedrag van de residuen in grote mate werd bepaald door de jaargemiddelde opzet (zie ook 8.2), dat tijdens de periode 2010-2013 relatief laag en constant is gebleven. Met andere woorden, de afwijking ten opzichte van de T2009 trend lijkt meteorologisch te verklaren.

Op dit ogenblik is een invloed van menselijke ingrepen sinds 2009 op het getij in het Schelde-estuarium dus niet aan te tonen. Dat bevestigt wat in de MER-studie werd gesteld, namelijk dat de effecten van de verruiming op de waterstanden gering zouden zijn.

4.2 GETIJSLAG

4.2.1 Inleiding

Er is in het kader van een studie van LTV – Veiligheid & Toegankelijkheid (Kuijper, 2012) een analyse gemaakt van de evolutie van de getijslag doorheen het estuarium voor de laatste honderd jaar. Uit de LTV-analyse (cf. Figuur 4-17) is onder meer gebleken dat de maximale getijslag de afgelopen decennia fors is toegenomen en bovendien dieper het estuarium indringt. Een dergelijke aanpak is wel van belang voor het inzicht in de getijontwikkeling in het estuarium. Het fenomeen van toenemende getijslag is een ongewenste evolutie vanuit het standpunt van bevaarbaarheid en ecologie. Een mogelijke toename van de getijslag sinds 2009 kan niet duidelijk worden afgeleid uit de voorgaande uitgevoerde analyse van individuele hoog- en laagwaterstanden (cf. §4.1), daarom wordt hier afzonderlijk op deze problematiek ingegaan.



Figuur 4-17: 10-jarig gemiddelde getijslag voor opeenvolgende decaden tussen 1901 en 2010 (K. Kuijper, 2012).

4.2.2 Resultaten

In Figuur 4-18 wordt de evolutie in de tijd weergegeven van de (relatieve) getijslag t.o.v. Vlissingen voor een aantal meetstations in de Zeeschelde.

De jaren 2010-2013 volgen hetzelfde gedrag van de laatste jaren ervoor, zonder hier significant van af te wijken. In de meetstations van de Boven-Zeeschelde is voor de relatieve getijslagamplificatie de laatste paar jaar (2012-2013) wel een afname waar te nemen, maar er kan (nog) niet gesproken worden over een significante afwijking. De gemiddelde relatieve getijslag over de periode 2010-2013 ligt hoger dan in de periode 2006-2009, met een stijging van 1,3853 naar 1,3915, wat op een lichte toename van de amplificatie wijst met 0,44 %.

In Figuur 4-19 wordt de evolutie in de ruimte weergegeven van de getijslag t.o.v. Vlissingen voor een aantal meetstations in de Zeeschelde. In 2008 en 2009 was tijdelijk de maximale getijslagamplificatie t.o.v. Vlissingen iets meer afwaarts gezakt van Tielrode naar Schelle. Na 2009 is de maximale getijslagamplificatie geleidelijk terug naar Tielrode opgeschoven. Anders zijn er geen significante wijzigingen opgetreden in de periode 2010-2013 in vergelijking met de laatste jaren voor 2009.

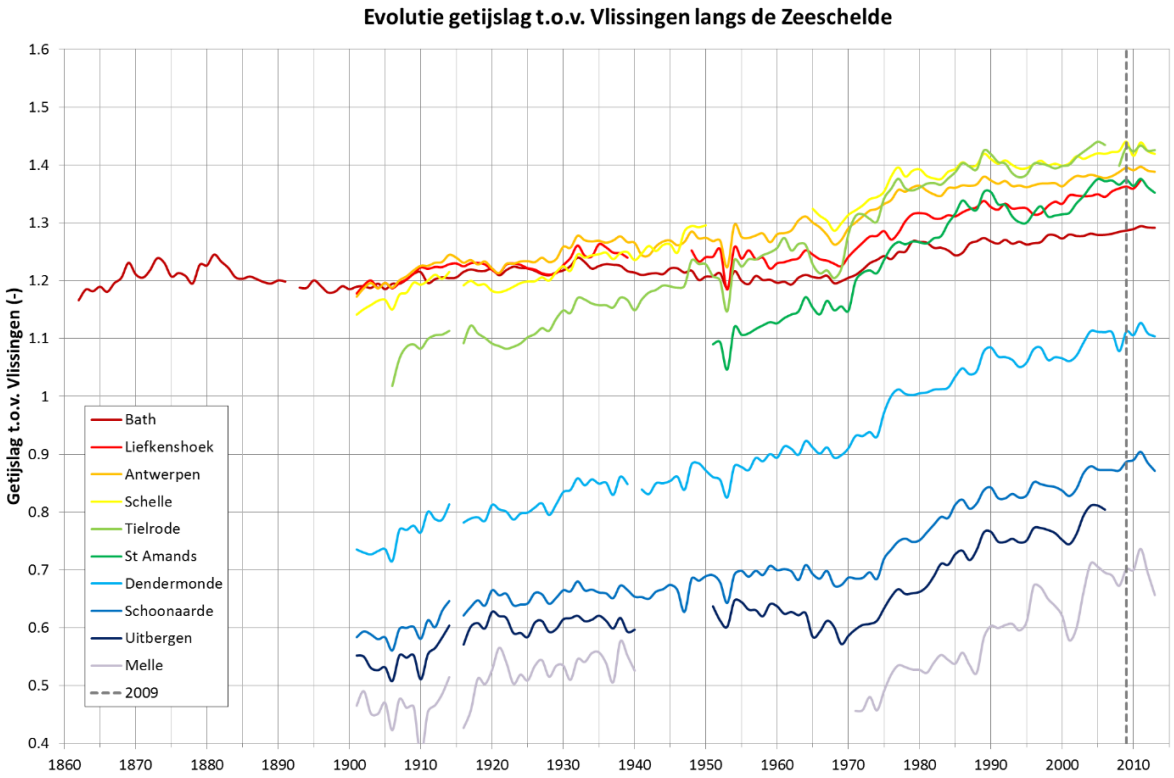
De *absolute* getijslag toont geen afwijking van de vooraf bestaande trend. Deze trend is bepaald conform de evaluatiemethodiek en er is rekening gehouden met een lineaire stijging van de getijslag (met bv. 0,36 cm per jaar te Antwerpen, cf. Tabel 4-3) en de 18,6-jarige cyclus. De waarden van 2010 tot 2013 voor alle beschouwde getijstations in de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde vallen nabij de verwachtingswaarde op basis van deze voorgaande trend. Dit betekent dat de getijslag-toename tussen 2010 en 2013 verder stijgt volgens de bestaande trend. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 4-20 t.e.m. Figuur 4-27.

Hiermee wordt ook bevestigd wat in de MER-studie werd gesteld, namelijk dat de effecten van de verruiming op de waterstanden (en dus ook op de getijslag) gering zouden zijn.

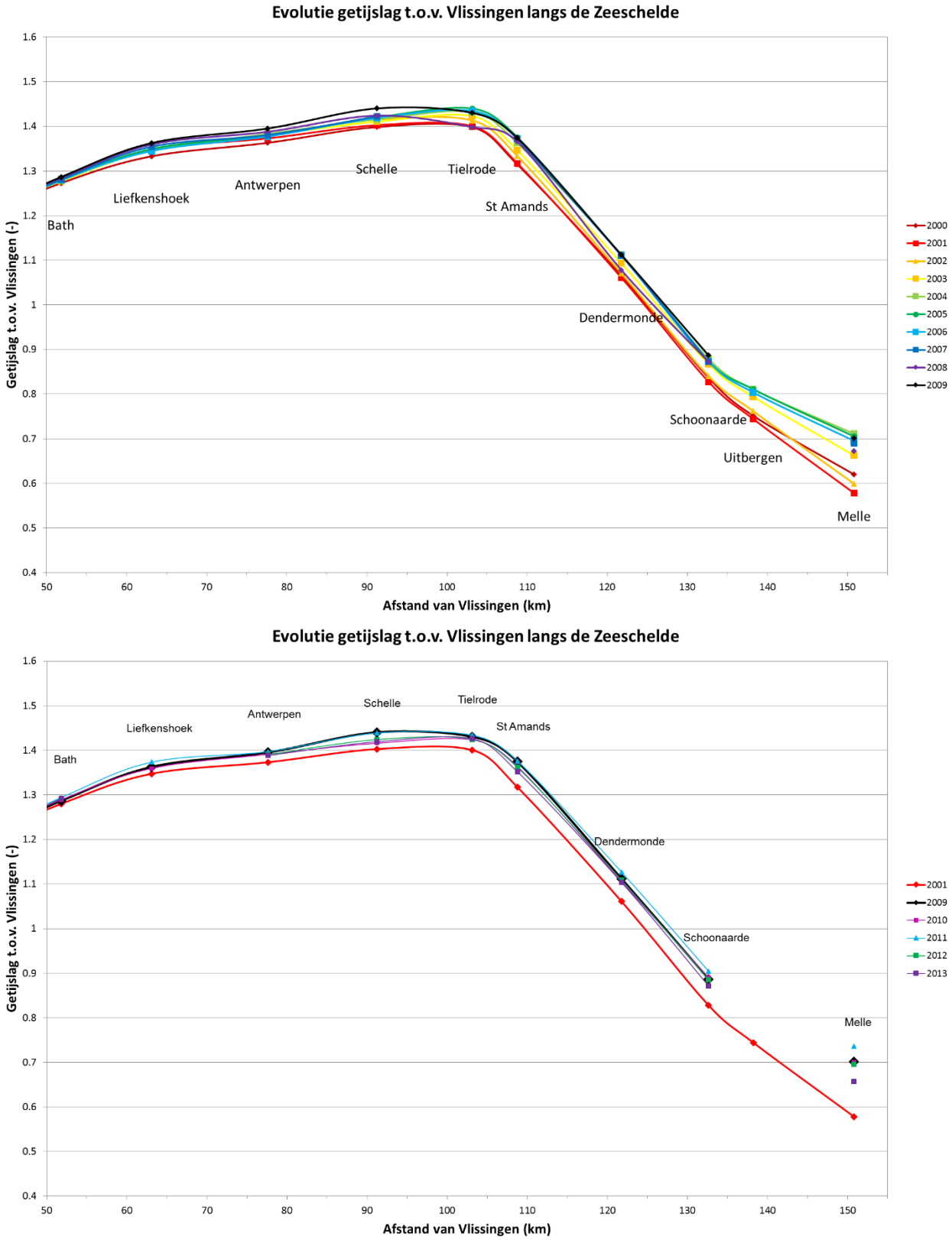
Alhoewel de toename van de amplificatie niet significant is, is de trendmatige getijslagtoename op zich een negatieve ontwikkeling vanuit het oogpunt van de bevaarbaarheid en vanuit de mogelijkheid dat stroomsnelheden en sedimentconcentraties via een feedbackmechanisme gaan toenemen.

Tabel 4-3: Overzicht van de regressieparameters trend T2009, jaargemiddelde getijslag.

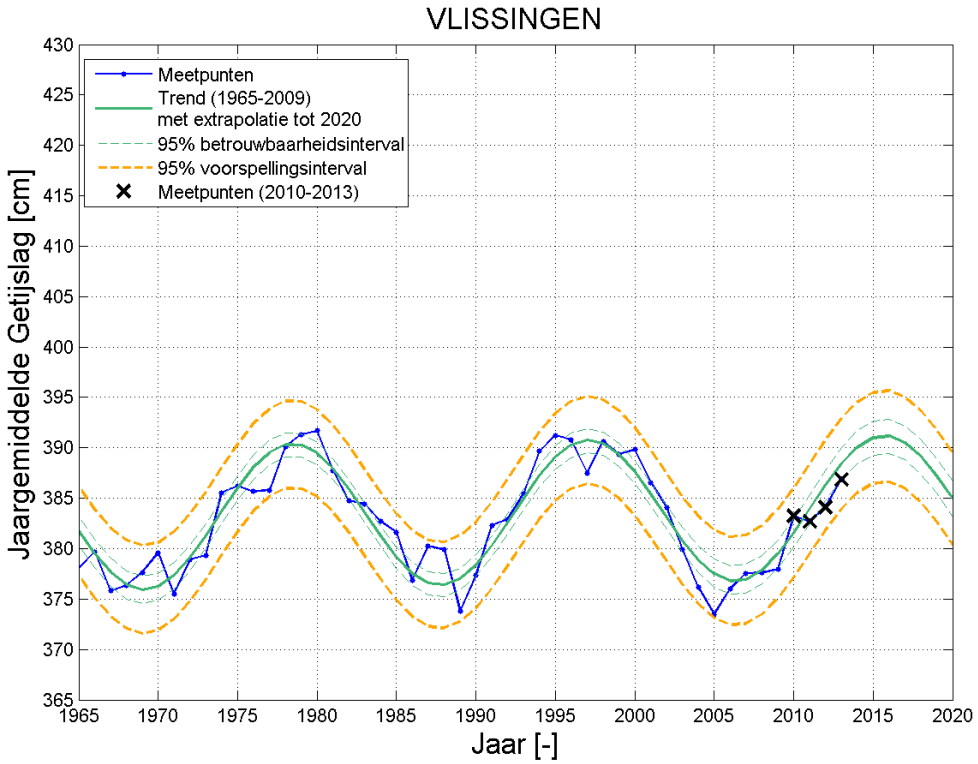
Locatie	Jaargemiddeld getijslag		
-	Regressie-periode	Amplitude nodale cyclus	Helling lineaire component
Vlissingen	1965-2009	7.11 cm	0.02 cm/jr
Terneuzen	1960-2009	6.58 cm	0.17 cm/jr
Hansweert	1980-2009	7.96 cm	0.02 cm/jr
Bath	1976-2009	5.81 cm	0.40 cm/jr
Prosperpolder	1975-2009	6.13 cm	0.50 cm/jr
Kallosluis	1982-2009	6.83 cm	0.61 cm/jr
Antwerpen	1975-2009	7.01 cm	0.36 cm/jr
Schelle	1976-2009	5.04 cm	0.40 cm/jr



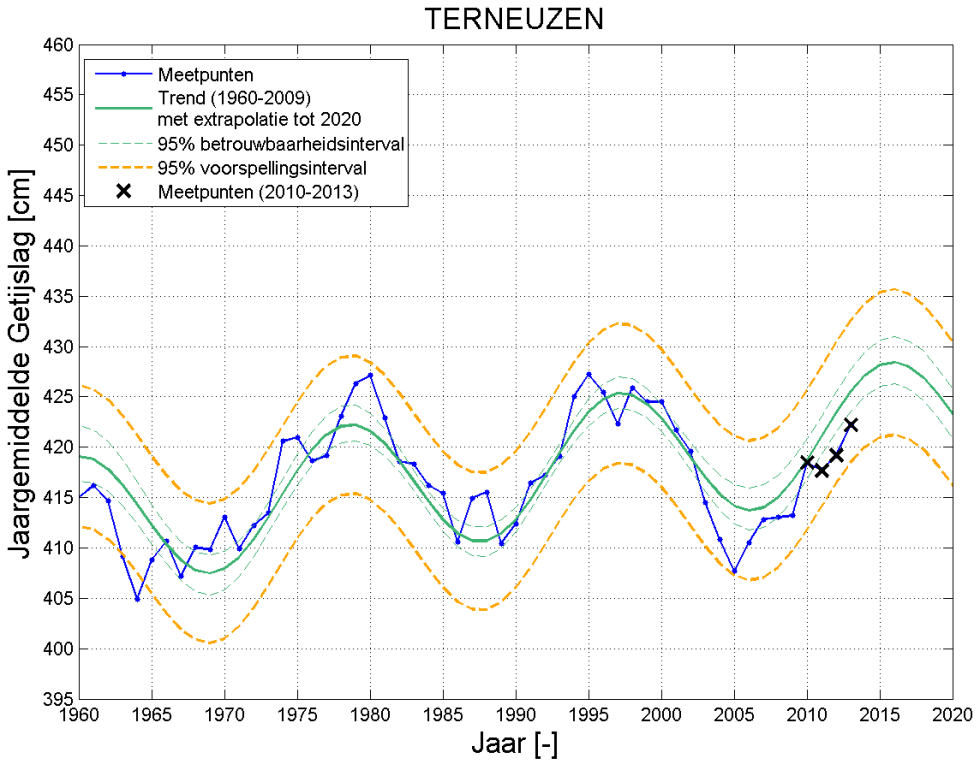
Figuur 4-18: Evolutie van de jaargemiddelde getijslag ten opzichte van Vlissingen per station in het estuarium (t.e.m. 2013) met aanduiding van het jaar 2009 (gestippelde lijn).



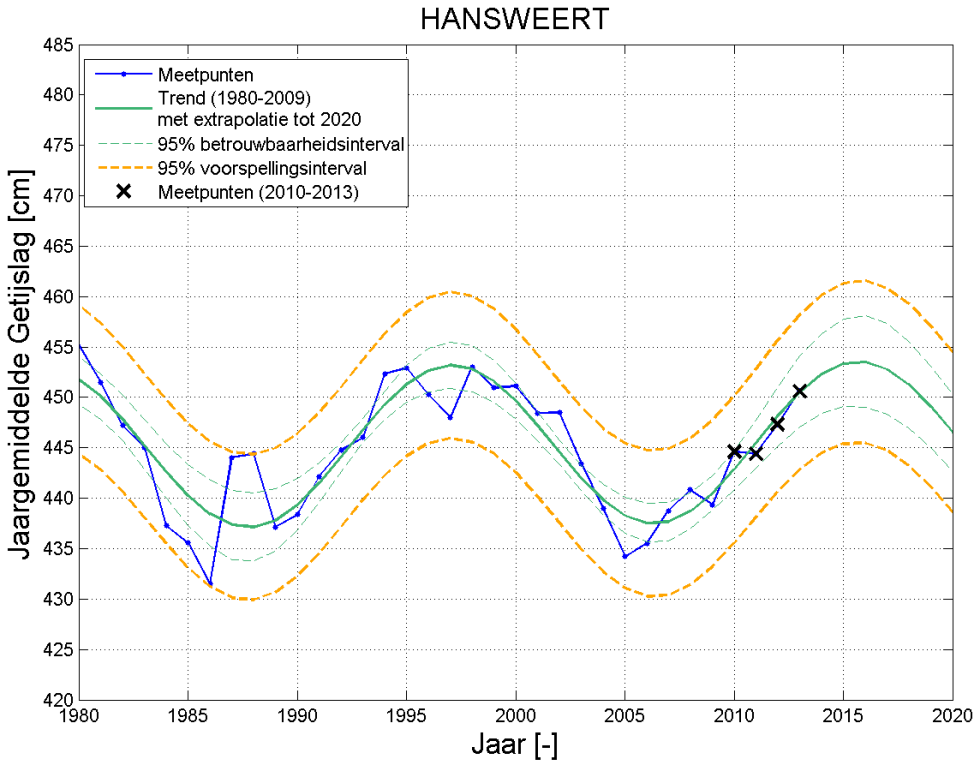
Figuur 4-19: Evolutie van de jaargemiddelde getijslag in de Beneden-Zeeschelde, ten opzichte van Vlissingen tussen 2000-2009 (boven) en 2009-2013 (onder).



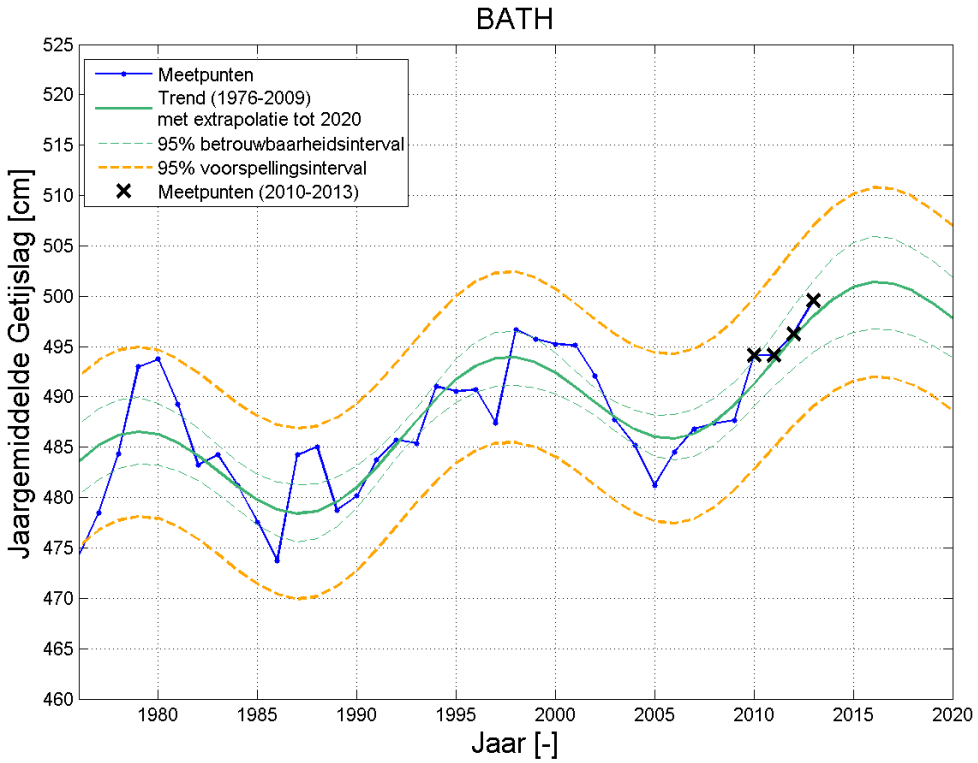
Figuur 4-20: Ontwikkeling van de absolute getijslag te Vlissingen.



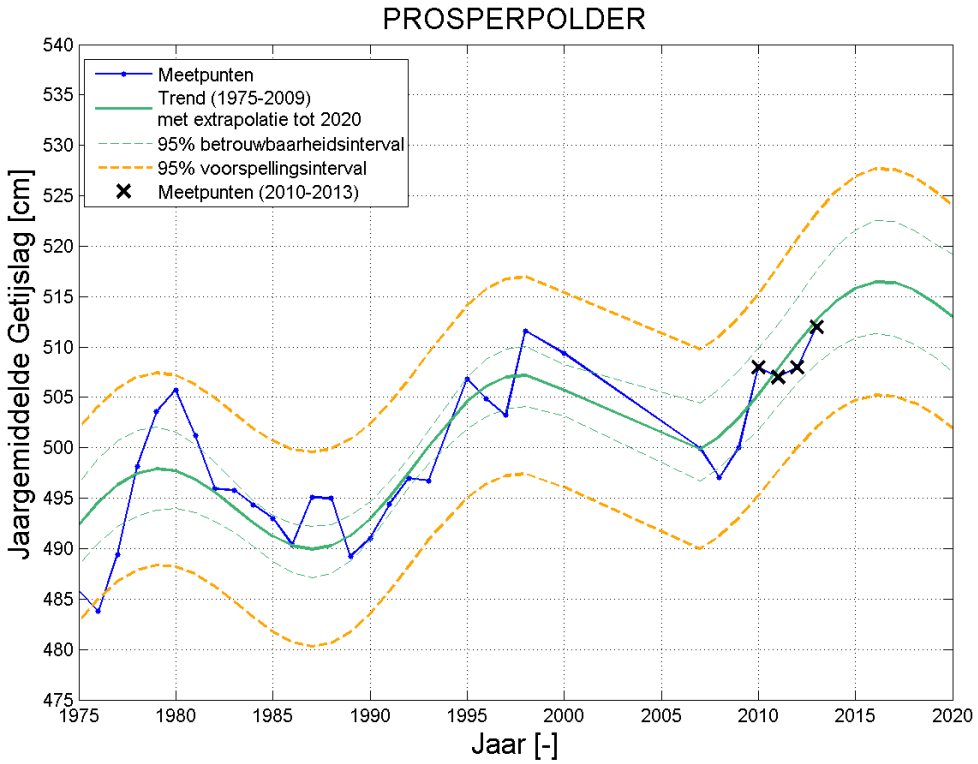
Figuur 4-21: Ontwikkeling van de absolute getijslag te Terneuzen.



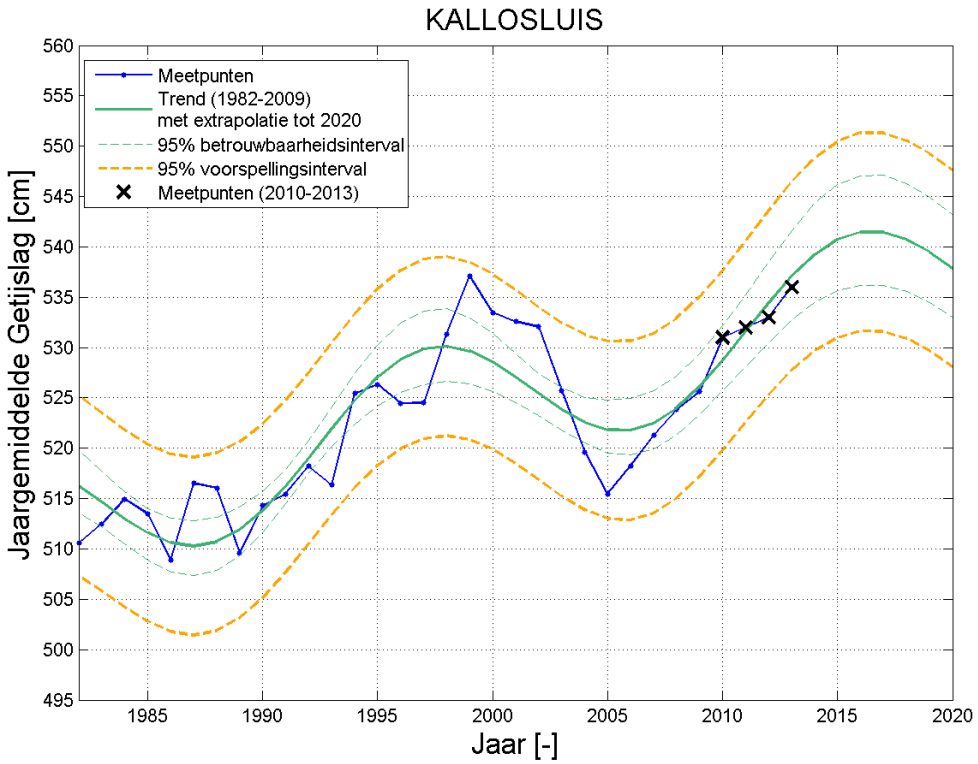
Figuur 4-22: Ontwikkeling van de absolute getijslag te Hansweert.



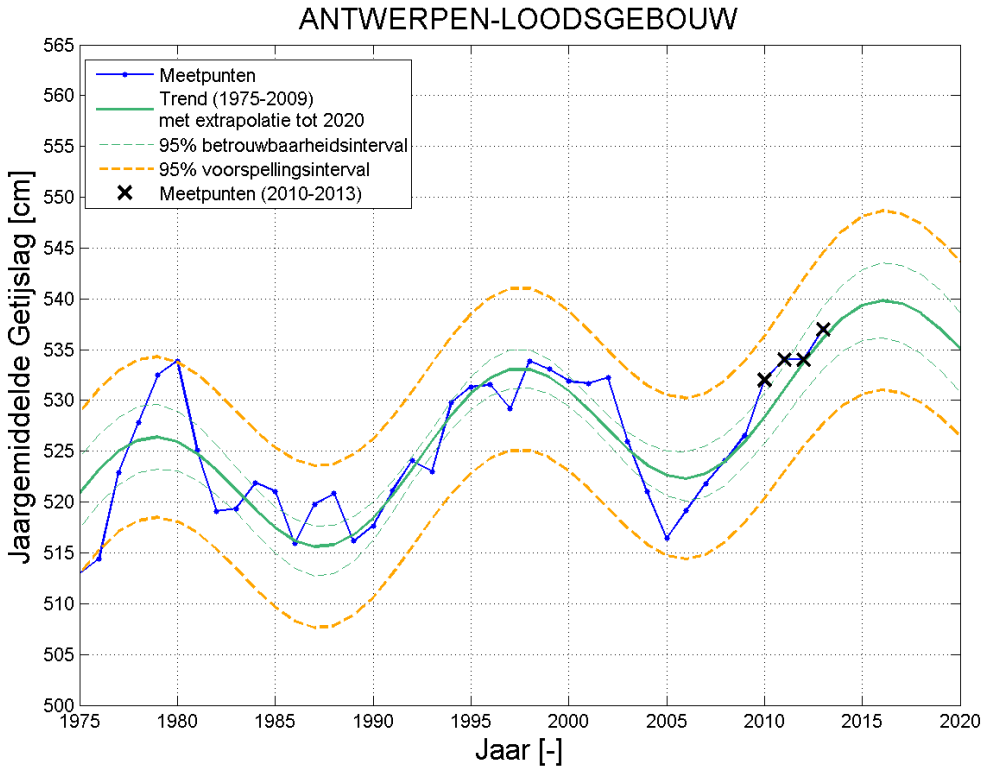
Figuur 4-23: Ontwikkeling van de absolute getijslag te Bath.



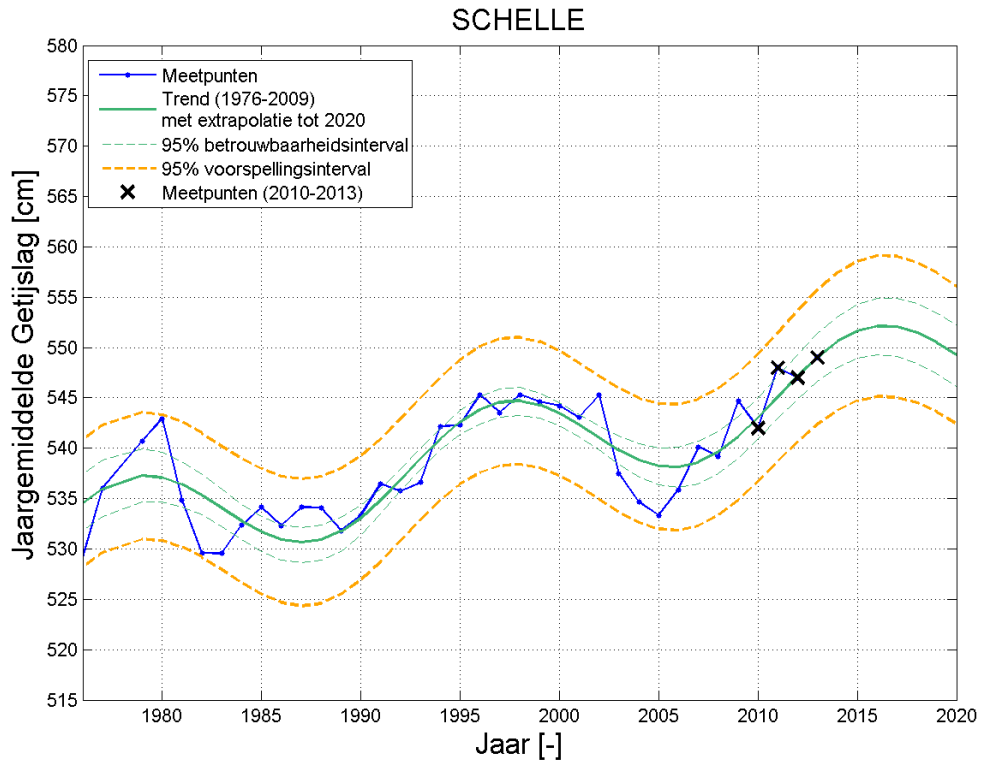
Figuur 4-24: Ontwikkeling van de absolute getijslag te Prosperpolder (geen data tijdens 2001-2006).



Figuur 4-25: Ontwikkeling van de absolute getijslag te Kallosluis.



Figuur 4-26: Ontwikkeling van de absolute getijslag te Antwerpen.



Figuur 4-27: Ontwikkeling van de absolute getijslag te Schelle.

4.2.3 Bespreking en conclusies

Voor de jaargemiddelde getijslag zijn geen significante wijzigingen in het gedrag of locatie van de maximale getijslag sinds 2009 te melden. Dit bevestigt wat in de MER studie werd voorspeld, namelijk dat er slechts een beperkt effect op de waterstanden en dus ook de getijslag zou zijn, terwijl de grootste veranderingen autonoom gedrag zijn.

Er is wel een lokaal maximum in de getijamplificatie in 2011 te herkennen, en terug lagere amplificatiewaarden in 2012 en 2013.

Gemiddeld genomen is de relatieve getijslag de afgelopen 4 jaar wel toegenomen ten opzichte van het gemiddelde van de vier jaren daarvoor. Ook de absolute getijslag toont een vervolg van de voorafbestaande (toenemende) trend. In deze zin zijn er dus toch negatieve signalen wat betreft de getijslag, zeker als wordt rekening gehouden met mogelijke feedbackmechanismen inzake sedimentconcentraties in de waterkolom, stroomsnelheden en hydraulische weestand (zie o.a. §6.1.2.2). Het feit dat de getijslag niet zo sterk toeneemt zoals waargenomen werd bij de eerste verruiming in de jaren ’70 en ’80, kan te maken hebben met het feit dat de zand-extractie nu veel lager ligt dan destijds, en bovendien wordt de zandwinning ook afgebouwd in de Westerschelde.

4.3 GOLVEN

4.3.1 Inleiding

De golfwerking wordt volgens de evaluatiemethodiek (Holzhauer *et al.*, 2011a) geanalyseerd in het kader van de LTV Hoofdfunctie ‘Veiligheid’ in relatie tot overstromingsgevaar. In feite is golfwerking van nog groter belang voor oevererosie. In die zin wordt vermoed dat scheepsgolven een groter effect kunnen hebben wegens de grotere golflengtes en amplitudes (en dus grotere krachten uitgeoefend op de oever).

Bij de analyse van de golfwerking is het praktisch onmogelijk om een onderscheid te maken tussen wind- en scheepsgolven. De Commissie Monitoring Westerschelde adviseerde om dit onderscheid wel trachten te maken (desnoods door aanpassing van de meetstrategie), rekening houdend met de gekende scheepsbeweging. In het verleden is reeds onderzoek uitgevoerd naar de relatie tussen scheepsgolven en oeverbescherming, morfologie of ecologie, telkens met opzet van gerichte monitoring (De Roo *et al.*, 2010, 2012; Huisman *et al.*, 2010; De Roo, 2013). De beschikbare inzichten in de effecten van scheepsgolven zijn echter nog beperkt en voorlopig onvoldoende om in een Voortgangsrapportage wind- en scheepsgolven afzonderlijk te beschouwen[5].

[5] Momenteel wordt in het kader van de aanpassing van de evaluatiemethodiek nog nagedacht waar men met de evaluatie van de golven naartoe wil. Dergelijke aanpassing is nog niet uitgevoerd, maar Rijkswaterstaat heeft wel in samenwerking met het Waterbouwkundig Laboratorium een meetcampagne opgezet aan de oostzijde van de Plaat van Saeftinghe om het effect van (scheeps)golven op de schorranderosie op die locatie te bestuderen. Ook in het kader van het onderzoeksprogramma Agenda van de toekomst is een studie opgestart die tracht meer inzicht te krijgen in het onderscheid tussen effecten van windgolven en scheepsgolven.

Daarenboven lijkt het ook aangewezen om de parameter golfwerking op te nemen in de 6-jarige evaluatie aangezien er nu nog te weinig data zijn en er nog geen praktische werkbare analysemethode ontwikkeld is.

In het vorige voortgangsrapport (IMDC, 2013) werd voor de analyse van de golfwerking de evaluatiemethodiek gevolgd. Daarbij werd de jaarlijks maximale en jaargemiddelde significante golfhoogte onderzocht. Omdat de meetperiode van de golfmeetboeien relatief kort is en omdat deze parameters sterk beïnvloed worden door de meteorologische variabiliteit, is al gebleken dat die analyse weinig meerwaarde heeft. Daarom is besloten om dit voor het onderzoek van de invloed van de flexibel storten strategie niet meer te doen. In hetzelfde rapport werd ook een alternatieve analyse gedaan zoals toegepast in de T2009 Schelde-estuarium (T2009-consortium, 2013). Daarbij werd per jaar een cumulatieve distributiefunctie opgesteld van de significante golfhoogte en vergeleken met elkaar. Dit geeft op een visuele manier weer of de significante golfhoogtes in een bepaald jaar al dan niet vergelijkbaar zijn met de voorgaande jaren.

4.3.2 Resultaten

Met een chi-kwadraat toets kan onderzocht worden of twee meetreeksen afkomstig zijn van eenzelfde verdeling (zonder te specificeren wat die verdeling juist is). De chi-kwadraat toets bleek echter uit het vorige voortgangsrapport (IMDC, 2013a) geen geschikt criterium om het effect van de verruiming te evalueren. Omdat er in het vorige voortgangsrapport toch een visueel verband gemaakt kon worden tussen de waarschijnlijkheidsverdelingen van de significante golfhoogtes tussen de verschillende jaartallen, wordt opnieuw een visuele vergelijking opgesteld (cf. Figuur 4-28).

In Figuur 4-28 worden de jaartallen voorafgaand aan 2010 in grijs afgebeeld; 2010-2013 in kleur. In de analyse zijn de jaren waar meer dan 25% van de meetgegevens ontbreken, weggelaten (e.g. Hoofdplaat 2012-2013). Voor het station WCT1 zijn geen resultaten voor 2010-2013 beschikbaar (wegens gestopt met meten op die locatie), voor het station PVT1 niet meer sinds 2012 (wegens wijziging van meetlocatie).

Het volgende wordt waargenomen in Figuur 4-28:

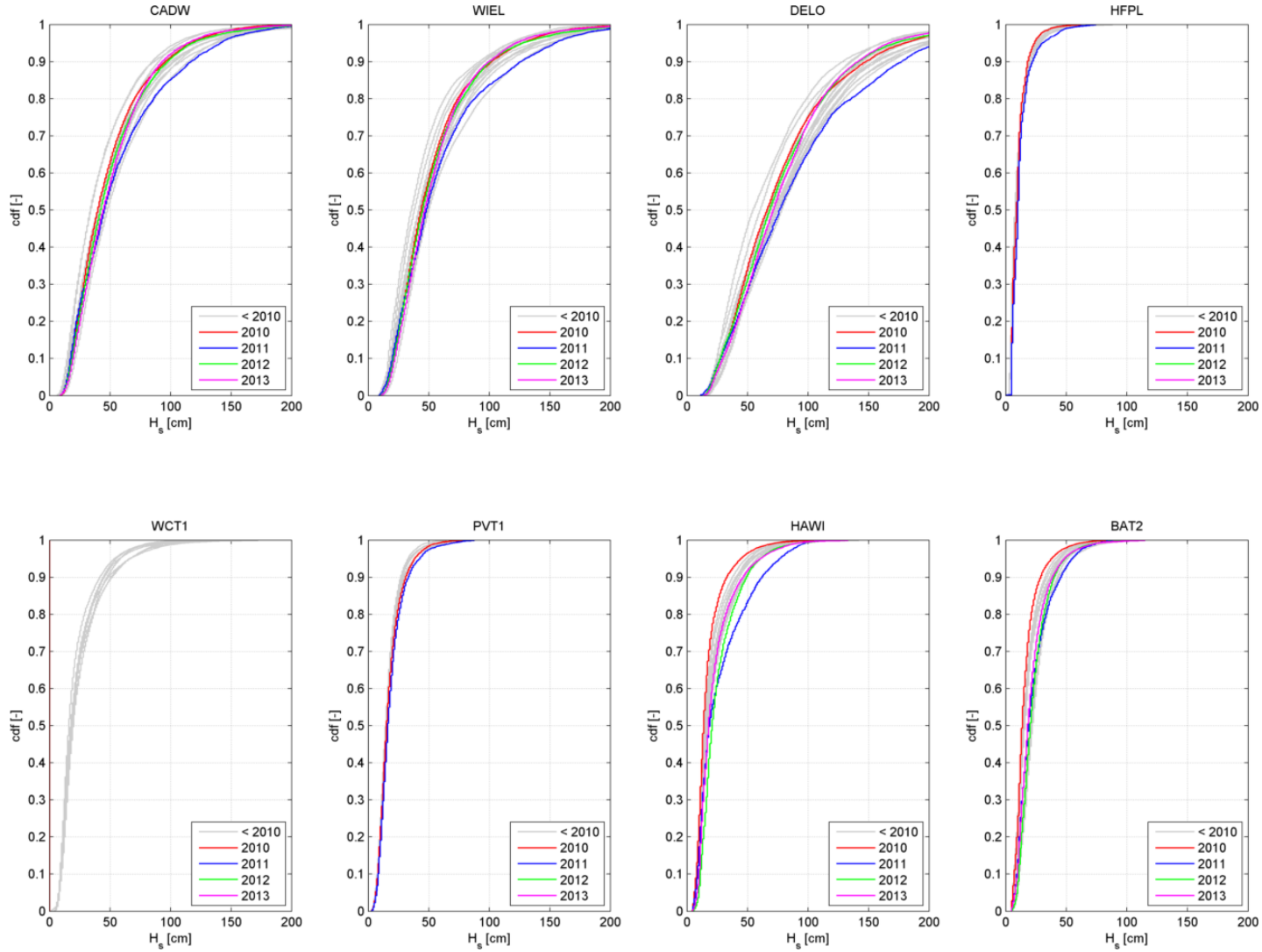
- Cadzand, Wielingen, Deurloo (buiten estuarium, monding): de waarschijnlijkheidsverdelingen van 2010-2013 vallen binnen de verdelingen van de voorgaande jaren. Voor 2011 is bij de hoogste golfhoogtes een zeer beperkte toename zichtbaar.
- Hoofdplaat: de golfverdeling in 2010 komt overeen met de laagste waarden van de voorgaande jaren; de verdeling in 2011 komt overeen met de hoogste waarden. Voor 2011 is bij de hoogste golfhoogtes een zeer beperkte toename zichtbaar, wat nog kan te maken hebben met de hogere golven aangedreven van buiten het estuarium. Voor de periode 2012-2013 zijn de hiaten in de meetdata te groot om een betrouwbare CDF op te stellen.
- WCT1: geen gegevens voor 2010-2013.
- Pas van Terneuzen: de golfverdelingen voor 2010 en 2011 zijn aan de hoge kant, vergeleken met de voorgaande jaren, maar de verschillen zijn heel klein (een paar centimeter in 2011). Geen gegevens voor 2012-2013.

- Hansweert: De golfverdelingen van 2010-2011 vertonen een zelfde gedrag als bij Hoofdplaat. Ook hier blijkt dat in 2011 de hoogste helft van de golfhoogtes hier eerder sterk is toegenomen. De periode 2012-2013 daarentegen zet de trend van 2011 niet verder en is opnieuw meer vergelijkbaar met de jaren voor 2010.
- Bath: de golfverdeling van 2010 valt in de buurt van de laagste golfhoogtes van de voorgaande jaren; de golfhoogtes in 2011 waren dan eerder hoog, maar niet de allerhoogste. De periode 2012-2013 is dan weer vergelijkbaar met de jaren voor 2010.

4.3.3 Conclusies

Over het algemeen blijkt dat de golfhoogtes in 2010 lager zijn dan de voorgaande jaren, de golfhoogtes in 2011 iets hoger en in 2012 en 2013 onderling zeer vergelijkbaar. De verschillen blijken sowieso zeer beperkt te zijn. Alhoewel in 2011 de golfhoogtes wat toegenomen zijn, is het geen trendbreuk aangezien de jaren 2012 en 2013 weer vergelijkbaar zijn met de jaren voorafgaand aan 2010. Bovendien is de verhoging van de golfhoogtes in 2011 ook buiten het estuarium waarneembaar, wat een meteorologische oorzaak suggereert.

Op basis van deze resultaten is er geen reden om aan te nemen dat de golfhoogtes onder de invloed van de verruiming van de Westerschelde (en andere aspecten van de flexibele stortstrategie) zijn toegenomen.



Figuur 4-28: Empirische cumulatieve waarschijnlijkheidsverdeling van de significante golfhoogte van de verschillende meetlocaties.

4.4 STROOMSNELHEDEN

4.4.1 Plaatranden in de Westerschelde

4.4.1.1 Inleiding

Het doel van de plaatrandstortingen die werden uitgevoerd volgens de strategie van het flexibel storten is om meer laagdynamisch ondiep water en intergetijdengebied gebieden te creëren. Dit wordt gekwantificeerd in de ecotooparealen.

Omdat een ecotopenkaart niet jaarlijks wordt opgesteld, wordt de evolutie van de stroomsnelheden op de plaatranden onderzocht om na te gaan of de plaatranden inderdaad geëvolueerd zijn naar meer laagdynamische gebieden.

De stroomsnelheden op de plaatranden worden onderzocht aan de hand van jaarlijkse ADCP metingen langs 12 raaien op enkele plaatranden in de Westerschelde (i.e. Hooge Plaat West, Hooge Plaat Noord, Rug van Baarland, Plaat van Walsoorden en Plaat van Valkenisse[6], cf. Bijlage H) uitgevoerd door Rijkswaterstaat.

Deze jaarlijkse metingen worden vergeleken per locatie (cf. Bijlage I). Ze werden ook gerapporteerd door Schrijver (2014a).

4.4.1.2 Methodiek

In de grafieken in Bijlage I wordt per meetraai de relatie weergegeven tussen het tijverschil over de doodtij-springtijcycli ter hoogte van de dichtstbijzijnde getijpost (e.g. Vlissingen, Hansweert,…) en de daar bijhorende (lokale) maximale stroomsnelheid. Daarbij worden ook de gegevens getoond van voorgaande metingen. De regressielijn van de eerste meting (i.e. de T0-meting) dient als referentie en zijn nauwkeurigheidsgrenzen (bepaald door de spreiding van de metingen) dienen als controlegrenzen voor de latere metingen. Indien deze onder de betrouwbaarheidsband van de referentiemeting liggen, duidt dit op een significante afname van de stroomsnelheden op die locatie.

4.4.1.3 Resultaten

4.4.1.3.1 Hooge Platen West

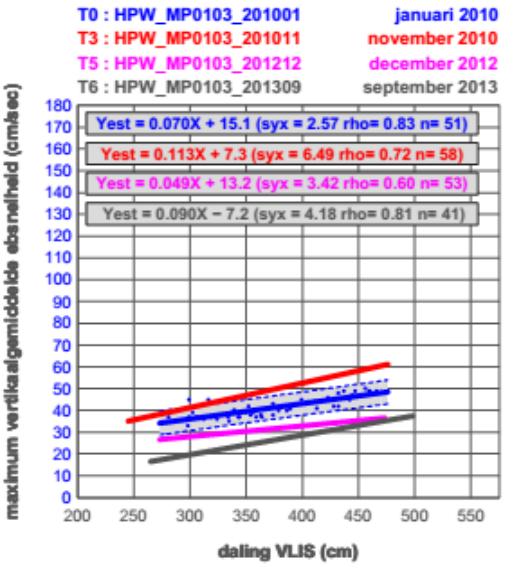
Op de Hooge Platen West worden ADCP metingen uitgevoerd in 4 punten langs 1 raai. Er zijn 3 meetcampagnes uitgevoerd sinds de T0 referentiemeting. De grafieken opgesteld door Jentink et al. (2014), volgens de methodiek beschreven in §4.4.1.2, worden gegeven in Bijlage I (cf. §H.1).

Punt 1 bevindt zich in de kortsluitgeul. De stroomsnelheid is er dus niet relevant voor het laagdynamisch areaal. Er is wel een toename van de vloedsnelheid. Punten 2, 3, en 4 bevinden zich eerder aan de plaatrand. Op punt 3 is de stroomsnelheid beduidend

[6] Stroomsnelheden worden ook gemeten op de Plaat van Ossenisse, echter niet langs voorgedefinieerde raaien. Bovendien is ook geen vergelijking beschikbaar tussen opeenvolgende metingen in relatie met de getijrijzing of -daling. De stroomsnelheidsmetingen langs de raai op de Plaat van Valkenisse zijn maar éénmalig uitgevoerd zodat enkel een referentiemeting beschikbaar is. De metingen op deze platen worden hier dan ook verder niet beschouwd.

afgenomen Figuur 4-29. Op punt 4 was er een lichte stijging van de stroomsnelheid, maar hier lag de stroomsnelheid vooraf al vrij laag, het punt blijft dus laagdynamisch van karakter.

Samengevat is er dus een verlaging van de dynamiek waargenomen die zich situeert rond meetpunt 3.

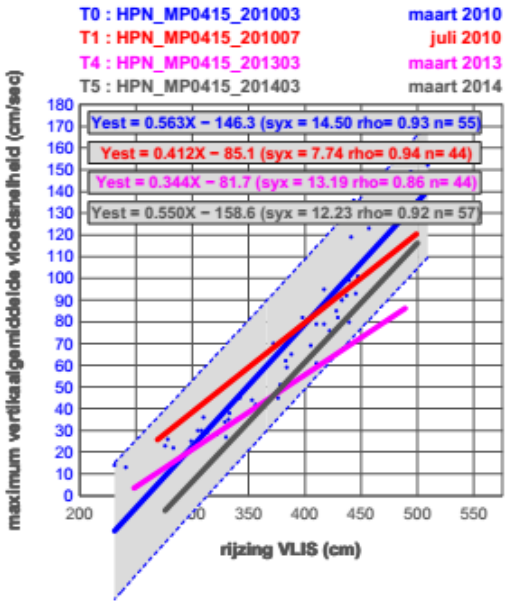


Figuur 4-29: Ebsnelheid t.o.v. getijdaling voor meetpunt 3 op Hooge Platen West.

4.4.1.3.2 Hooge Platen Noord

Op de Hooge Platen Noord worden ADCP metingen uitgevoerd langs 4 raaien en in elk 4 punten. Er zijn 3 meetcampagnes uitgevoerd sinds de T0 referentiemeting. De grafieken opgesteld door Jentink et al. (2014), volgens de methodiek beschreven in §4.4.1.2, worden gegeven in Bijlage I (cf. §H.2).

De sterkste wijzingingen komen voor op raai 4, de meest oostelijk gelegen meetraai (ter hoogte van de oostelijke zandtong stortingen). Hier is op punt 14 de stroomsnelheid afgenomen, zowel bij eb als bij vloed. Op raai 1, meetpunt 2 is de vloedsnelheid enigszins afgenomen. Op de andere meetraaien zijn weinig of geen significante veranderingen merkbaar.



Figuur 4-30: Vloedsnelheid t.o.v. getijrijzing voor raai 4, meetpunt 3 van Hooge Platen Noord

4.4.1.3.3 Rug van Baarland

Op de Rug van Baarland worden ADCP metingen uitgevoerd langs 4 raaien en in elk 4 punten. Er is maar één meetcampagne uitgevoerd sinds de T0 referentiemeting voor raai 1 en 4, twee meetcampagnes voor raai 3 en drie voor raai 2. De grafieken opgesteld door Jentink et al. (2014), volgens de methodiek beschreven in §4.4.1.2, worden gegeven in Bijlage I (cf. §H.3).

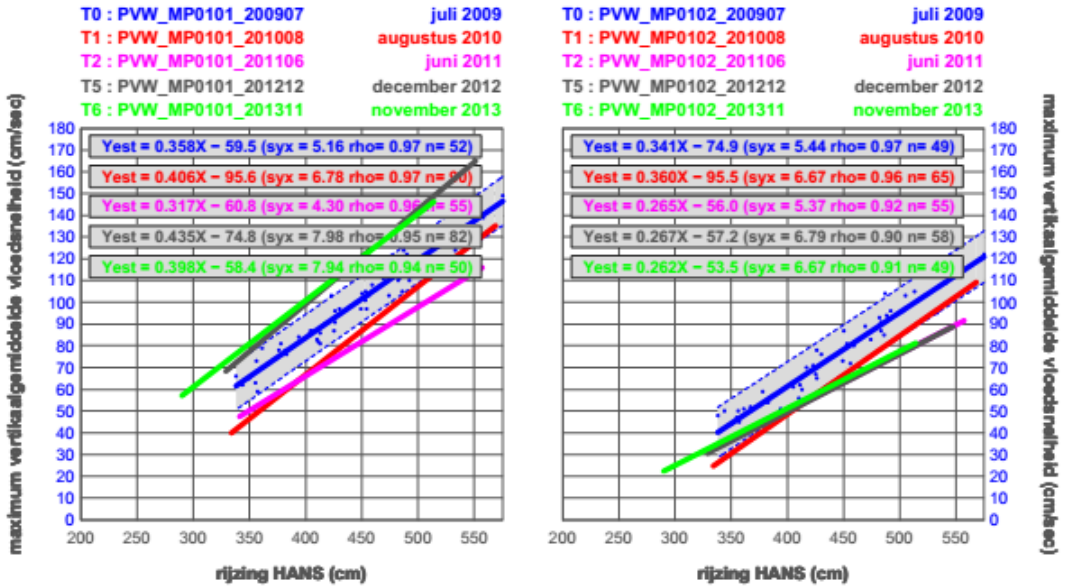
De vier meetraaien zijn gelegen in het zuiden op de westelijke plaatrand, centraal op de westelijke plaatrand, in het noorden op de westelijke plaatrand, en in het noorden op de oostelijke plaatrand. In geen enkele zone werden structurele veranderingen waargenomen in de stroomsnelheid. Op bepaalde meetpunten hebben lichte wijzigingen plaatsgevonden, maar deze geven geen aanwijzigingen voor een toename of afname van het laagdynamisch areaal.

4.4.1.3.4 Plaat van Walsoorden

Op de Plaat van Walsoorden worden ADCP metingen uitgevoerd langs 2 raaien en in elk 4 punten. Er zijn vier meetcampagnes uitgevoerd sinds de T0 referentiemeting voor raai 1 en drie voor raai 2. De grafieken opgesteld door Jentink et al. (2014), volgens de methodiek beschreven in §4.4.1.2, worden gegeven in Bijlage I (cf. §H.4).

Voor raai 1 (gelegen op de zuidwestelijke zandtong) is de vloedsnelheid beduidend gedaald in punten 2, 3 en 4, voornamelijk tijdens het springtij (Figuur 4-31, rechts). In het diepste punt 1 daarentegen kende de vloedsnelheid een stijging (Figuur 4-31, links). De ebsnelheden zijn zo goed als ongewijzigd gebleven sinds de referentiemeting.

Voor raai 2 (gelegen op de noordwestelijke zandtong) vertoont geen signifcante wijzigiging van de stroomsnelheid.



Figuur 4-31:Vloedsnelheid t.o.v. getijrijzing op punt 1 (links) en punt 2 (rechts) van raai 1 op de Plaat van Walsoorden.

4.4.1.4 Conclusies

Op de plaatranden worden stroomsnelheidsmetingen uitgevoerd om na te gaan of er nieuw laagdynamisch (= lagere stroomsnelheden) gebied is gecreëerd of in wording is. Hierbij werden de meest recente meetwaarden vergeleken t.o.v. de voorgaande metingen en voornamelijk de referentie T0-meting uitgevoerd vóór de stortingen. Bij de interpretatie werd er dan op gelet dat er zoveel mogelijk oppervlakte in het laagdynamisch gebied gelegen is of terecht is gekomen.

- 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 in een meetpunt echter licht gestegen, maar de omgeving is er 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.

- Plaat van Walsoorden:

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

4.4.2 Meetpunten in de Beneden-Zeeschelde

De stroomsnelheden in de Beneden-Zeeschelde worden gerapporteerd in het MONEOS factual datarapport van het Waterbouwkundig Laboratorium (Vanlierde *et al.*, 2014) onder de vorm[7] van een vergelijking van de maximale ebsnelheden ten opzichte van de magnitude van de waterstanddaling (cf. Figuur 4-32), resp. van de maximale vloedsnelheden ten opzichte van de magnitude van de waterstandstijging (cf. Figuur 4-33). De gegevens worden weergegeven als decielwaarden met bijhorende spreiding binnen het deciel (standaardafwijking).

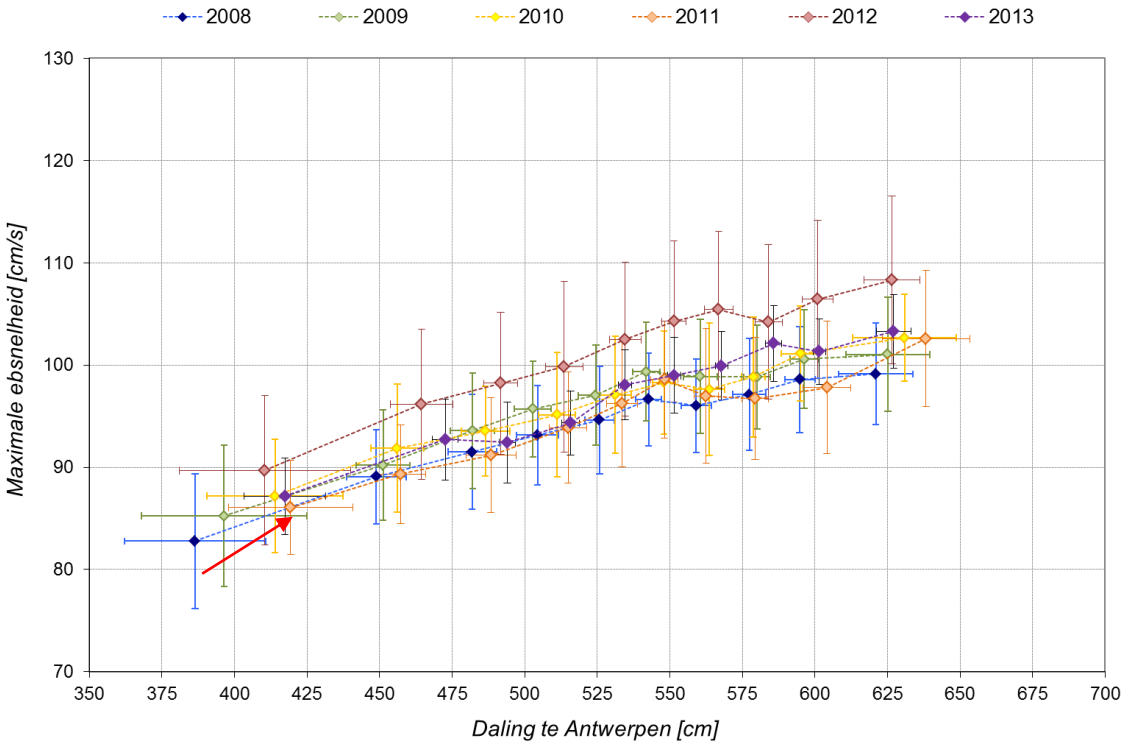
Uit de analyse van de ebsnelheden valt af te leiden er geen significant verschil is tussen de relaties daling--ebsnelheden van 2008 enerzijds en de jaren 2009, 2010, 2011 en 2013 anderzijds voor een welbepaalde daling De ebsnelheden van 2012 liggen bij elke daling gemiddeld zo'n 5 centimeter hoger. De spreiding in het jaar 2012 is ook opvallend hoger dan de andere jaren. De metingen van 2013 liggen opnieuw lager, binnen de grote spreidingsband van de voorgaande jaren.

De duidelijke verhoging zoals van de ebsnelheden in 2012 wordt niet waargenomen in geval van de vloedsnelheden. Enkel bij lage stijging (eerste deciel) ligt de gemiddelde vloedsnelheid boven de spreidingsbalken van de voorgaande jaren, maar voor hogere stijging wordt dit niet meer waargenomen en ligt de gemiddelde vloedsnelheid bij springtij zelfs onder de spreidingsbalken van de andere jaren. De spreiding in het jaar 2012 is wel opnieuw opvallend hoger dan de andere jaren. Het jaar 2013 wordt dan weer gekenmerkt door (één van) de laagste vloedsnelheden sinds 2008.

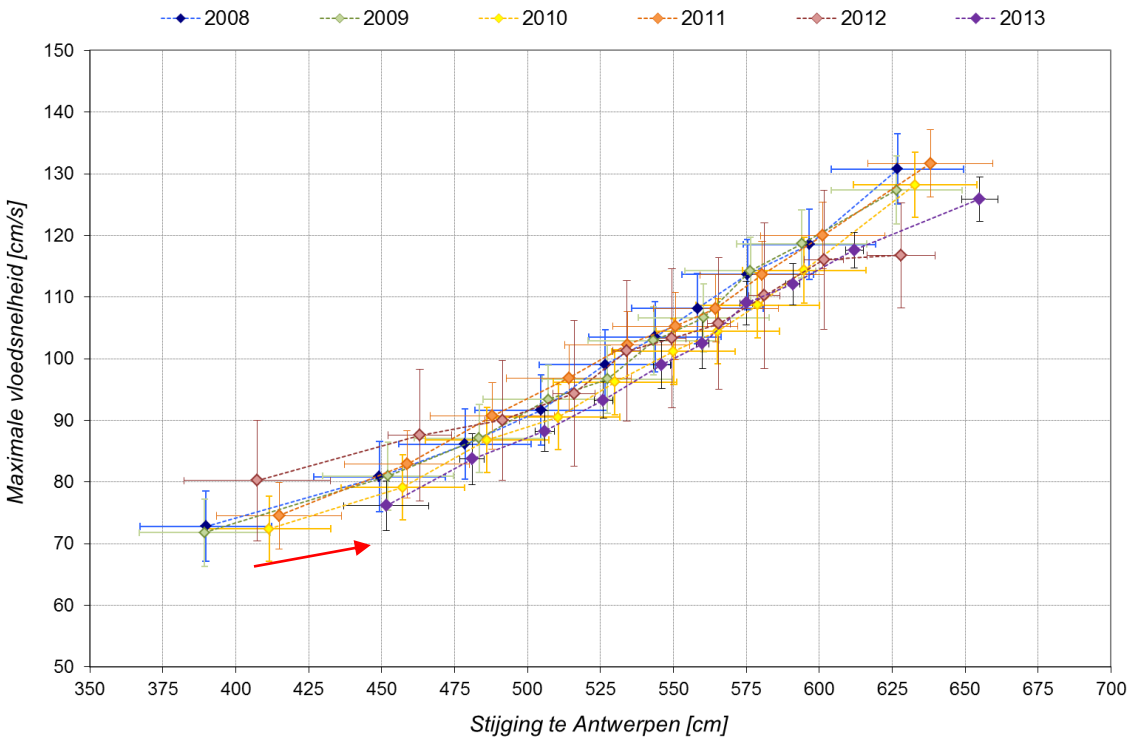
Wat wel wordt waargenomen is een toename van de laagste decielen naar hogere stroom en rijzing resp. daling. Met andere woorden, bij lage rijzing en daling (laagste deciel) zou het tijverschil enigszins toegenomen kunnen zijn, samen met de stroomsnelheden. Bij hoge rijzing en dalen (de bovenste decielen) wordt dit niet waargenomen.

Een invloed van de derde verruiming (en andere projecten in het kader van OS2010) op de stroomsnelheden van 2010-2013 in de Beneden-Zeeschelde kan niet aangetoond worden, maar een lichte mogelijke toename van de stroomsnelheden bij lage rijzing/daling lijkt op te treden. Er zouden echter meer gegevens en analyse nodig zijn om hierover uitsluitsel te geven.

[7] De getoonde figuren worden als volgt opgebouwd: op de X-as (stijging, resp. daling) wordt het ver-schil in waterhoogte tussen laagwater en hoogwater (stijging) of tussen hoogwater en laagwater (daling) afgebeeld. Tijdens deze fase wordt ook de maximale vloedsnelheid (bij stijging) of ebsnelheid (bij daling) gemeten. Per eb-vloed cyclus wordt dus telkens een koppel (stijging, max. vloedsnelheid) resp. (daling, max. ebsnelheid) bekomen. Over een jaar levert dit een puntenwolk waarbij de variatie tussen lage en hoge waarden voor een groot stuk bepaald wordt door de doodtij-springtij cyclus over een maand, en door variaties in de bovenafvoer. Om de data inzichtelijk te maken, is de voorstelling per deciel (per interval van 10 % van de stijging, resp. daling) opgemaakt.



Figuur 4-32: Maximale ebsnelheid te Oosterweel (Beneden-Zeeschelde), bovenste meettoestel, versus de daling in waterpeil te Antwerpen (Vanlierde et al., 2014).



Figuur 4-33: Maximale vloedsnelheid te Oosterweel (Beneden-Zeeschelde), bovenste meettoestel, versus de stijging in waterpeil te Antwerpen (Vanlierde et al., 2014).

4.5 SAMENVATTING / CONCLUSIE HYDRODYNAMIEK

Hoog- en laagwaterstanden

De hoog- en laagwaterstanden na 2009 werden geëvalueerd aan de hand van een vergelijking met de geëxtrapoleerde T2009 trend en zijn 95 %-verwachtingsinterval.

Bijna alle jaargemiddelde hoog- en laagwaters tijdens de periode 2010-2013 vallen binnen het 95 % betrouwbaarheids- of voorspellingsinterval van de geëxtrapoleerde T2009 trend voor elk meetstation. De cumulatieve som van de residuen op de T2009 trend blijft ook bijna steeds binnen zijn controlegrenzen.

Dat de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden na 2009 systematisch onder de geëxtrapoleerde T2009 trend liggen, blijkt te verklaren door de lage jaargemiddelde opzet (en indirect door de meteorolgoie) die in deze jaren optrad.

Een invloed van de verruiming en overige projecten in het kader van de Ontwikkelingsschets, is bijgevolg niet aantoonbaar in de ontwikkeling van de jaargemiddelde laag- en hoogwaterstanden. Dit ligt in lijn met de verwachtingen uit het MER.

Getijslag

Voor de jaargemiddelde relatieve getijslag zijn geen significante wijzigingen in het gedrag of locatie van de maximale getijslag sinds 2009 te melden. In 2011 treedt een maximum op, maar de waarden zijn in 2012 en 2013 terug wat lager. Over een iets langere periode gekeken, blijkt wel dat de gemiddelde relatieve getijslag over de laatste 4 jaar (2010-2013) licht is toegenomen ten opzichte van de vier voorafgaande jaren (2006-2009).

Er wordt een toename van de absolute getijslag vastgesteld, niet alleen door de stijgende fase van de nodale cyclus, maar ook ten gevolge van de reeds bestaande trend (0,36 cm/jaar in Antwerpen).

Dit wordt echter als autonome ontwikkeling beschouwd, en niet het gevolg van de derde verruiming. Dit betekent evenwel niet dat deze autonome toename van de getijslag geen signaalfunctie heeft in het kader van een systeemomslag naar meer turbide condities van de waterkolom (zie verder). Verder wordt deze ontwikkeling ook om nautische en ecologische redenen als negatief beschouwd.

Golven

Voordien is al 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 is de analyse gebaseerd op een vergelijking van de jaarlijkse cumulatieve distributies van de significante golfhoogte.

Over het algemeen blijkt dat de golfhoogtes in 2010 lager zijn dan de voorgaande jaren, de golfhoogtes in 2011 iets hoger en in 2012-2013 zeer vergelijkbaar. De verschillen blijken sowieso zeer beperkt te zijn. Alhoewel in 2011 de golfhoogtes wat toegenomen zijn, is het geen trendbreuk aangezien de jaren 2012-2013 weer vergelijkbaar zijn met de jaren voor 2010. Bovendien is de verhoging van de golfhoogtes in 2011 ook buiten het estuarium waarneembaar, wat een meteorologische oorzaak suggereert.

Op basis van deze resultaten is er geen reden om aan te nemen dat de golfhoogtes onder de invloed van de verruiming van de Westerschelde (en andere aspecten van de flexibel storten strategie) zijn toegenomen.

Stroomsnelheden Westerschelde

De stroomsnelheidsmetingen op de plaatranden in de Westerschelde werden onderzocht omdat ze sneller ter beschikking zijn dan ecotopenkaarten en ze een eerste indicatie kunnen geven van een laagdynamisch gebied. Hierbij werden de nieuwe meetwaarden vergeleken t.o.v. de voorgaande metingen en voornamelijk de referentie T0-meting uitgevoerd vóór de stortingen. Bij de interpretatie werd er dan op gelet dat er zoveel mogelijk oppervlakte in het laagdynamisch gebied gelegen is of terecht is gekomen.

Op de plaatranden worden stroomsnelheidsmetingen uitgevoerd om na te gaan of er nieuw laagdynamisch (= lagere stroomsnelheden) gebied is gecreëerd. Hierbij werden de meest recente meetwaarden vergeleken t.o.v. de voorgaande metingen en voornamelijk de referentie T0-meting uitgevoerd vóór de stortingen. Bij de interpretatie werd er dan op gelet dat er zoveel mogelijk oppervlakte in het laagdynamisch gebied gelegen is of terecht is gekomen.

- 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 in een meetpunt de stroomsnelheid echter licht gestegen, maar de omgeving was en is er 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.

- Plaat van Walsoorden:

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

De stroomsnelheidsdalingen zijn een positieve ontwikkeling die indiceren dat de flexibel storten strategie op die plaatranden – weliswaar zeer plaatselijk (i.e. plaatselijk op Hooge Platen West en Noord, Plaat van Walsoorden) – haar beoogde laagdynamisch ondiepe gebieden in wording zijn.

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.

Er bleek weinig verandering te zitten in de stroomsnelheden bij specifieke tijverschillen over de periode 2008-2013 met uitzondering van het jaar 2012 waarvoor de ebsnelheid gemiddeld 5 cm/s hoger was voor alle waterstanden. Een algemene invloed van de derde

verruiming (en andere projecten in het kader van OS2010) op de stroomsnelheden van 2010-2013 in de Beneden-Zeeschelde kan niet aangetoond worden, maar een toename van de getijslag en stroomsnelheden bij lage daling en rijzing lijken wel op te treden.

5. MORFOLOGIE EN LEEFOMGEVING

In het hoofdstuk Morfologie en leefomgeving wordt ingegaan op de recente morfologische veranderingen die hebben plaatsgevonden na de derde verruiming van de Westerschelde. Verder wordt de evolutie van ecologisch waardevol gebied op basis van de vastgelegde kwaliteitsparameters uit het Protocol Voorwaarden voor Flexibel Storten behandeld.

5.1 RECENTE MORFOLOGISCHE VERANDERINGEN

5.1.1 Westerschelde

5.1.1.1 Inleiding

De vaklodingskaarten van de Westerschelde, opgemeten door Rijkswaterstaat in 2012 en 2013, zijn opgenomen in Bijlage J. Deze kaarten geven de bathymetrie en morfologie (via schaduw nuances) van de Westerschelde in het betreffende jaar weer. Verder zijn ook de stortvakken en de macrocellen aangeduid. Voor een betere visualisatie werden de kaarten van de Westerschelde versneden volgens de afbakening van de macrocellen. Hierbij werden macrocellen 1-2 en 6-7 samengenomen.

Verder zijn in Bijlage J ook volgende verschilkaarten toegevoegd:

- verschilkaart 2012-2011, die de bodemevolutie weergeeft tijdens het tweede jaar na de verruiming van de Westerschelde;
- verschilkaart 2013-2012, die de bodemevolutie weergeeft tijdens het derde jaar na de verruiming;
- verschilkaart 2012-2009, die de evolutie weergeeft over 3 jaar.
- verschilkaart 2013-2009, die de evolutie weergeeft over 4 jaar.

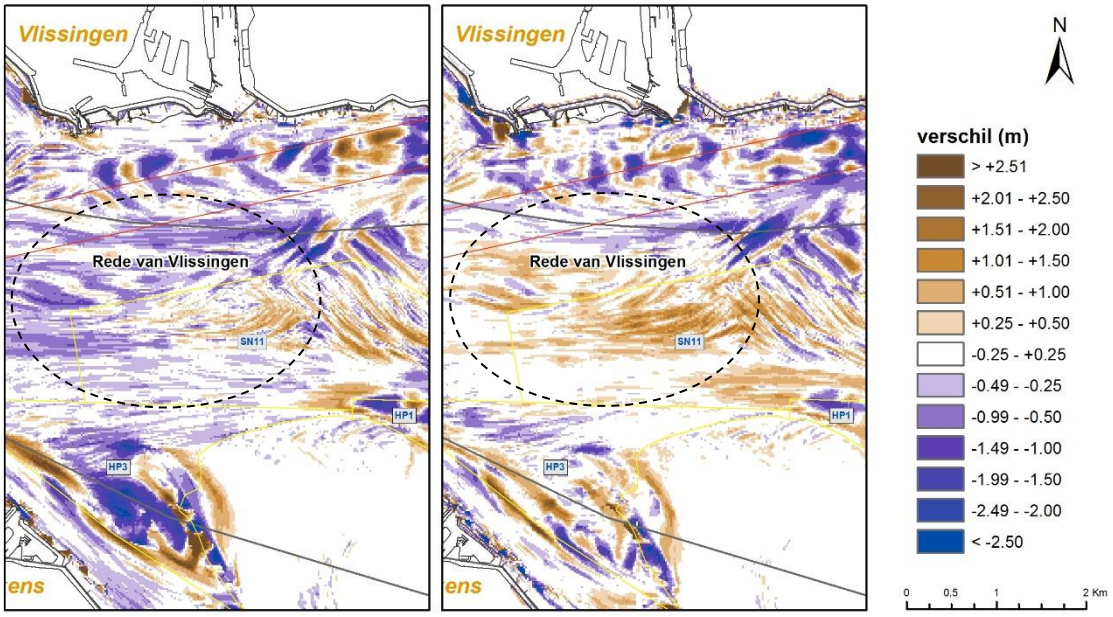
In wat volgt wordt nagegaan op welke manier de huidige morfologische veranderingen zich verhouden ten opzichte van de referentiesituatie in het jaar 2009 (T2009-consortium, 2014). In het T2009-rapport wordt de toestand van de Westerschelde voorafgaand aan de derde verruiming (tot en met 2009) beschreven. Het is de bedoeling om de grootschalige morfologische veranderingen uit dit rapport kwalitatief te vergelijken met de recente bodemwijzigingen, zoals weergegeven op de *verschilkaarten 2011-2012, 2012-2013 en 2009-2013*.

Verder werden op basis van de vaklodingenkaarten per macrocel en voor 2009 en 2013 genormaliseerde hypsometrische curves opgesteld. Deze kunnen informatie leveren over de ontwikkeling van ondiepe gebieden en de gemiddelde steilheid.

Voor een gedetailleerde beschrijving van de morfologische veranderingen ter hoogte van de plaatrandstortvakken HPW, HPN, PVW, RvB wordt verwezen naar de tweemaandelijkse rapporten 'Monitoringprogramma Flexibel Storten – Opvolging Plaatrandstortingen' (IMDC, 2012a-b, 2013b-e, 2013g-h, 2014b-d, 2014g)[8]. Een beschrijving van de evolutie in de hoofdgeulstortvakken is gegeven in het rapport 'Analyse van de stortingen in de diepe delen van de hoofdgeul (IMDC, 2014a).

5.1.1.2 Macrocel 1 & 2

- Nabij de Rede van Vlissingen komt in de periode 2011-2012 vooral erosie voor. Het daaropvolgende jaar (2012-2013) wordt dan weer gekenmerkt door sedimentatie, mogelijk onder invloed van frequentere stortingen in SN11 (Figuur 5-1). Een gelijkaardig patroon wordt waargenomen in 2010-2011 (IMDC, 2013a). Hoewel op korte termijn dynamisch onder invloed van stortingen in de nevengeul, is het gebied nabij de Rede van Vlissingen voor de verruimingswerken (1955-2010) morfologisch vrij stabiel (T2009-consortium, 2014). Het is moeilijk te zeggen of deze wisselende verdieping/verondieping ook op lange termijn grote veranderingen geeft. Het is mogelijk dat de stortingen in SN11 aanleiding tot een nieuwe lokale sedimentdynamiek geven.



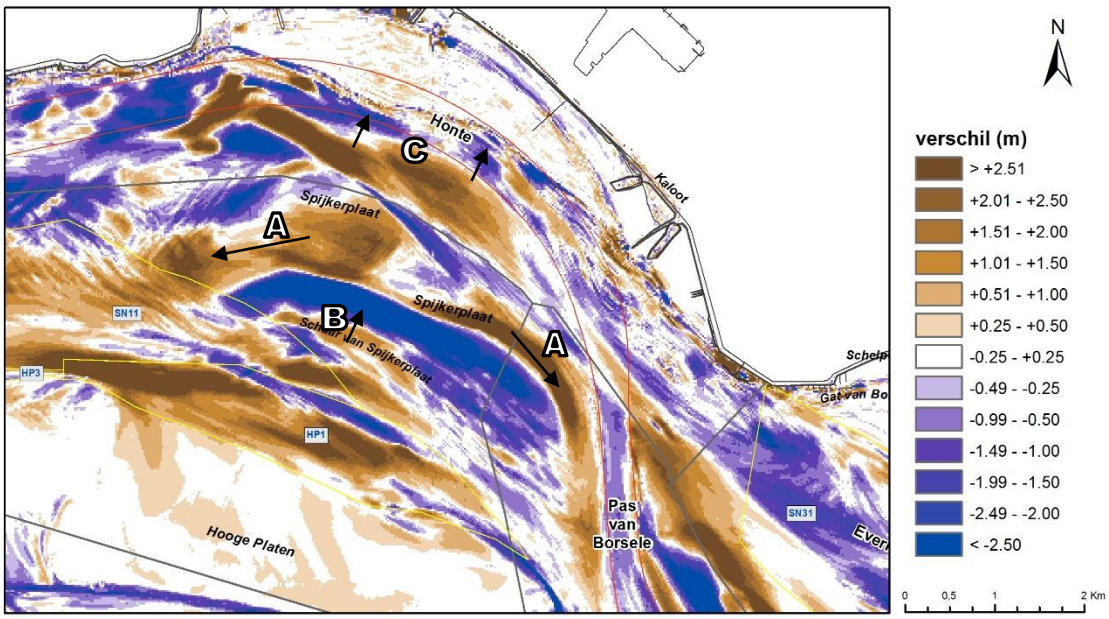
Figuur 5-1: Verschilkaart 2011-2012 (links) en 2012-2013 (rechts) ter hoogte van de Rede van Vlissingen.

- Hoewel door uitschuring van de Schaar van de Spijkerplaat de zuidelijke plaatrand steiler wordt, kent de Spijkerplaat in 2011-2012 en 2012-2013 een uitbreiding van de westelijke en oostelijke tip. Op de verschilkaart 2009-2013 kan men significante erosie waarnemen ten noordwesten en ten zuiden van de plaatrand. Ook centraal komt erosie voor. De plaat zelf vertoont een verhoging van het bodempeil, en lijkt

[8] Deze rapporten zijn integraal raadpleegbaar op http://www.vnsc.eu/organisatie/werkgroepen/onderzoek-en-monitoring/voortgang/projectgroep-flexibel-storten/maandrapporten-flexibel-storten.html

zich uit te breiden naar het westen richting Rede van Vlissingen en naar het zuiden, langs de Pas van Borssele (Figuur 5-2, A).

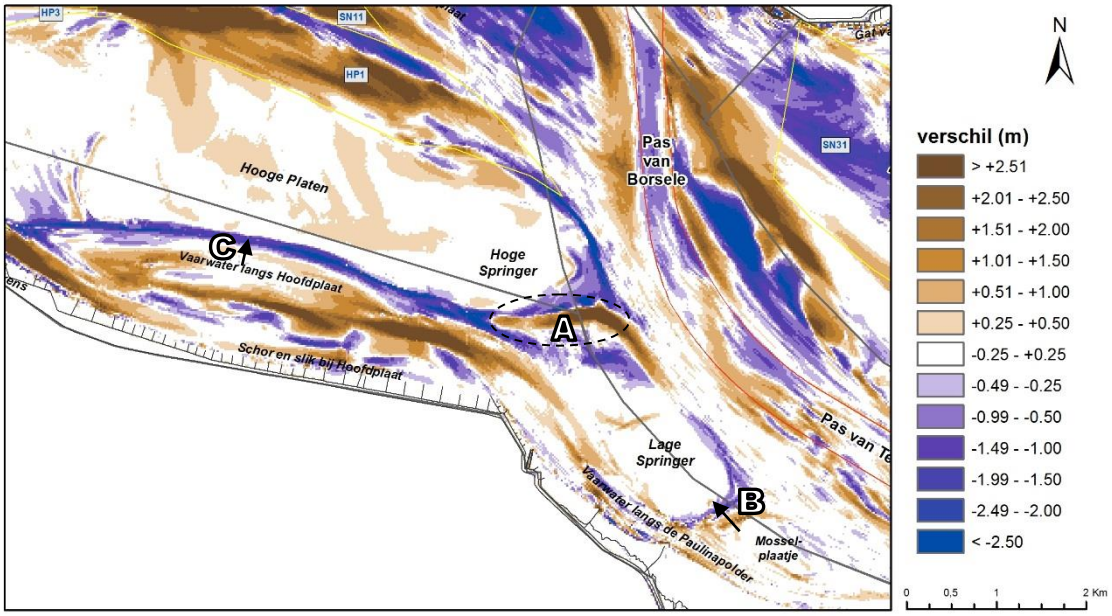
- Hoewel minder duidelijk in 2011-2012, tonen de andere verschilkaarten (2012-2013, 2009-2013) een duidelijke verschuiving van de Schaar van de Spijkerplaat naar het noorden (Figuur 5-2, B). Deze verplaatsing werd ook al aangegeven in het referentierapport (T2009-consortium, 2014). Jeuken (2000) en het LTV-consortium (2014) gaven al aan dat de dynamiek van dit gebied wordt beïnvloed door een pseudo-cyclisch patroon van eb-gedomineerde kortsluitgeulen in het drempelgebied van de nevengeul.
- Het “knijpen” van de Honte onder invloed van de noordelijke uitbreiding van de Spijkerplaat, geïnitieerd door de noorwaartse migratie van de Schaar van de Spijkerplaat, kan worden waargenomen in de periodes 2011-2012 en 2012-2013. Tussen 2012 en 2013 is de sedimentatie er echter meer uitgesproken. De verschilkaart 2009-2013 toont hetzelfde proces (Figuur 5-2, C).



Figuur 5-2: Verschilkaart 2009-2013 ter hoogte van de Schaar van de Spijkerplaat.

- Nabij het slik van Borssele, ter hoogte van Kaloot, wordt in de periode 2011-2012 omvangrijke erosie aangetroffen. In het daaropvolgende jaar toont dit gebied overwegend aanzanding. Ten opzichte van 2009 vindt hier afwisselend erosie en sedimentatie plaats.

- In de plaatrandstortzone HPW komt - naast verondieping door stortingen - ook verdieping voor door migratie van - onder andere - eerder gestort materiaal. Dit is duidelijk te zien op de verschilkaart 2011-2012. Het jaar daarop is er veel minder migratie - en dus erosie - van gestort materiaal aan te treffen omwille van zeldzamere stortingen. Bijgevolg krijgt de plaatrandstortzone meer te maken met natuurlijke processen, waarbij erosie afwisselt met sedimentatie. Op de verschilkaart 2009-2013 kan men de verdere verdieping van de vloedschaar, die het Plaatje Van Breskens van de Hooge Platen scheidt, waarnemen. Deze vloedschaar migreert ook als geheel oostwaarts. Op de dieptekaarten van 2012 en 2013 wordt ook de morfologische evolutie naar een sikkelvormig Plaatje van Breskens duidelijk te onderscheiden (IMDC, 2014b). De ontwikkeling van de aanwezige vloedschaar speelt hierbij een belangrijke rol.
- In het T2009 rapport (T2009-consortium, 2014) werd reeds een verplaatsing van de noordzijde van de Hooge Platen waargenomen. De stortingen die plaatsvonden in het plaatrandstortvak HPN - waar een rug werd aangelegd in het westen (zie verschilkaart 2010-2011 (IMDC, 2013a)), zorgen - samen met de reeds aanwezige oostelijke zandtong - voor een luwe zone waar sediment vermoedelijk sneller wordt afgezet. Hoewel er erosie optreedt ter plaatse van de stortingen (zie verschilkaarten 2011-2012, 2012-2013), bedraagt de netto stabiliteit er meer dan 100 % (zie verder, § 5.5.1.2). Ten opzichte van 2009 toont het plaatrandstortvak in 2013 enkel erosie aan de noord- en zuidoostelijke rand. Men kan dus aannemen dat de uitbreiding van de noordelijke rand van de Hooge Platen verder versterkt wordt door de stortingen in HPN.
- Hoewel niet zichtbaar op de opeenvolgende verschilkaarten 2011-2012 en 2012-2013, toont 2009-2013 lokale bodemverhogingen centraal op de Hooge Platen. Terwijl de zuidelijke en oostelijke plaatrand van de Hooge Platen en de Hooge Springer steiler wordt door erosie, kent de noordelijke en westelijke plaatrand een aangroei onder invloed van de plaatrandstortingen. 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 5-3, A). De kortsluitgeul tussen de Lage Springer en het Mosselplaatje lijkt noordwaarts te migreren (Figuur 5-3, B).
- In de beschouwde periodes, krijgt het Vaarwater langs Hoofdplaat ook na de verruiming te maken met aanhoudende sedimentatie, waardoor het Vaarwater op termijn dreigt te verzanden. 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 5-3, C). Bovendien blijkt uit IMDC (2014c) dat de Hooge Platen in feite als geheel in noordwaarste richting bewegen.



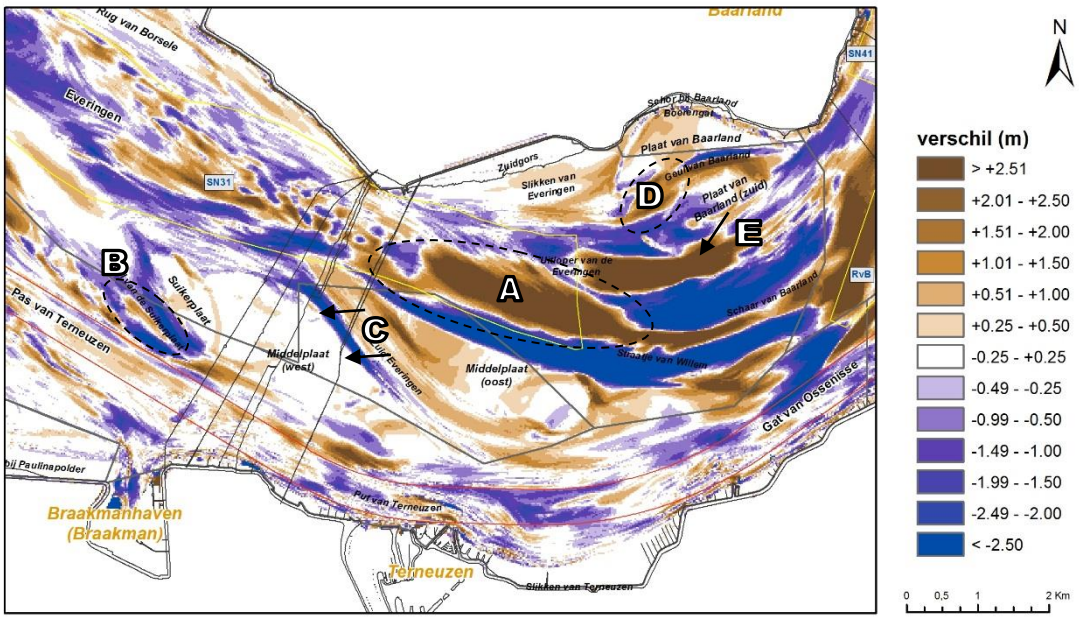
Figuur 5-3: Verschilkaart 2009-2013 ter hoogte van het plaatcomplex Hooge Platen - Hoge Springer - Lage Springer - Mosselplaatje.

5.1.1.3 Macrocel 3

- Ter hoogte van de Pas van Borssele blijft het aangelegde bodempeil in 2011-2012 en 2012-2013 nagenoeg aangehouden. Vergeleken met 2009, kan men in 2013 wel het resultaat zien van de verdiepingswerken. De westwaartse migratie van de Pas van Borssele - beschreven in het T2009 rapport (T2009-consortium, 2014) - kan niet worden waargenomen in de periode 2009-2013. Het is dan ook waarschijnlijk dat deze natuurlijke ontwikkeling werd afgeremd door verdiepings- en onderhoudswerken aan de Pas van Borssele. Daarbij komt dat dit een lange termijn ontwikkeling betreft, en dus mogelijks niet kan gevat worden in een periode van 4 jaar.
- Ook op de Pas van Terneuzen en de Put van Terneuzen zorgen onderhoudsbaggerwerken ervoor dat hersedimentatie geen kans krijgt en tot ongewenste verondieping leidt. In de jaren volgend op de verruiming blijft het verdiepingspeil dus aangehouden.
- De oostwaartse uitbreiding van de Everingen, zoals beschreven in het referentierapport (T2009-consortium, 2014), kan men ook uit de verschilkaarten 2011-2012, 2012-2013 en 2009-2013 afleiden. Sterke verdiepingen komen voor ter hoogte van het Straatje van Willem en de Uitloper van de Everingen, maar een vermoedelijke combinatie van stortingen in SN31 en autonome sedimentatie zorgen lokaal ook voor sterke verondieping (Figuur 5-4, A). Mogelijke migratie van deze stortspecie lijkt te accumuleren ten noorden van het Straatje van Willem, ter hoogte van de Schaar van Baarland. Het is dan ook denkbaar dat dit aanleiding geeft tot verhoogde sedimentatie in (en aan de westelijke rand van) het plaatrandstortvak RvB. In het drempelgebied rond de Schaar van Baarland geldt ook een complexe dynamiek van eb- en vloedscharen.

- 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 5-4). Dit kan ook vastgesteld worden ten oosten van de Middelplaat (west), waar de kortsluitgeul Zuid Everingen vernauwt en westwaarts lijkt te migreren (Figuur 5-4, C). Ten noorden van de Middelplaat (oost) kent het Straatje van Willem veel erosie.
- 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. Hierbij zorgt de migratie van Zuid Everingen voor een westelijke uitbreiding van de oostelijke Middelplaat (Figuur 5-4, C).

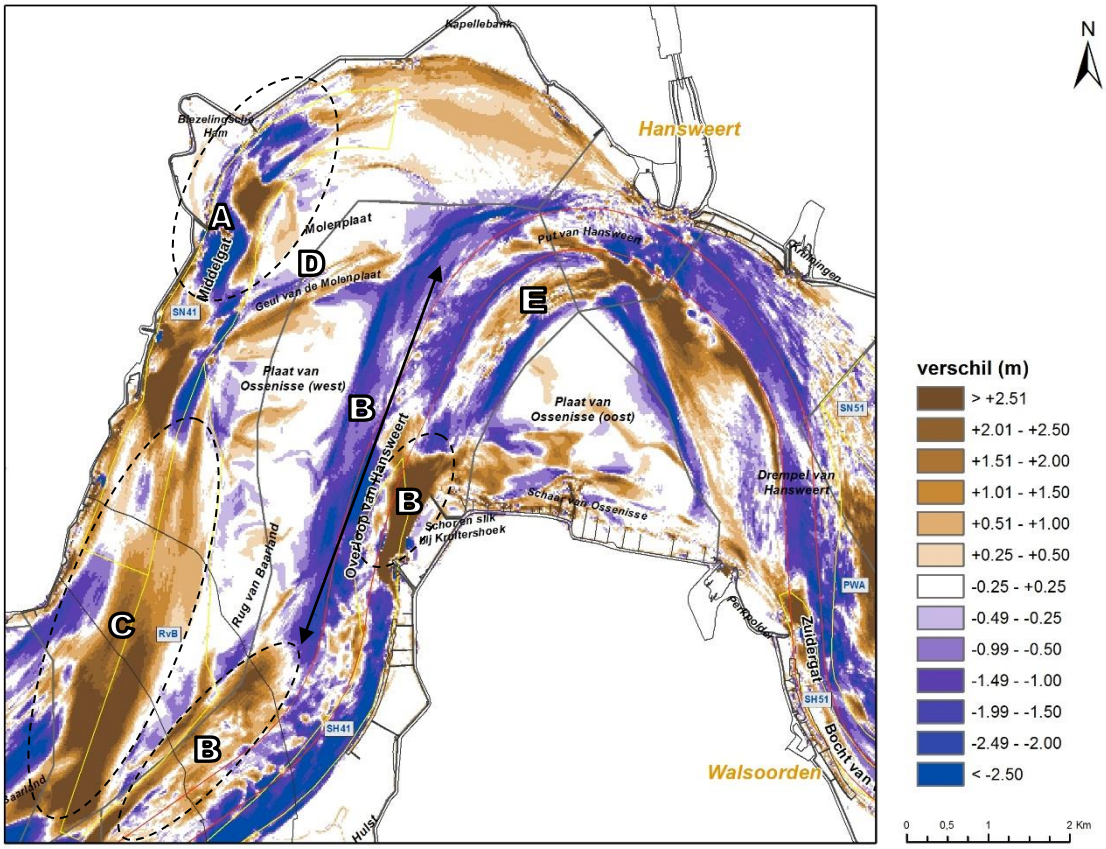
Doorheen de beschouwde periodes lijkt het westelijke uiteinde van de Geul van Baarland te verzanden (Figuur 5-4, D). Het overige deel van de kortsluitgeul zorgt evenwel voor erosie aan de zuidelijke rand van de Plaat van Baarland. Hoewel in 2010-2011 nog lichte erosie valt te bespeuren in het Boerengat, grijpt daar in 2011-2012 en 2012-2013 enkel nog sedimentatie aan. 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 5-4, E).



Figuur 5-4: Verschilkaart 2009-2013 ter hoogte van de Middelplaten.

5.1.1.4 Macrocel 4

- Een ontwikkeling die gepaard ging met de grootschalige functiewisseling van de hoofd- en nevengeul in macrocel 4, was het opvullen van het Middelgat (T2009-consortium, 2014). Om deze ontwikkeling tegen te gaan werd beslist geen stortingen uit te voeren in SN41, en in een latere fase ook in het plaatrandstortvak RvB. Desalniettemin zet de sedimentatietrend zich hier in de bestudeerde periodes 2011-2012, 2012-2013 en 2009-2013 door. Naast de verwachte 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 5-5, A).
- Het tweezijdig uitruimen van de Overloop van Hansweert - zoals vermeld door het T2009-consortium (2014) - verloopt verder, hoewel er ten zuiden van de Rug van Baarland ook significante sedimentatie optreedt. Een mogelijke verklaring voor deze ontwikkeling zijn de nabije stortingen in RvB en SH41 (Figuur 5-5, B). De erosie die zich voordoet in het diepste deel van SH41 is reeds langer gekend en kan worden toegeschreven aan turbulente hydrodynamische condities veroorzaakt door de strekdam ‘Nol van Ossenisse’ (RIKZ, 1996 en Rijkswaterstaat, 2007; zoals geciteerd in IMDC, 2014a).
- Zowel op de Rug van Baarland, de Plaat van Ossenisse als de Molenplaat wordt lokale verhoging waargenomen, maar evenzeer komt hier lichte erosie voor. De Rug van Baarland groeit in het westen aan door stortingen en autonome sedimentatie in het plaatrandstortvak RvB (Figuur 5-5, C). Ondanks het stopzetten van de stortingen ter hoogte van RvB, bedraagt de stabiliteit er na 4 jaar 480 % (§ 5.5.1.4).
- De (kortsluit-) Geul van de Molenplaat lijkt in de beschouwde periodes een rotatie te ondergaan zodat de richting van de geul meer oost-west komt te liggen (Figuur 5-5, 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.
- 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, wellicht onder invloed van vloedwaartse migratie van het stortmateriaal uit SH41 (zie verschilkaarten 2011-2012, 2012-2013): de stortingen die plaatsvonden in SH41 lijken noordwaarts te migreren en via de (vloed-) Schaar van Ossenisse langsheen de zuidelijke plaatrand 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 5-5, E). Van Veen (1949) spreekt in de context van deze rondgaande zandbewegingen van ‘zandneren’. De gestorte specie kan ook rechtstreeks vanaf SH41 opwaarts migreren. Hoe dan ook lijkt de sedimentatie aan de binnenbocht ter hoogte van de Put van Hansweert verband te houden met de recente en omvangrijke stortingen in SH41 sinds 2011, aangezien deze trend nog niet gerapporteerd werd in het referentierapport (T2009-consortium, 2014).

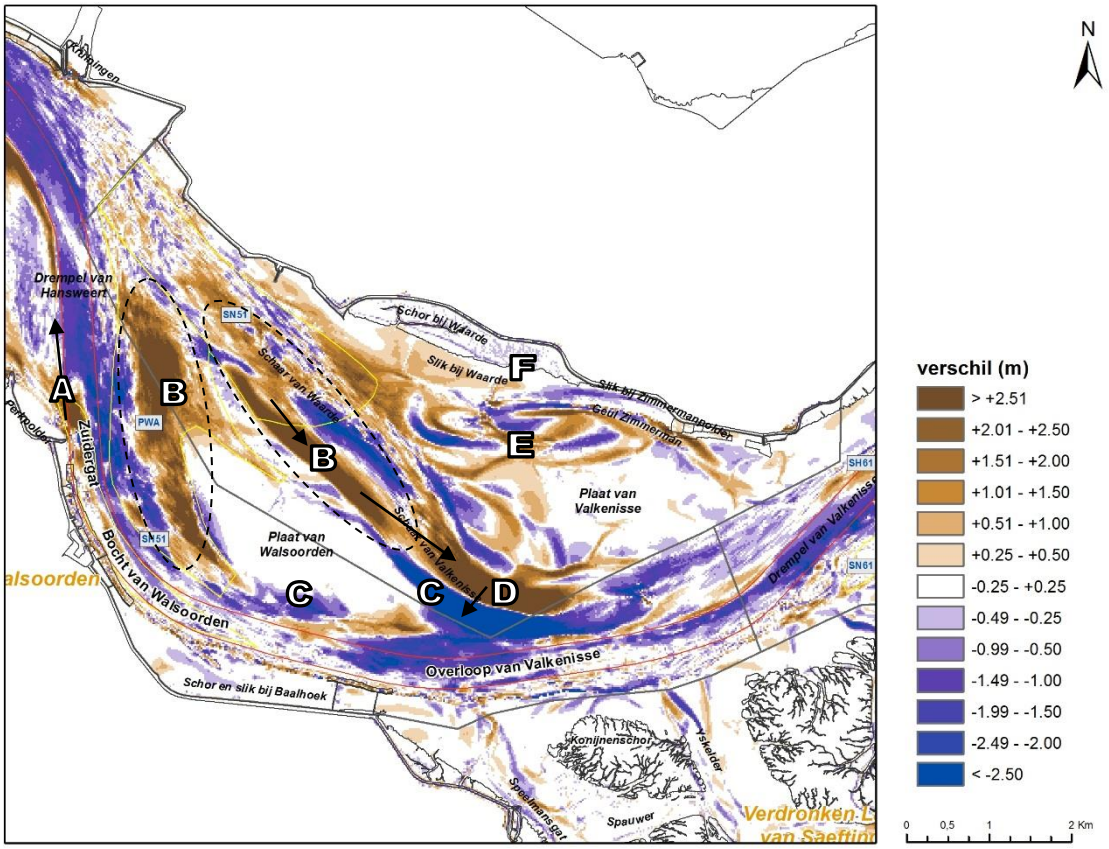


Figuur 5-5: Verschilkaart 2009-2013 ter hoogte van het Middelgat.

5.1.1.5 Macrocel 5

- Onder invloed van de verdiepings- en onderhoudsbaggerwerken op de drempel tussen de Put van Hansweert en de Bocht van Walsoorden, kent de Drempel van Hansweert sterke verdieping in de periode 2009-2013. Ook aan de Overloop van Valkenisse zorgen onderhoudsbaggerwerken ervoor dat het verdiepingspeil behouden blijft. Ten zuiden van de Overloop van Valkenisse, ter hoogte van de Konijnenschor, heeft de Westerschelde de ruimte om uit bochten. Al is dit gegeven op korte termijn moeilijker te vatten in vergelijking met een periode van 55 jaar (1955-2010), zoals gerapporteerd door het T2009-consortium (2014).
- De ruimtelijke spreiding van de stortingen in stortvak SH51 in de periode 2011-2013 (IMDC, 2014a) wordt duidelijk weergegeven op de verschilkaarten in Bijlage J. De verschilkaart tussen 2011 en 2012, toont dat er zowel ter hoogte van het Zuidergat als - meer opwaarts - in de Bocht van Walsoorden is gestort. Een jaar later, in de periode 2012-2013, concentreren de stortingen zich in de buurt van het Zuidergat. De eerder gestorte specie in de bocht van Walsoorden ondervindt erosie. Op de verschilkaart 2009-2013 lijkt een deel van de gestorte specie zich afwaarts te begeven, richting de binnenbocht van Hansweert (Figuur 5-6, A).

- Vergeleken met 2010-2011 (IMDC, 2013a), toont het plaatrandstortvak PWA in de daaropvolgende jaren 2011-2012 en 2012-2013 minder verondieping omwille van minder intensieve stortingen. Er komt in deze periodes verspreide erosie en sedimentatie voor, veelal als resultaat van migrerende stortspecie. De stabiliteit van de gestorte specie bedraagt er 40 %, alhoewel de stabiliteit ter plaatse van de stortingen een stuk hoger ligt maar de volledige zone sterke erosie ondervindt.
- Op de Plaat van Walsoorden treft men tijdens 2011-2012 en 2012-2013 minder morfologische veranderingen aan dan in 2010-2011 (IMDC, 2013a). Tussen 2009 en 2013 groeit de plaat aan in noordoostelijke en westelijke richting onder invloed van de plaatrandstortingen in PWA en kennelijk vloedgerichte migratie van stortspecie in SN51 (Figuur 5-6, B). Erosie kan men waarnemen aan de zuidelijke plaatrand en de zuidoostelijke tip (Figuur 5-6, C). Daartussenin overheerst sedimentatie.
- Zoals aangegeven in het T2009-rapport (T2009-consortium, 2014), kan men in de beschouwde periode een verdere verplaatsing van de Schaar van Valkenisse naar het zuidwesten aantreffen (Figuur 5-6, D). Erosie komt voor aan de zuidwestzijde, waardoor de zuidoostelijke tip van de Plaat van Walsoorden onder druk komt te staan en wordt opgeruimd (Figuur 5-6, C). Aan de noordoostelijke plaatrand komt sedimentatie voor, waarvan een deel mogelijk afkomstig is van (vloedgericht) migrerende stortspecie, afkomstig uit SN51. De gestorte volumes schijnen zich langs de (vloed-) Schaar van Waarde te hebben verplaatst en lijken te accumuleren ter hoogte van de Schaar van Valkenisse, waar vloed- en ebstromen samenkomen (Figuur 5-6, D).
- Ten noorden en ten westen van de Plaat van Valkenisse geldt een complexe dynamiek van kleine eb- en vloedscharen (Figuur 5-6, E). Daar ebscharen trachten vloedscharen te ontwijken, en omgekeerd (van Veen, 1949), brengt dit een sterke sedimentdynamiek met zich mee. Opvallend is het sikkelvormig patroon van deze sedimentatie- en erosiegordels. Op de hogere, centraal gelegen delen van de Plaat van Valkenisse blijft de bodemhoogte vrij stabiel.
- Net zoals in het referentierapport T2009 (T2009-consortium, 2014) staat beschreven, toont de Geul Zimmerman in de beschouwde periodes vooral sedimentatie. Nabij het Slik bij Zimmermanpolder treedt lokaal wel erosie op. Verder westwaarts, vertoont het Schor bij Waarde lichte erosie, terwijl het aanpalende Slik bij Waarde substantieel verhoogt (Figuur 5-6, F).

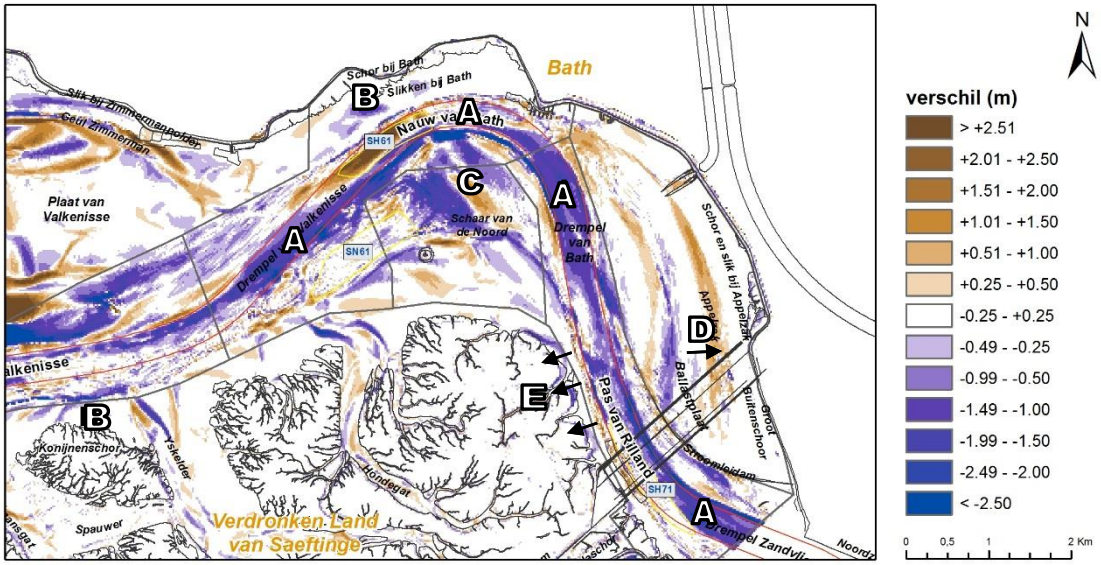


Figuur 5-6: Verschilkaart 2009-2013 ter hoogte van de Plaat van Walsoorden.

5.1.1.6 Macrocel 6 & 7

- In het rapport van het T2009-consortium (2014) worden voor macrocel 6 en 7 volgende ontwikkelingen belicht: verdieping en verbreding van de hoofdgeul (Figuur 5-7, A) in samenhang met het uitbochten (Figuur 5-7, B). (A) In de bestudeerde periode 2009-2013 wordt de verdieping en verruiming teweeggebracht door de baggerwerken van 2010-2011 op de Drempel van Valkenisse, de Drempel van Bath en de Drempel van Zandvliet. In 2011-2012 zorgen onderhoudsbaggerwerken ervoor dat er ter plekke geen netto-hersedimentatie plaatsvindt. Zichtbaar additionele baggerwerken werden dan uitgevoerd in de binnenbocht ter hoogte van het Nauw van Bath en aan de Drempel van Zandvliet. In deze periode treft men ook duidelijke verondieping aan door stortingen in SH61. In het daaropvolgende jaar (2012-2013) wordt daar ook baggerspecie gestort, die afwaartse lijkt te migreren en deels terechtkomt op de Drempel van Valkenisse. (B) Gelet op het feit dat het proces van uitbochten enkel op lange termijn kan worden waargenomen, kan men over de periode 2009-2013 lichte erosie aantreffen afwaarts de Slikken bij Bath. Eerder werd al meegegeven dat deze ontwikkeling ook gering merkbaar is aan het Konijnenschor.
- Gedurende de bestudeerde periode, is de Schaar van de Noord voornamelijk onderhevig aan erosie. Hiermee wordt de langdurige trend, zoals gerapporteerd door T2009-consortium (2014), bevestigd. Lokaal kan men er gebieden van sedimentatie aantreffen, alsook in de binnenbocht aan Bath (Figuur 5-7, C).

- 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 5-7, D).
- Aan het oostelijke schor- en slikgebied van het Land van Saeftinge treedt significante erosie op (Figuur 5-7, E). Deze erosie is 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 oostelijke winden nodig, en dit is de minst voorkomende windrichting). Scheepsgolven zijn een waarschijnlijke oorzaak, maar zoals vermeld in §4.3 zijn er momenteel nog geen meetgegevens beschikbaar om een duidelijk onderscheid te maken tussen wind- en scheepsgolven. De terugschrijdende trend wordt ook besproken in § 5.2.1.2 (Schorranderosiemetingen). Meer westwaarts treft men in de periode 2009-2013 afwisselend erosie en sedimentatie aan ter plaatse van de kreken Speelmansgat, Yskelder en Hondegat.



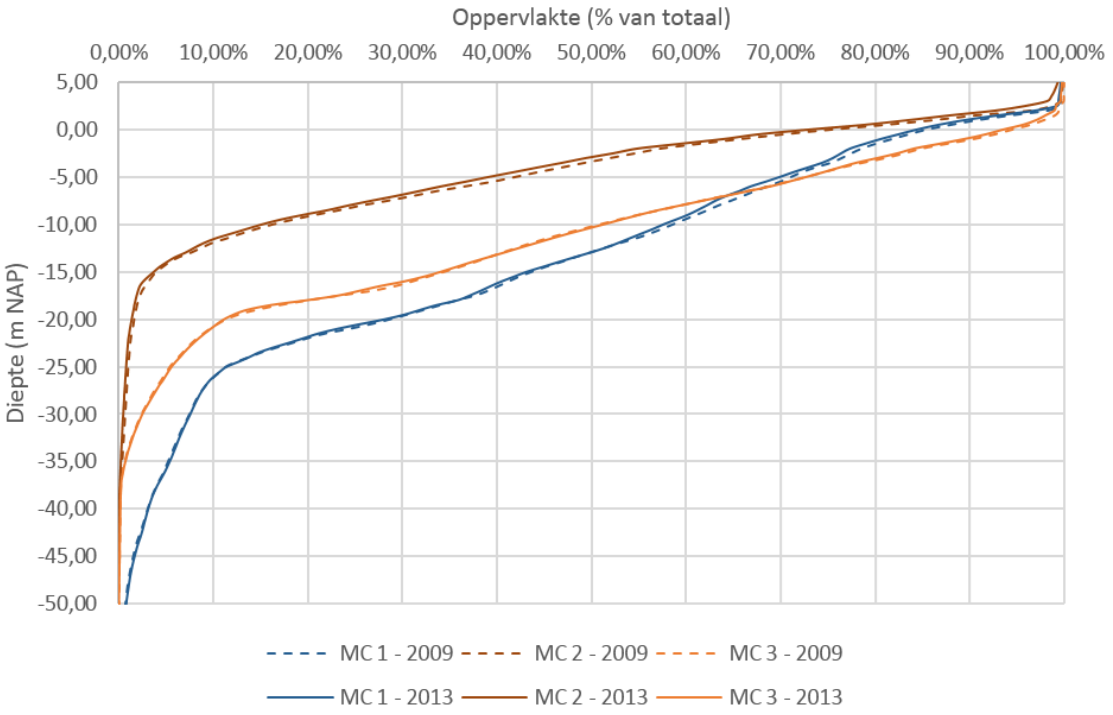
Figuur 5-7: Verschilkaart 2009-2013 ter hoogte van het Nauw van Bath.

5.1.1.7 Hypsometrische curve

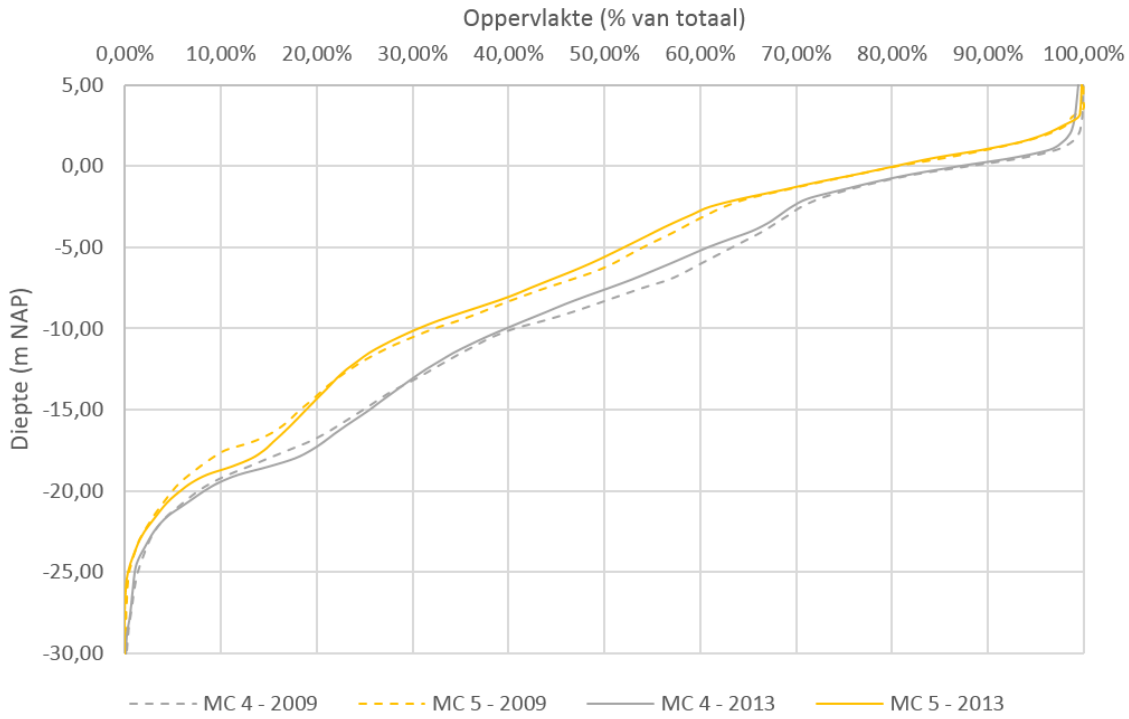
Op basis van de vaklodingenkaarten 2009 en 2013 (opgenomen door Rijkswaterstaat) werden per macrocel hypsometrische curves opgesteld, waarin van diep naar ondiep de cumulatieve oppervlaktes zijn weergegeven. Om de macrocellen onderling te kunnen vergelijken werden de cumulatieve oppervlaktes weergegeven als een percentage van de totale oppervlakte van de macrocel (genormaliseerd). Uit deze grafiek kan men per macrocel afleiden hoe de algemene diepteligging is geëvolueerd na het uitvoeren van de derde verruiming (Figuur 5-8 tot Figuur 5-10). De verschilkaart 2009-2013 opgenomen in Bijlage J helpt de waargenomen veranderingen te verklaren:

- Voor macrocel 1 ligt de curve van 2013 tussen -24 m en +2.50 m NAP net boven deze van 2009. Dit duidt op een algemene afname van de bodemdiepte. Boven het -12 m NAP peil is de verhoging het grootst en kan voornamelijk verklaard worden door de plaatrandstortingen ter hoogte van HPW en HPN en aanzanding van de Spijkerplaat.

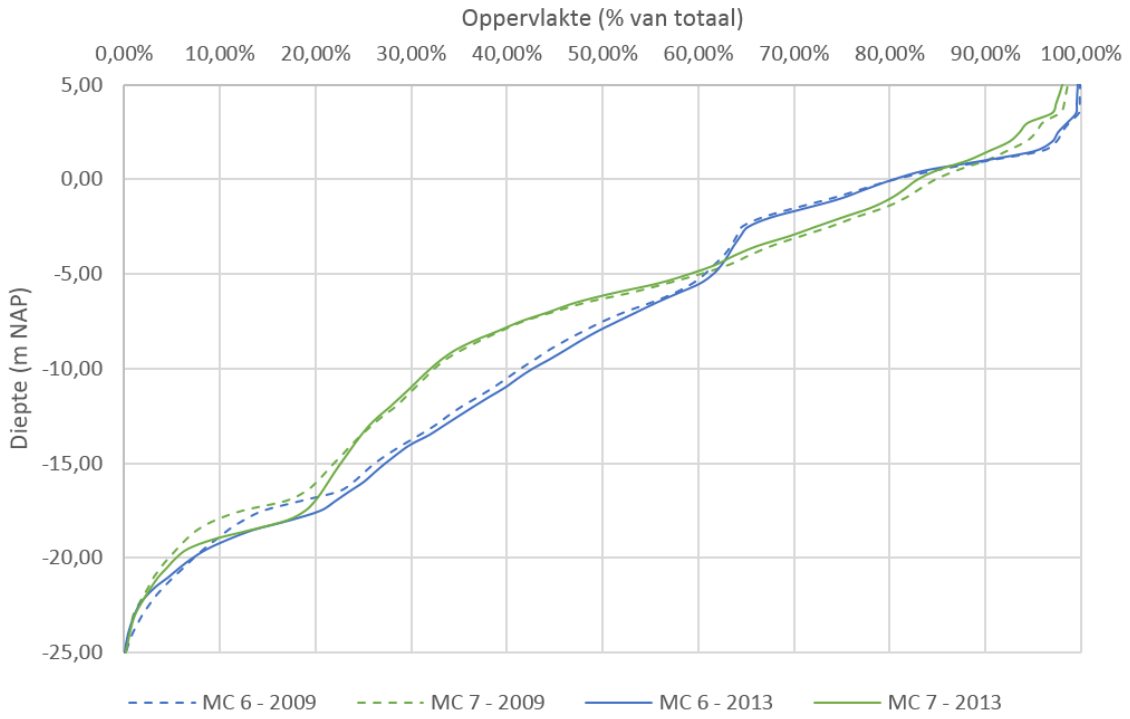
- Mesocel 2 vertoont ook een sedimentatietrend, maar dit over het volledige dieptebereik. De aanzanding van het Vaarwater langs Hoofdplaat en plaatrandstorting HPW zorgen hier voor een algemene stijging van de bodemligging.
- De curves van 2009 en 2013 voor macrocel 3 tonen geringe veranderingen. Boven -3,50 m NAP wordt de bodem ondieper, geïnitieerd door aanzanding van de Middelplaat (oost) en in de buurt van de Geul van Baarland en Plaat van Baarland. Erosie aan het Straatje van Willem en in de Geul van de Suikerplaat en Zuid Everingen leiden tot een (netto-) verdieping tussen -4 m en -13 m NAP. De stortingen in SN31 situeren zich dieper, rond -16 m NAP. Lager zorgen erosie aan de Everingen en baggerwerken aan de Pas van Borsele en de Put van Terneuzen voor lichte verdieping.
- De hypsometrische curves voor macrocel 4 tonen meer uitgesproken veranderingen. De verlaging van de bodem tussen -13 m en -22 m NAP valt voornamelijk te verklaren door het uitruimen van de Overloop van Hansweert en de erosie aan de Nol van Ossenisse. Het opvullen van het Middelgat en de stortingen gecombineerd met autonome sedimentatie aan plaatrandstortvak RvB zorgen voor een algemene bodemstijging tussen -1,50 m en -13 m NAP. Hogerop, boven 0m NAP, neemt men ook een hoogtetoename waar, voornamelijk door sedimentatie van de Plaat van Ossenisse en de Rug van Baarland.
- In macrocel 5 zorgen verdiepingswerken ter hoogte van de Drempel van Hansweert (op- en afwaarts) en de Overloop van Valkenisse voor een verdieping tussen -13 m en – 22 m NAP. Plaatrandstortingen aan de Plaat van Walsoorden en in SN51 zorgen voor een toename van de bodemhoogte tussen -13 m en -2 m NAP. Deze waarnemingen tonen sterke gelijkenissen met macrocel 4.
- Verdiepingswerken op de Drempel van Valkenisse en erosie aan de Schaar van de Noord zorgen voor algemene verdieping boven -20 m NAP. Lager kan men de verondieping door de stortingen in SH61 aantreffen.
- Macrocel 7 toont verdieping tussen -24 m en -13 m NAP, onder invloed van baggerwerken op de Drempel van Bath en de Drempel van Zandvliet. Hogerop zorgt sedimentatie van de Appelzak voor verondieping.



Figuur 5-8: Genormaliseerde hypsometrische curves van macrocellen 1 tem 3 voor 2009 (stippellijn) en 2013 (volle lijn).



Figuur 5-9: Genormaliseerde hypsometrische curves van macrocellen 4 en 5 voor 2009 (stippellijn) en 2013 (volle lijn).



Figuur 5-10: Genormaliseerde hypsometrische curves van macrocellen 6 en 7 voor 2009 (stippellijn) en 2013 (volle lijn).

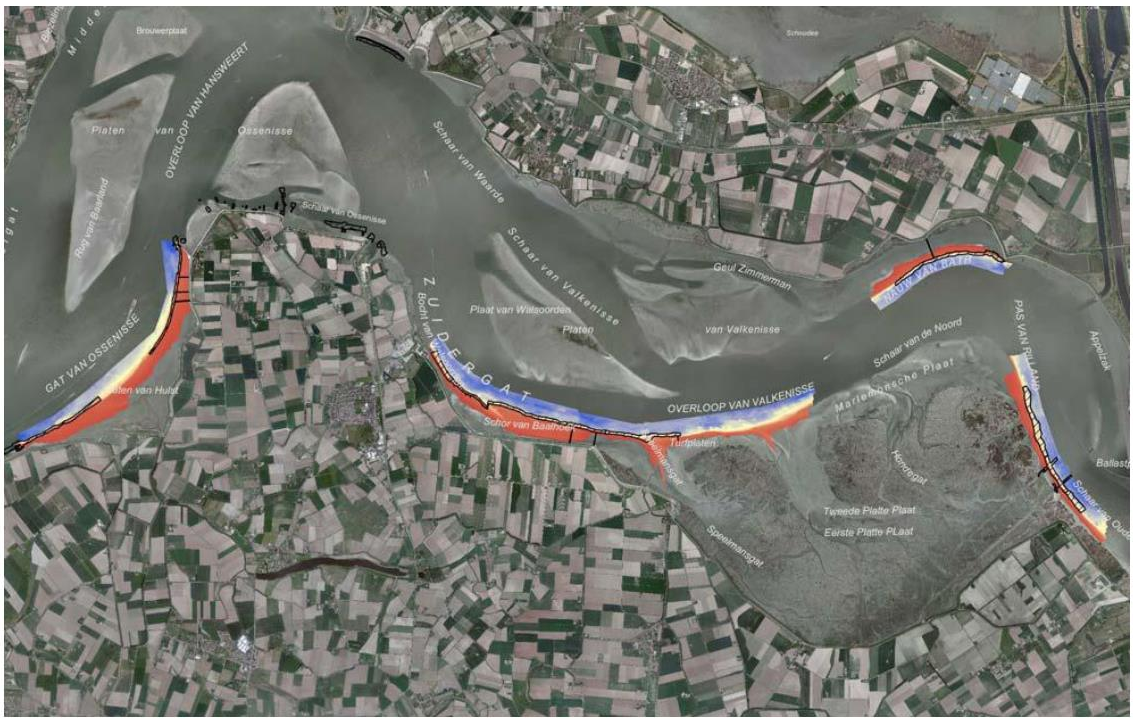
5.1.2 Geulwandverdediging

Rijkswaterstaat Zee en Delta maakte een overzicht van de bathymetrische opnamen van de geulwandverdedigingen (Sinke, 2013).

De analyses in het rapport van Sinke (2013) werden gemaakt op basis van de lodingsgegevens van het voorjaar en najaar van 2012 (zowel multibeam als singlebeam) en het voorjaar van 2013 (enkel multibeamopnames).

Hierbij wordt gelet op de onderstaande aandachtspunten voor de locaties Ossenisse, Zuidergat, Baalhoek, Valkenisse, Bath en Saeftinge:

- Steilte van het talud,
- Ontwikkeling naast de geulwandverdediging (onverdedigde / niet bestorte deel van de geulwand),
- Achter- en voorloopsheid.



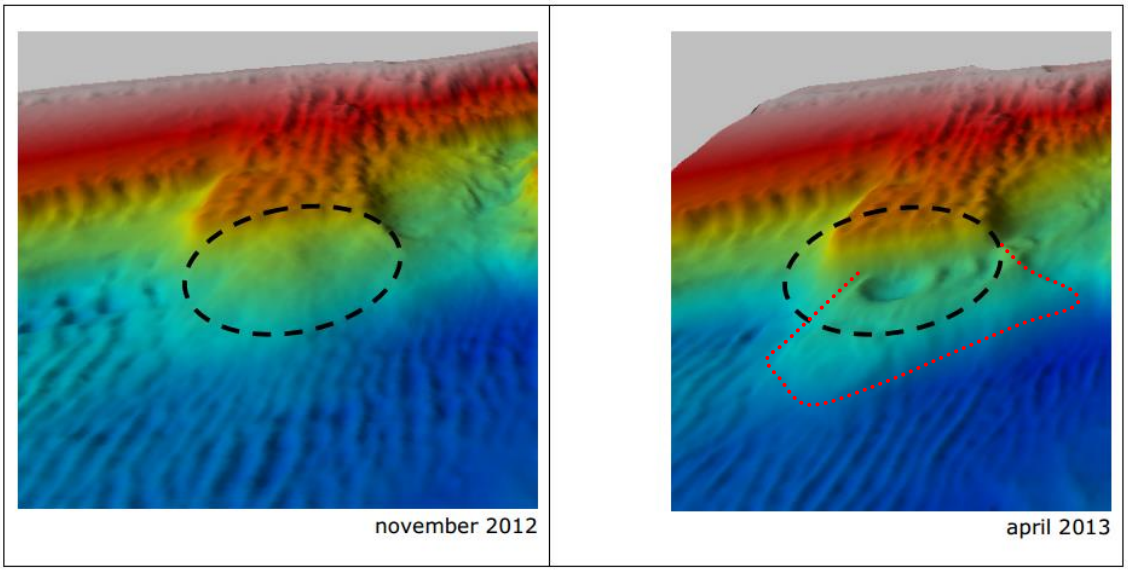
Figuur 5-11: Locaties van geulwandverdedigingen (bron: Sinke, 2011).

5.1.2.1 Ossenisse

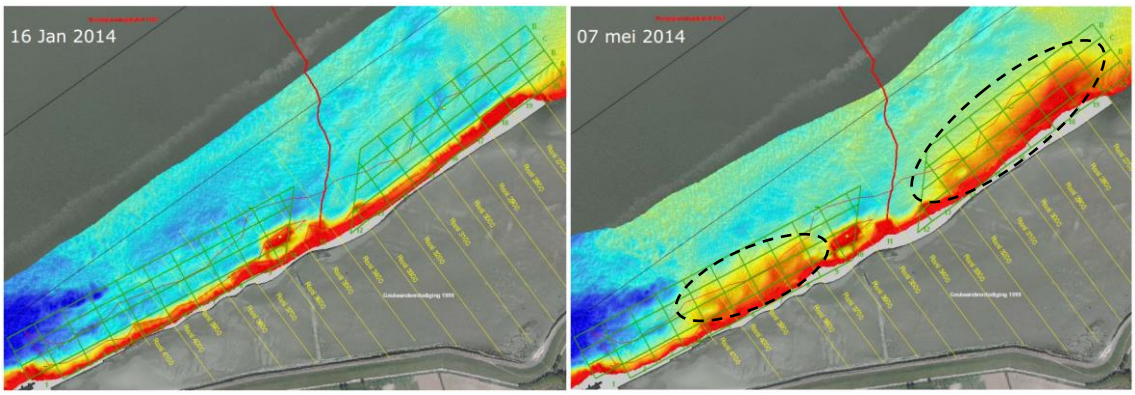
In het noordelijke gebied (Ossenisse I) is er door stortingen in stortvak SH41 aanzanding. De geulwandverdediging in het zuidelijke gebied (Ossenisse II) is niet stabiel. Hier is erosie van de geulwandverdediging een trend. Door het dieper worden van de vaargeul worden de hellingen van de geulwanden steiler. Ongeveer 300 meter van de kop vandaan is een afschuiving opgetreden. Figuur 5-12 geeft de locatie van de lob aan, waar het sediment is terechtgekomen.

De onverdedigde geulwand tussen Ossenisse I en II, heeft taludhellingen steiler dan 1:2, maar deze hellingen zijn kleiner dan 5m. Verder is waakzaamheid geboden door de aanwezigheid van onderwaterkabels.

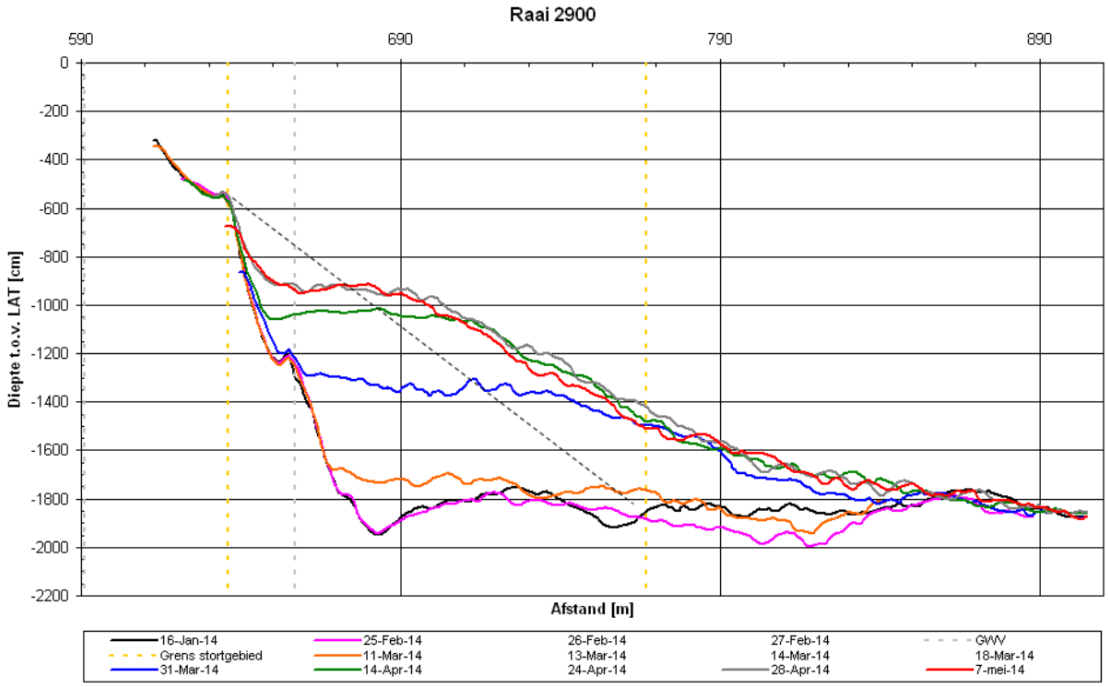
Recent, in het voorjaar van 2014 werden er grote stortingen met onderhoudsbaggerspecie (1,3 Mm³) uitgevoerd in het kader van de geulwandverdediging van de oostzijde van het Gat van Ossenisse (Ossenisse II) (Figuur 5-13 en Figuur 5-14). Later werd ook de westelijke zijde aangepakt (Figuur 5-13 en Figuur 5-15).



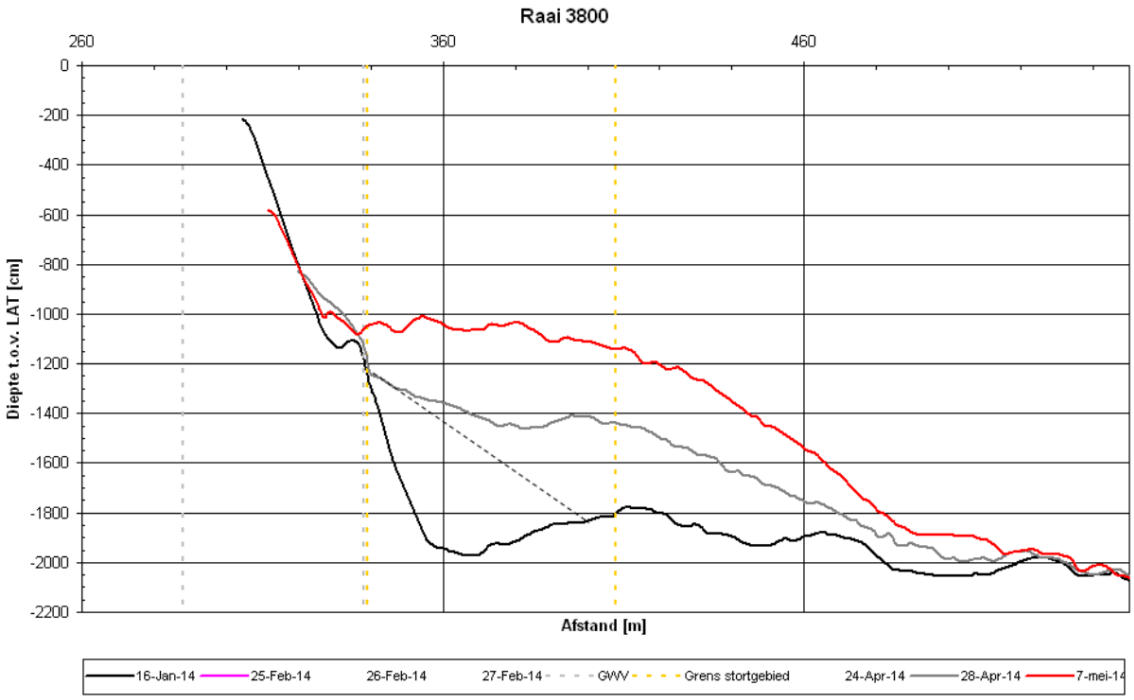
Figuur 5-12: Tussen november 2012 en april 2013 heeft een afschuiving plaatsgevonden thv de geulwandverdediging gat van Ossenisse II (bron: Sinke, 2013).



Figuur 5-13: In het voorjaar van 2014 werden bestortingen uitgevoerd in het kader van de geulwandverdediging aan het Gat van Ossenisse (bron: Rijkswaterstaat, 2014a)



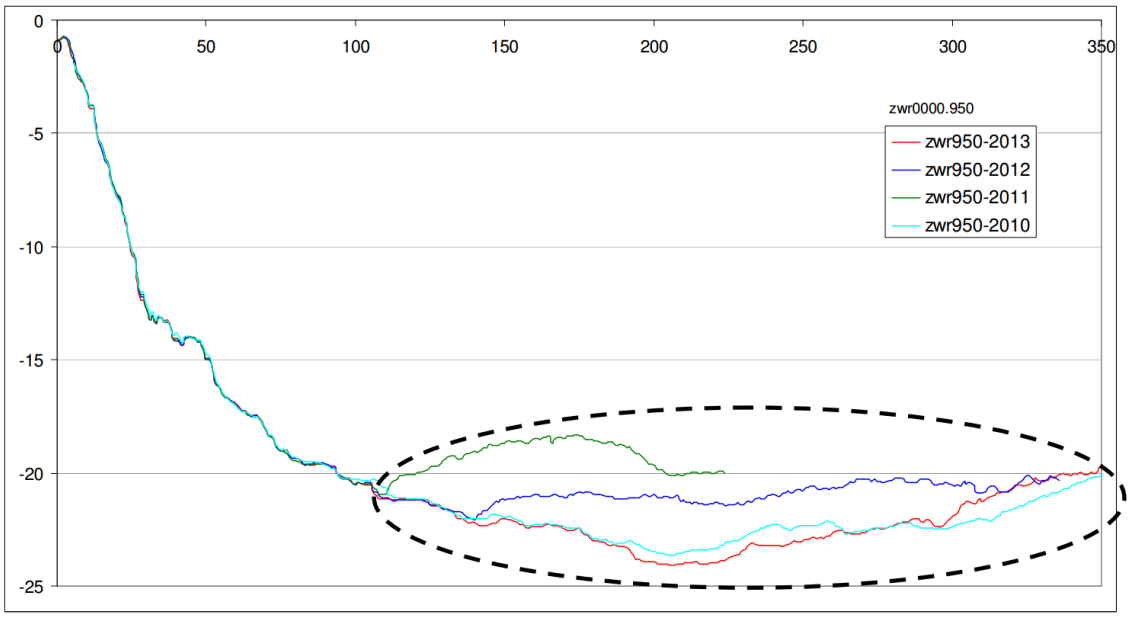
Figuur 5-14: Raai 2900 gedurende de geulwandsuppletie in het voorjaar van 2014 aan de oostzijde van het Gat van Ossenisse (bron: Rijkswaterstaat, 2014a)



Figuur 5-15: Raai 3800 gedurende de geulwandsuppletie in het voorjaar van 2014 aan de westzijde van het Gat van Ossenisse (bron: Rijkswaterstaat, 2014a)

5.1.2.2 Zuidergat

De geulwandverdediging ter hoogte van het Zuidergat is stabiel. In het westelijke deel van de geul is de gestorte baggerspecie in SH51 helemaal geërodeerd. De bodem bereikt terug het niveau van 2010 (Figuur 5-16).



Figuur 5-16: Erosie van de gestorte baggerspecie in SH51 (bron: Sinke, 2013).

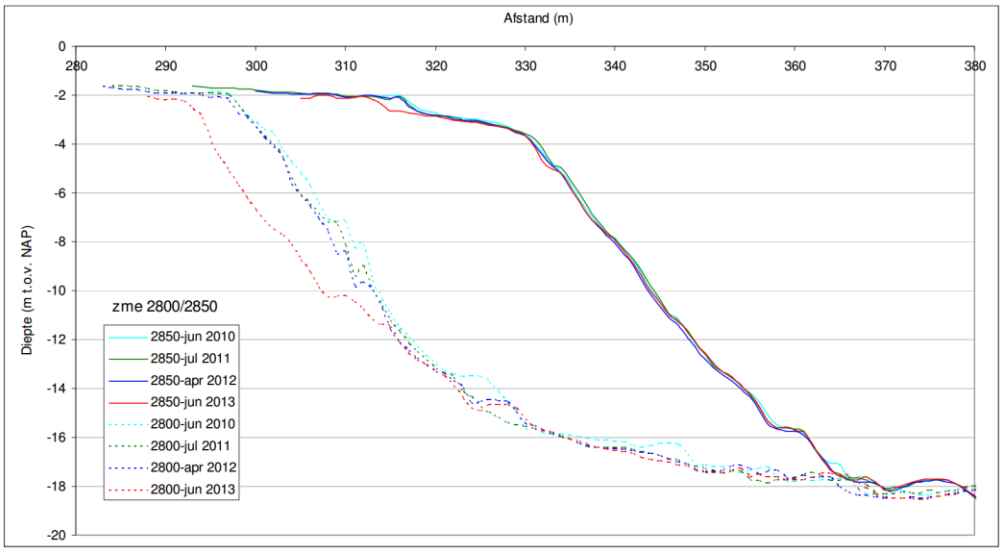
5.1.2.3 Baalhoek

Ter plaatse van de geulwandverdediging treedt geen erosie op en is de bestorting dus stabiel. Bij de toegangsgeul naar het haventje van Paal is erosie opgetreden. In het gebied komt sedimentatie en erosie voor door de verplaatsing van zandgolven.

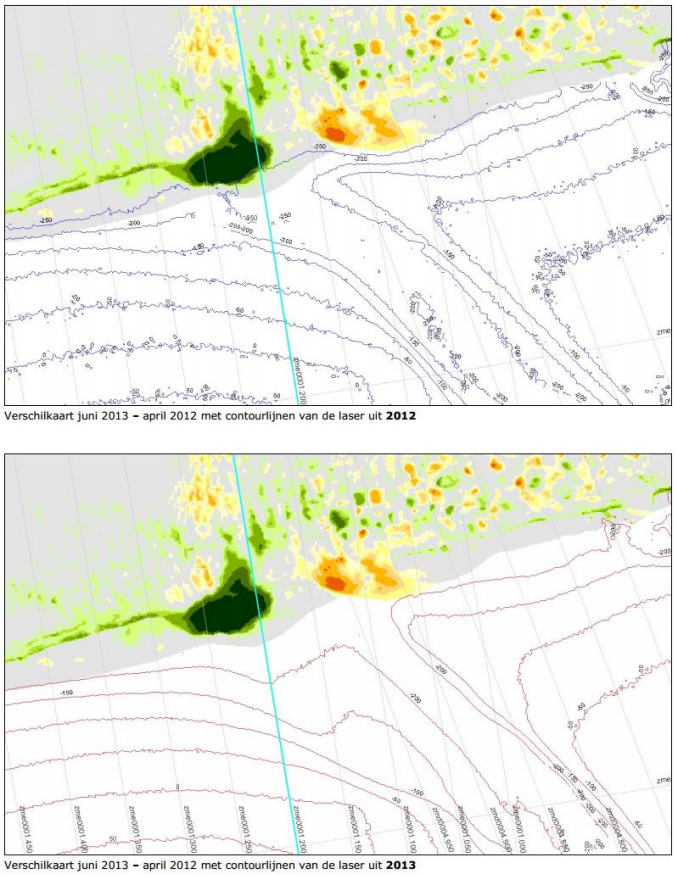
5.1.2.4 Valkenisse

De geulwandverdediging is stabiel, er treedt geen erosie op. Ten oosten van de geulwandverdediging zet de eroderende trend van de (niet verdedigde) geulwand zich al enige jaren voort (Figuur 5-17).

In de geulwand zonder bestorting is een deel afgeschoven. Dit is ter hoogte van waar eerder de afwateringsgeul (i.e. Yskelder) vanuit Saeftinge in de vaargeul uitmondde. In 2013 is deze geul ca. 100 m naar het oosten opgeschoven (Figuur 5-18).



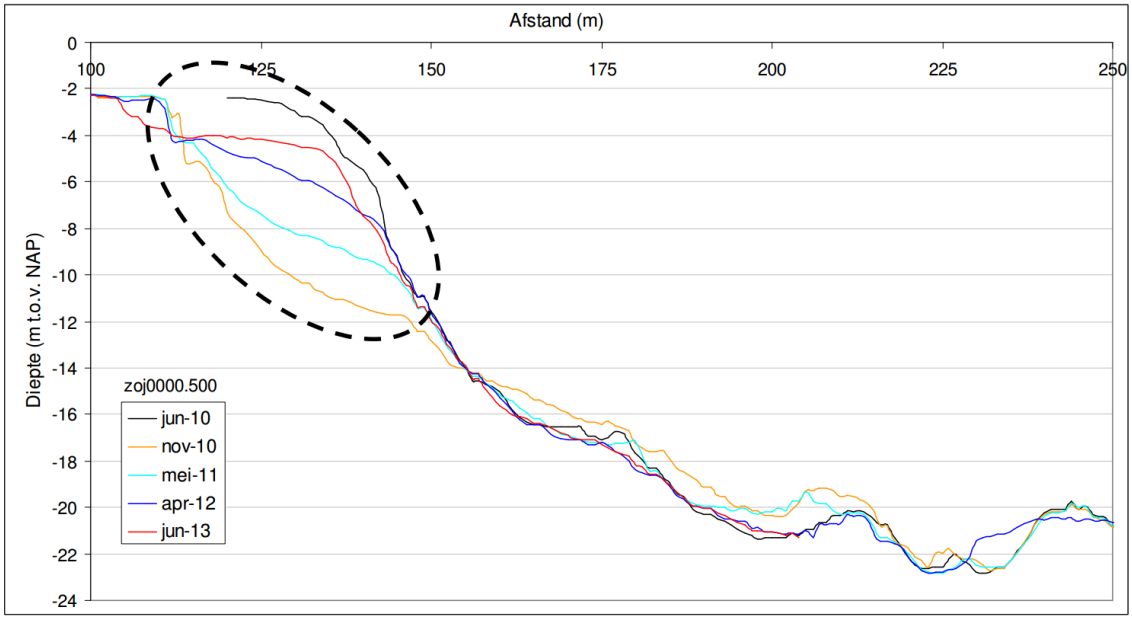
Figuur 5-17: Gecombineerd profiel van de onverdedigde (stippellijnen) en verdedigde (volle lijnen) geulwand van Valkenisse (bron: Sinke, 2013).



Figuur 5-18: Afglijding ter hoogte van de afwateringsgeul van Saeftinge. De geul migreert ca. 100 m oostwaarts (bron: Sinke, 2013). Groene kleuren geven sedimentatie weer; rode kleuren erosie.

5.1.2.5 Bath

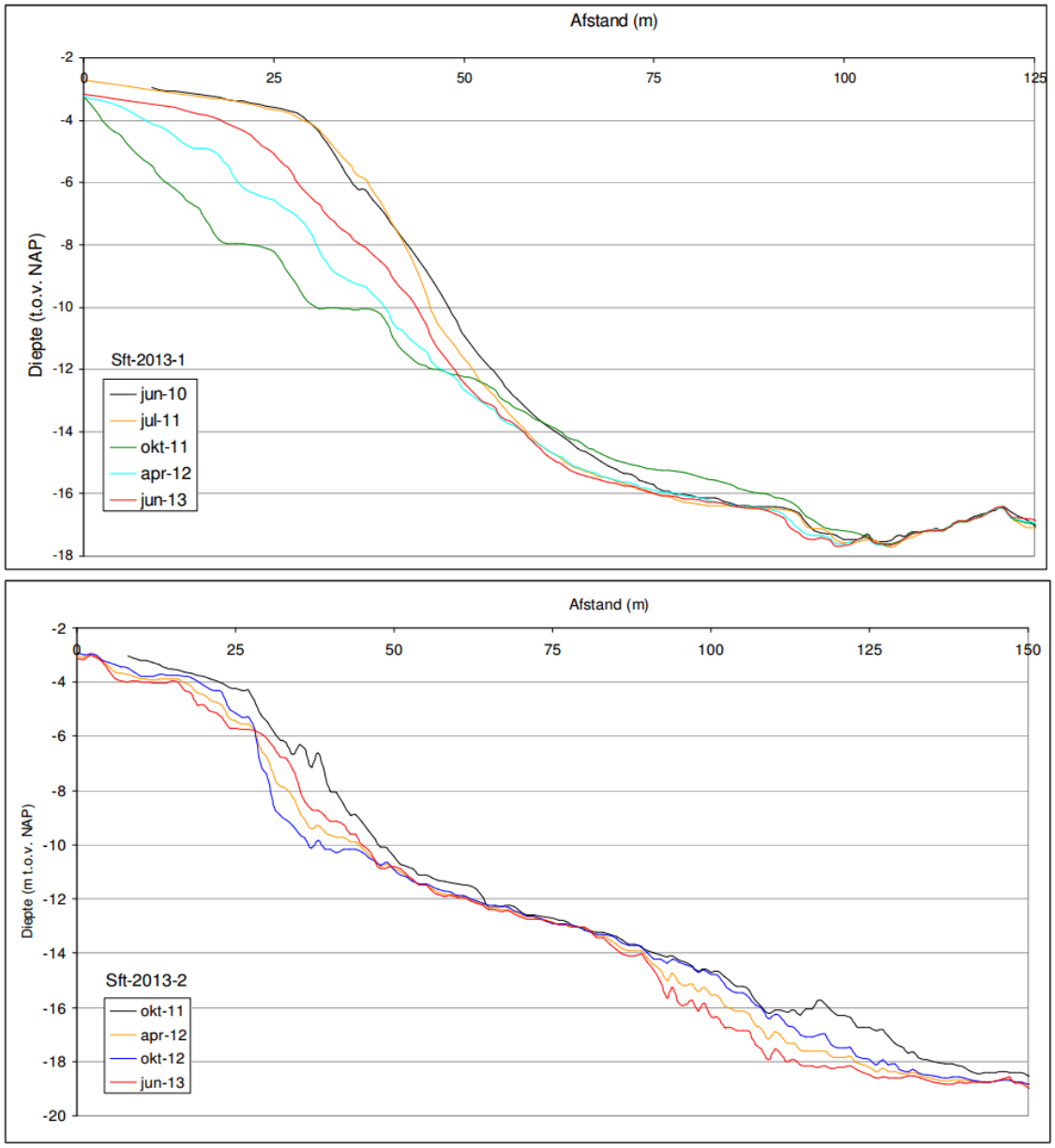
Aan de geulwandverdediging ter hoogte van het Nauw van Bath is geen erosie opgetreden en wordt dus stabiel beschouwd. De afschuiving, die plaatsvond in 2010 aan de onverdedigde geulwand ten westen van de versterking, wordt geleidelijk aan terug opgevuld (Figuur 5-19).



Figuur 5-19: De afglijding van de onverdedigde geulwand bij Bath in 2010 werd terug opgevuld in de daaropvolgende jaren (bron: Sinke, 2013).

5.1.2.6 Saeftinge

Er is in de beschouwde periode geen erosie opgetreden. De geulwandverdediging is - na de aanpassingen in 2010 - stabiel. Ten noorden van de geulwandverdediging vindt zowel aanzanding als erosie plaats.



Figuur 5-20: Ten noorden van de geulwandverdediging van Saeftinghe vindt zowel sedimentatie als verdieping plaats (bron: Sinke, 2013).

5.1.3 Beneden-Zeeschelde

De vaklodingskaarten van de Beneden-Zeeschelde van 2012 en 2013 werden beschikbaar gesteld door de Vlaamse Hydrografie en Maritieme Toegang. Deze zijn opgenomen In Bijlage K. Deze kaarten geven de bathymetrie en morfologie (via schaduw nuances) weer van de Beneden-Zeeschelde in het betreffende jaar. Voor een betere visualisatie werd de Beneden-Zeeschelde opgedeeld in volgende zones: Saeftinge - Doel, Doel – Fort Filip, Fort Filip-Oosterweel, Rede van Antwerpen en Burcht - Rupelmonde

Verder zijn in Bijlage K ook volgende verschilkaarten toegevoegd:

- verschilkaart 2012-2011, die de bodemevolutie weergeeft tijdens het tweede jaar na de verruiming van de Westerschelde;
- verschilkaart 2013-2012, die de bodemevolutie weergeeft tijdens het derde jaar na de verruiming;
- verschilkaart 2012-2009, die de evolutie weergeeft over 3 jaar.
- verschilkaart 2013-2009, die de evolutie weergeeft over 4 jaar.

In wat volgt worden de grootschalige morfologische veranderingen besproken die op bovenstaande verschilkaarten te zien zijn.

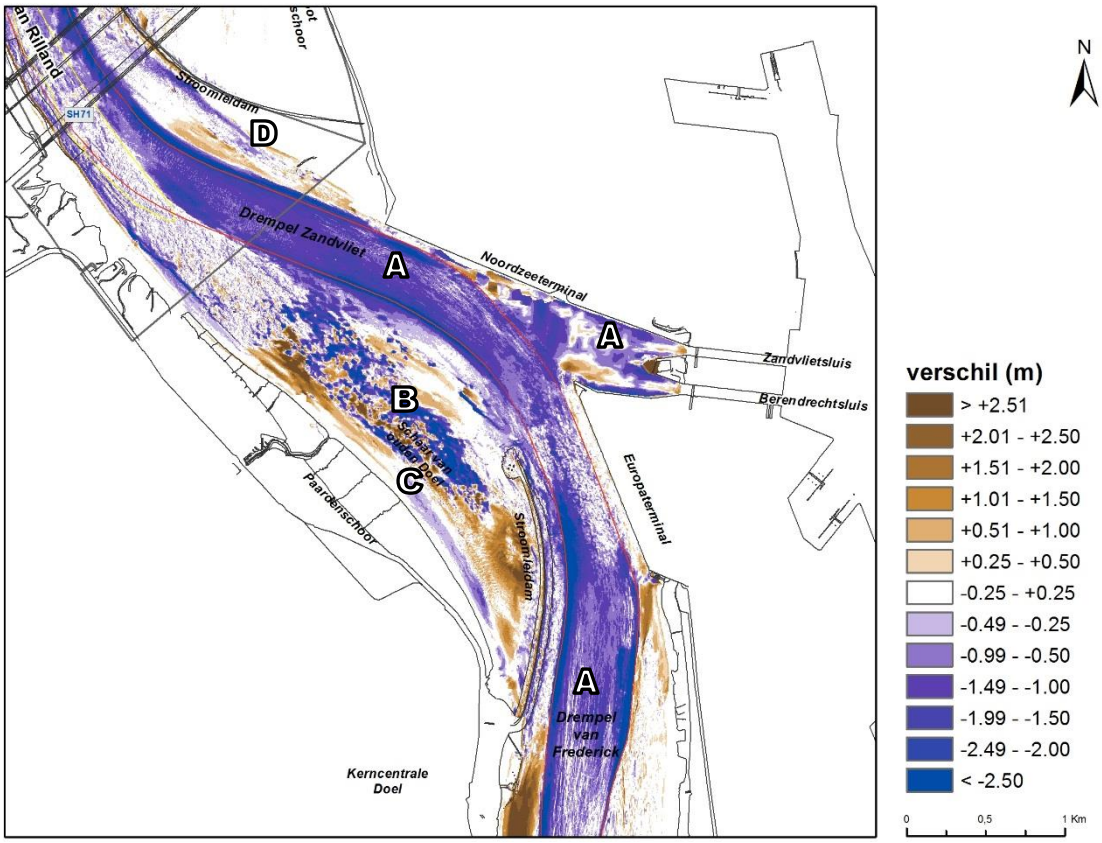
Aangezien de verschilkaarten 2012-2009 en 2013-2009 nagenoeg dezelfde processen vertonen, wordt enkel het verschil van 2009 met de recentste peiling besproken.

5.1.3.1 Saeftinge – Doel

Net zoals het voorgaande jaar vertoont de Schaar van ouden Doel tijdens 2011-2012 veel verdieping door zandextractie. Verondieping komt voor ten zuiden van dit gebied, nabij de stroomleidam op linkeroever. Ten zuiden van de strekdam doorheen het Buitenschoor komt lichte erosie voor. De rand van de Paardenschoor vertoont lichte sedimentatie. De Drempel van Zandvliet toont verdieping door onderhoudsbaggerwerken. De toegangsgeulen naar de Zandvliet- en Berendrechtsluis ondervinden terug aanzanding. Nabij de Noordzeeterminal, tegen de vaargeul aan, komt verdieping voor.

In de daaropvolgende periode 2012-2013, wordt er veel minder zand ontgonnen aan de Schaar van Ouden Doel. Het resultaat is dat de extractieputten terug deels aanzanden. Het Groot Buitenschoor en de Paardenschoor blijven in deze periode relatief stabiel. Het sluiscomplex kent lichte verdieping, wijzend op onderhoud. In de zone nabij de Noordzeeterminal wordt nu verondieping waargenomen.

Op de verschilkaart 2009-2013 wordt in dit deelgebied voornamelijk verdieping aangetroffen. Dit geldt uiteraard voor de vaargeul (ter hoogte van de Drempel van Zandvliet en de Drempel van Frederick), maar ook voor de toegang naar het sluiscomplex (Figuur 5-21, A). Aan de Schaar van Ouden Doel komt zowel verdieping - door ontginning - en verondieping - door storten van baggerspecie - voor (Figuur 5-21, B). Langsheen de rand van het Paardenschoor wordt noordelijk sedimentatie aangetroffen, terwijl meer zuidelijker erosie voorkomt (Figuur 5-21, C). De zuidelijke rand van het Buitenschoor kent lichte sedimentatie, aan de strekdam treedt echter erosie op (Figuur 5-21, D).

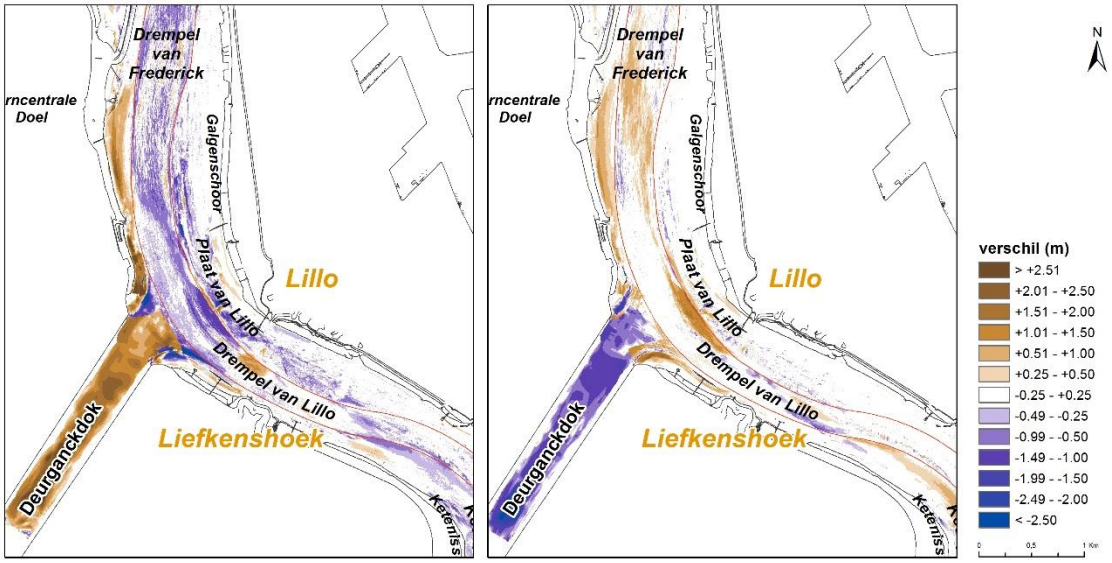


Figuur 5-21: Verschilkaart 2009-2013 ter hoogte van Schaar Ouden Doel

5.1.3.2 Doel – Fort Filip

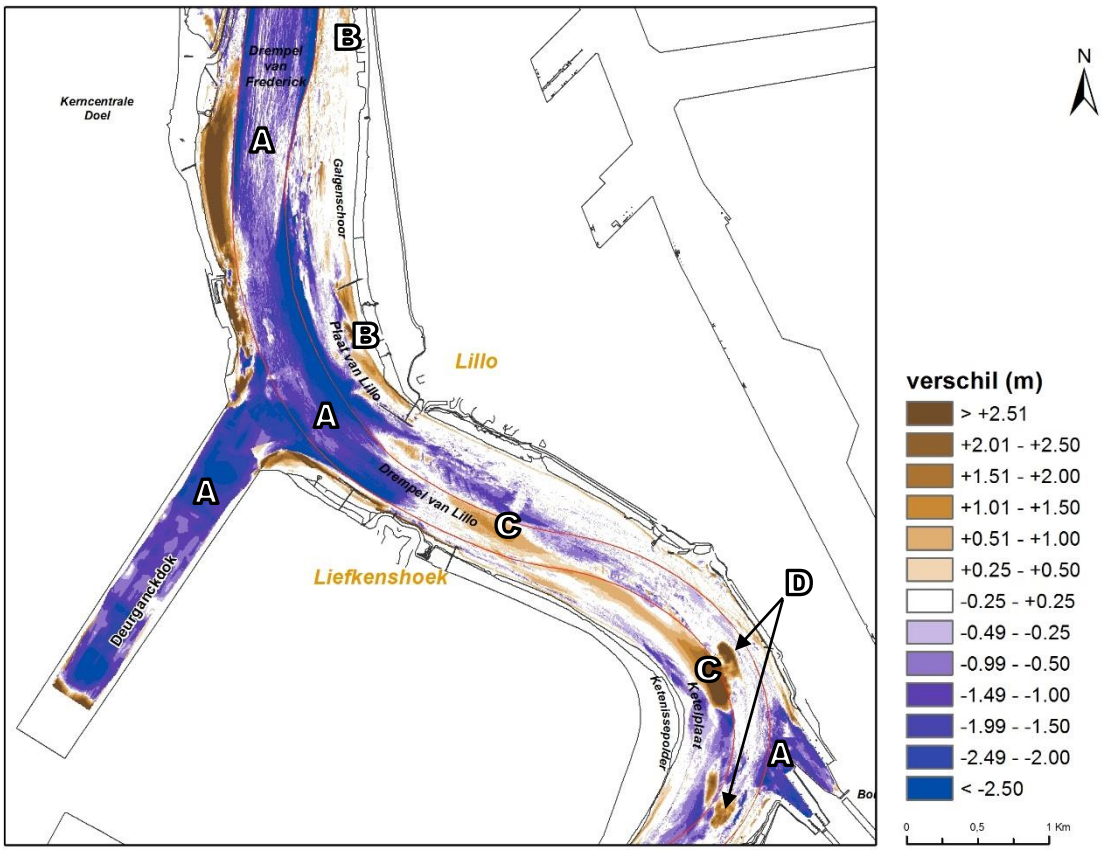
Op de verschilkaart 2011-2012 valt meteen de sedimentatie in het Deurganckdok op. Verondieping komt ook voor naast de vaargeul, van aan het Deurganckdok tot aan de dukdalven van de kerncentrale van Doel. Verdieping treft men aan in de vaargeul tussen de Drempel van Frederick en de drempel van Lillo en stroomafwaarts van de Drempel van de Parel (Figuur 5-22). Net buiten de vaargeul, van aan het Galgenschoor tot de voormalige Plaat van Lillo wordt ook verdieping waargenomen. Lichte erosie komt voor aan de rand van de Ketenissepolder, terwijl men aan de Ketelplaat zowel sedimentatie als erosie kan waarnemen. Aan de toegang van de Boudewijn- en Van Cauwelaert / Kruisschanssluis treft men lichte sedimentatie aan.

Tussen 2012 en 2013 echter, kan men - voor bepaalde zones - een tegengesteld patroon waarnemen. Terwijl baggerinspanningen er voor zorgen dat het Deurganckdok op de aanlegdiepte wordt gehouden en de toegang naar het sluiscomplex gevrijwaard blijft, treft men in de zone tussen de Drempel van Frederick en de Drempel van Lillo lokaal sedimentatie aan (Figuur 5-22). Analoog aan voorgaande periode, komt sedimentatie voor tussen de centrale van Doel en het Deurganckdok en de Ketelplaat groeit aan richting vaargeul.



Figuur 5-22: Verschilkaart 2011-2012 (links) en 2012-2013 (rechts) ter hoogte van het Deurganckdok.

Tussen 2009 en 2013 - onder invloed van onderhoud- en verdiepingswerken - verdiept de zone tussen de Drempel van Frederick en de Drempel van Lillo gevoelig. Dit geldt ook voor het Deurganckdok en de toegang naar beide sluizen (Figuur 5-23, 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 5-23, B). Sedimentatie treft men aan op de Drempel van Lillo en op het noordelijk deel van de Ketelplaat (Figuur 5-23, 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 stortcampagne in de Diepe Putten van de Ketelplaat tijdens het voorjaar van 2010 (Figuur 5-23, D; zie ook IMDC, 2011).



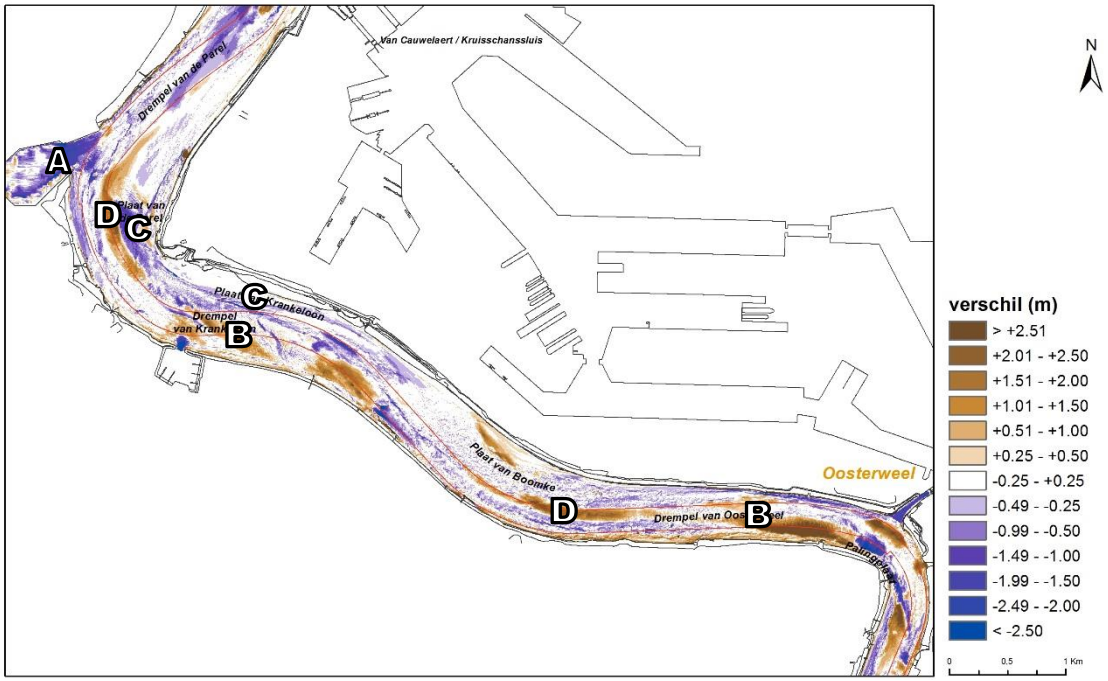
Figuur 5-23: Verschilkaart 2009-2013 ter hoogte van het Deurganckdok.

5.1.3.3 Fort Filip-Oosterweel

De toegang naar de Kallosluis werd duidelijk aangepakt in de periode 2011-2012. Aan de Drempel van Krankeloon komt zowel verdieping als verondieping plaats. In de binnenbocht, aan de Punt van Melsele, wordt sedimentatie waargenomen. De Plaat van de Parel, alsook het volledige gebied rond de Plaat van Boomke (tot aan linkeroever) ondergaat erosie. Enkel de zuidelijke rand - ter hoogte van de Drempel van Oosterweel - groeit aan.

In tegenstelling tot het vorige jaar, kan men aan de toegang naar de Kallosluis verondieping waarnemen. Allicht door minder of geen baggeractiviteiten. Ook de Plaat van de Parel en de Plaat van Boomke kennen in deze periode lichte aangroei. De Plaat van Krankeloon blijft vrij stabiel, terwijl de eerder verdiepte zones aan de Drempel van Krankeloon nu verondieping tonen, en omgekeerd.

Op de verschilkaart 2009-2013 is het duidelijk dat de toegang naar de Kallosluis verdiept (Figuur 5-24, A). De Drempel van Krankeloon en de Drempel van Oosterweel zijn sindsdien hoger geworden (Figuur 5-24, B). Erosie komt voor op de Plaat van de Parel en langsheen de Plaat van Krankeloon (Figuur 5-24, C). Verder treft men verondiepingen aan op de westelijke en zuidelijke rand van de Plaat van de Parel en de Plaat van Boomke (Figuur 5-24, D).



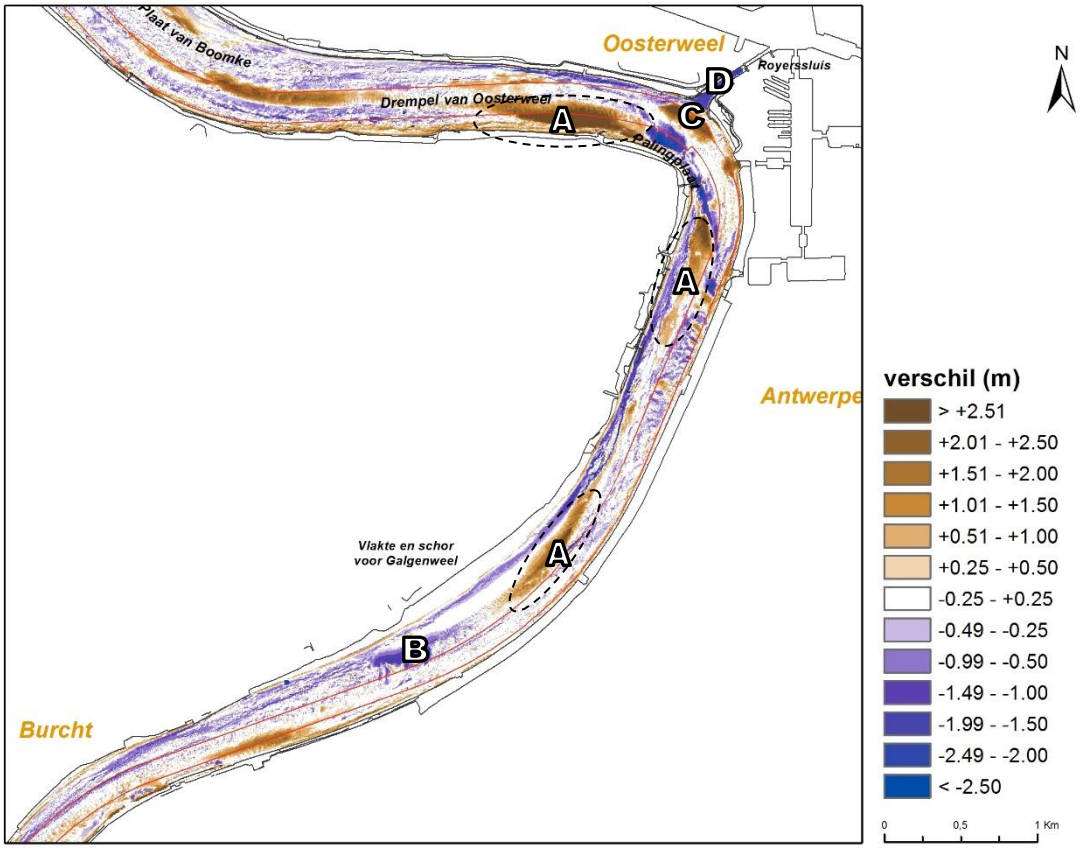
Figuur 5-24: Verschilkaart 2009-2013 ter hoogte van de Plaat van Boomke.

5.1.3.4 Rede van Antwerpen

In de periode 2011-2012 treedt er verdieping op aan de Royerssluis en - in de binnenbocht - aan de Palingplaat. Stroomopwaarts kent de Palingplaat ook aangroei. De rand van de plaat “de Vlakte” voor Galgenweel breidt zich uit naar de vaargeul toe. In de vaargeul zorgt migrerend sediment voor lokale erosie en sedimentatie.

Op de verschilkaart 2012-2013 kan men aan de noord- en zuidzijde van de Palingplaat sedimentatie waarnemen. Het slik voor Galgenweel breidt in deze periode ook uit naar de vaargeul, hoewel aan de zuidelijke rand toch ook lichte erosie voorkomt. Op lokale verdieping in de vaargeul na, blijven de andere zones vrij stabiel.

Gedurende 2009-2013 valt het op dat de linkeroever van de Zeeschelde onderhevig is aan erosie. De aangroei van de noordelijke en zuidelijke rand van de Palingplaat en de uitbreiding van de slik voor Galgenweel vormen hierop een uitzondering (Figuur 5-25, 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 5-25, B). Aan de Royerssluis, net voor de versmalling van de vaargeul, komt sedimentatie voor (Figuur 5-25, C). De toegang naar de sluis zelf wordt antropogeen verdiept (Figuur 5-25, D). De vaargeul zelf is vrij stabiel, maar lokaal kan men zowel erosie als sedimentatie onderscheiden.



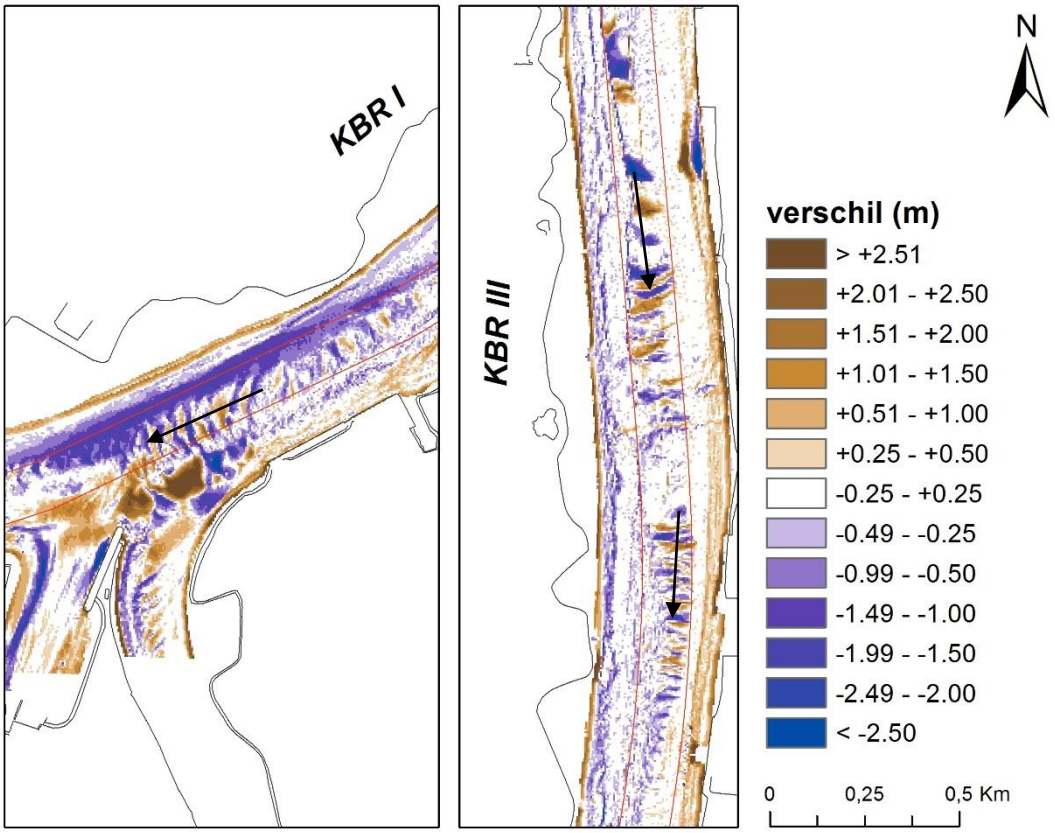
Figuur 5-25: Verschilkaart 2009-2013 ter hoogte van de Rede van Antwerpen.

5.1.3.5 Burcht - Rupelmonde

Tussen 2011 en 2012 wordt het gebied tussen Burcht en Rupelmonde voornamelijk gekenmerkt door verdieping. Ter hoogte van KBR III en stroomopwaarts KBR I, wordt ook sedimentatie aangetroffen, dit onder de vorm van stroomopwaartse bodemmigratie.

Tijdens 2012 en 2013 kent de binnenbocht tussen Burcht en Hoboken lichte aangroei. In het verlengde, meer stroomopwaarts komt lichte erosie voor. Ook in deze periode treft men de stroomopwaarts gerichte sedimentverplaatsing nabij KBR I en III aan.

De hierboven beschreven morfologische evolutie geldt ook voor de periode 2009-2013: oevererosie domineert in deze sectie, maar lokaal - bvb. ter hoogte van Hemiksem, Schelle en de Rupelmonding - wordt ook sediment afgezet. Nabij KBR I en III vindt stroomopwaartse bodemmigratie plaats (Figuur 5-26).



Figuur 5-26: Verschilkaart 2009-2013 ter hoogte van KBR I (links) en KBR III (rechts).

5.2 SLIKKEN EN PLATEN

5.2.1 Westerschelde

5.2.1.1 RTK hoogtemetingen en plaatrandlodingen

Per plaatrand (HPW, HPN, PWA en RvB) worden RTK hoogtemetingen uitgevoerd in een aantal punten. Deze punten liggen ruimtelijk verspreid over de plaatrand en worden vier maal per jaar opgemeten. De resultaten worden voorgesteld in kwartaalrapporten (Jentink, 2014a, 2014b, 2014c, 2014d), en worden jaarlijks verzameld in datarapportages (Jentink *et al.*, 2014). De meetgegevens werden ook digitaal beschikbaar gesteld (Jentink, 2014e) en verwerkt in Bijlage P.

Voor ieder meetpunt is op basis van zijn droogvalduur een maximale hoogteverandering bepaald waarmee de trend mag veranderen. Voor deze indeling wordt gebruik gemaakt van 4 hoogteklassen op basis van droogvalduur (dvd) (Tabel 5-1). De droogvalduur wordt gebruikt, omdat deze over de Westerschelde gelijk blijft, terwijl de bijbehorende hoogte varieert over het bekken. De berekende trendwaarde per jaar is de richtingscoëfficiënt van het voortschrijdend jaargemiddelde. Het voortschrijdend jaargemiddelde van een meetpunt is de gemiddelde hoogte van de hoogtes bepaald in de laatste 4 kwartalen. Deze uitmiddeling is noodzakelijk om de variatie die opeenvolgende RTK-metingen soms vertonen wat af te vlakken.

Omdat niet alle metingen op vaste data worden uitgevoerd, wordt de richtingscoëfficiënt altijd teruggerekend naar een periode van 365 dagen (Schrijver, 2014a). Voor een voorbeeld van deze rekenmethodiek wordt verwezen naar IMDC (2013a).

Tabel 5-1: 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

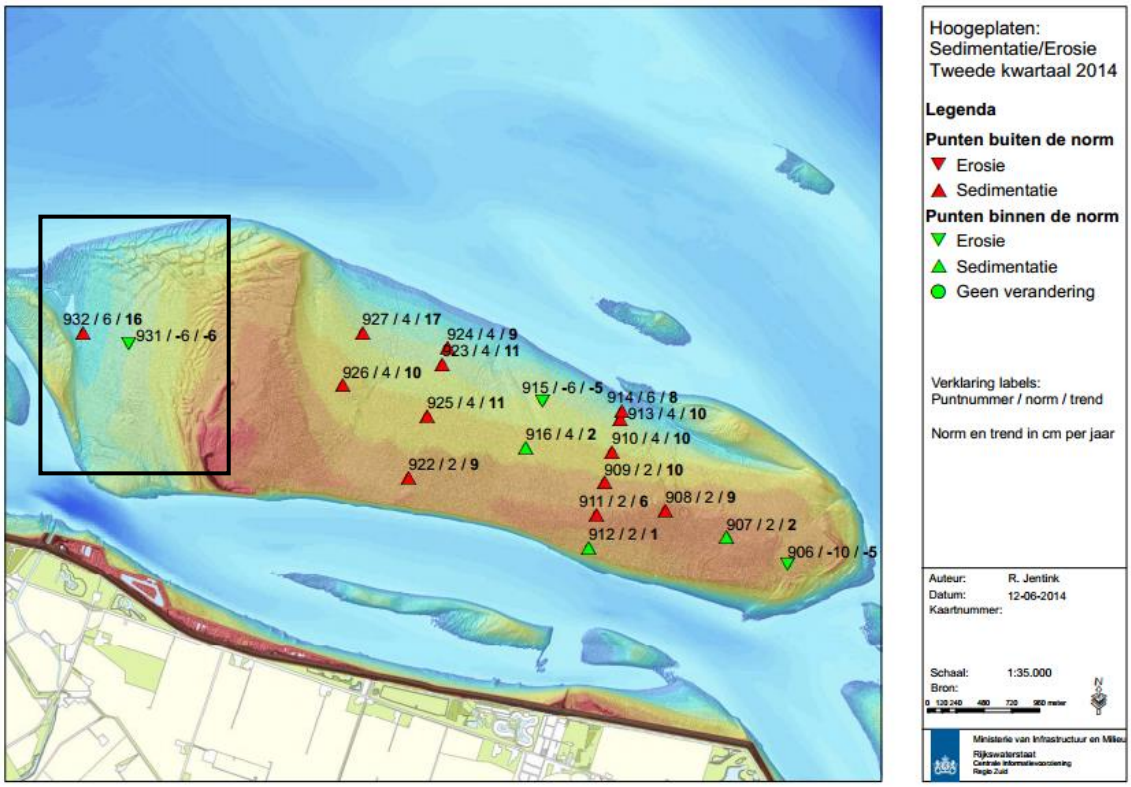
In wat volgt wordt per plaatrand nagegaan of de berekende waarde voor een meetlocatie de norm overschrijdt in de datarapportage 2013 van Jentink et al. (2014) en het laatst beschikbare kwartaalrapport (Jentink, 2014a-d) en of het daarmee een negatieve ontwikkeling laat zien. Verder wordt nagegaan of er (significante) trendveranderingen aanwezig zijn vanaf of na 2010. De figuren in Bijlage P (Bijlage-Figuur 10-1 tot en met) zijn gebaseerd op de digitale brondata van de RTK hoogtemetingen (Jentink, 2014e).

Uitgangspunt is dat de specie die op plaatranden gestort wordt, niet teveel op de plaat zelf terecht mag komen. 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.

In het toetsingsverslag na 3 jaar (Overleg Flexibel Storten, 2013) wordt vermeld dat "*de ontwikkelde toetsmethode na 2 jaar toe te passen werkbaar lijkt als signaalparameter. Wel is het in de praktijk mogelijk dat eenzelfde meetpunt het ene jaar een overschrijding vertoont die er het jaar daarna niet meer is. De interpretatie op iets grotere ruimtelijke schaal samen met andere metingen en visuele veldwaarnemingen is daarom belangrijk, evenals het beschouwen van een wat langere periode."* Daarom wordt na de detailobservatie in de volgende paragrafen een korte samenvatting gemaakt in 'conclusie'.

Per plaatrand worden ook de verschillende RTK-raai hoogtemetingen en plaatrandlodingen weergegeven die meer uitleg behoeven. Hierop zijn ook eerdere hoogtemetingen geplot zodat de evolutie van het betreffende profiel geanalyseerd kan worden. Voor de volledige datarapportage wordt verwezen naar (Jentink *et al.*, 2014).

5.2.1.1.1 Hooge Platen West

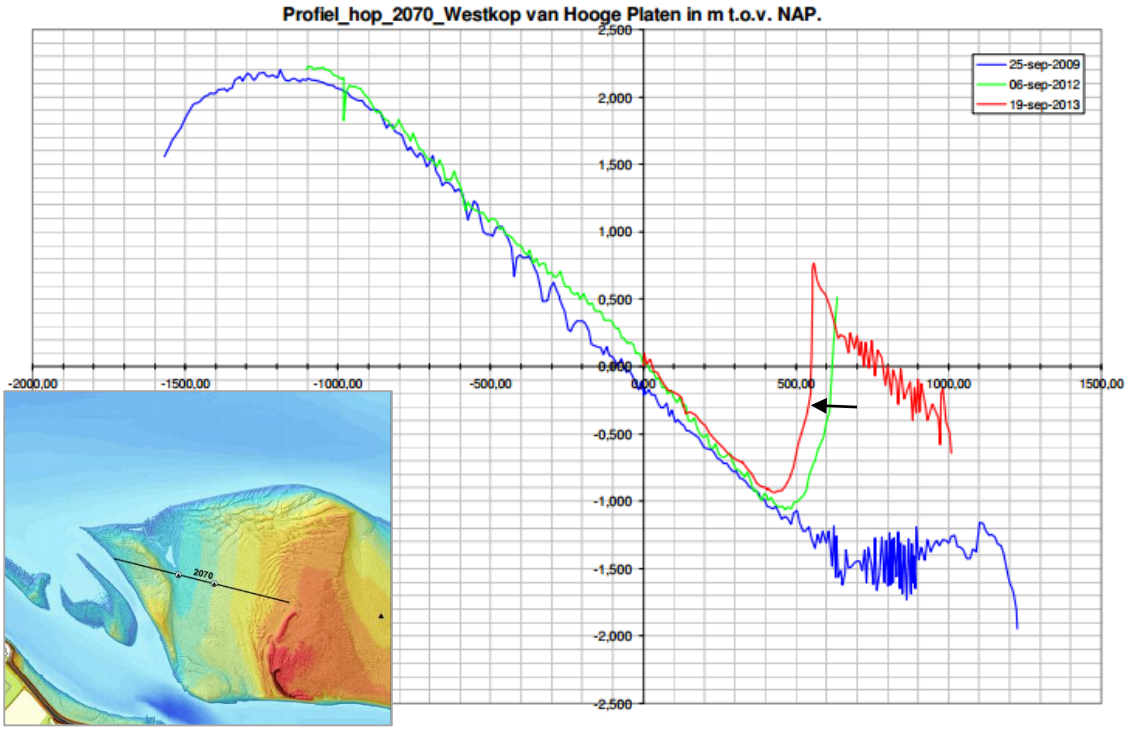


Figuur 5-27: Sedimentatie / erosie in de RTK meetpunten van de Hooge Platen West voor het 2de kwartaal van 2014 (bron: Jentink, 2014a).

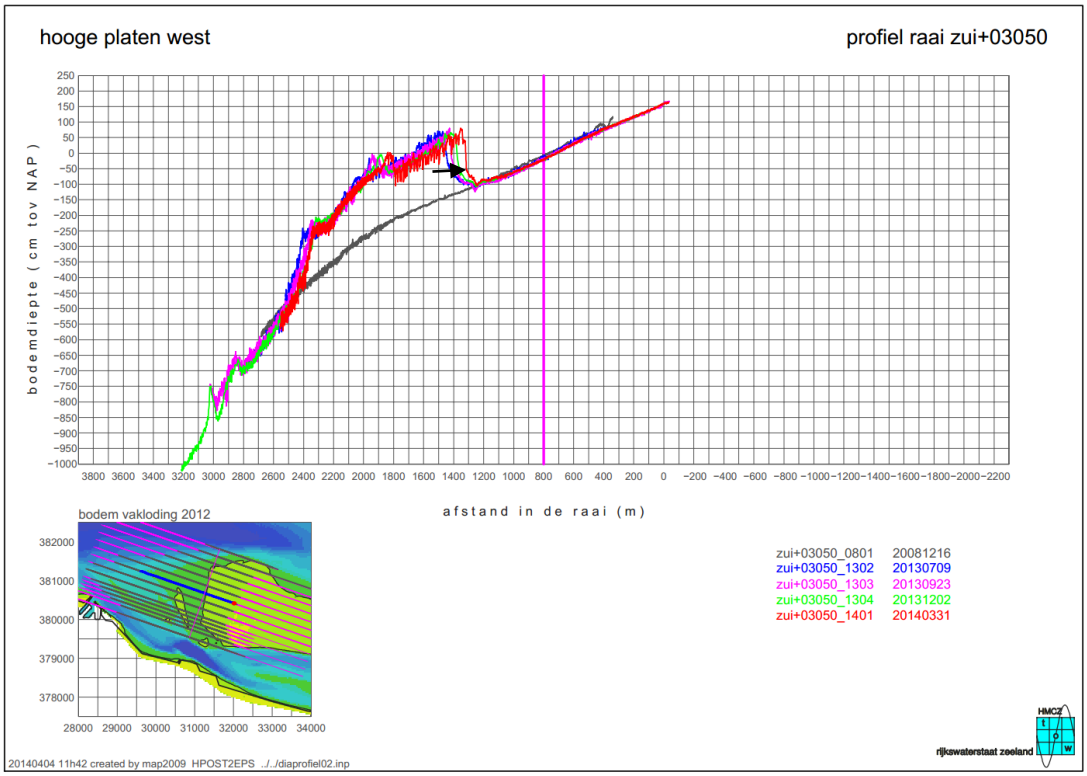
- De meetlocaties 931 en 932 ten oosten van het plaatrandstortvak Hooge Platen West hebben slechts metingen beschikbaar vanaf eind 2008.
    - Meetplaats 931 toont verondieping vanaf begin 2010. Nadien, vanaf 2012, stabiliseert de hoogte en kent de bodemligging zelfs een lichte daling. Tussen 2010 en 2012 is de bodem met ca. 20 cm gestegen.
    - De hoogteontwikkeling op meetlocatie 932 kent sinds de start van de metingen een relatief sterke toename tot half 2010. Het punt valt dan ook in een andere hoogteklasse: 25 % tot 50 % droogvalduur. Vanaf dan, stabiliseert de hoogte en kan men zelfs een licht erosieve trend onderscheiden. Vanaf 2013 krijgt sedimentatie echter weer de bovenhand.

De RTK-raai 2070 doorheen beide meetpunten 931 en 932, toont in september 2012 een algemene verhoging van het bodempeil. In september 2013, ten oosten van de geul die het Plaatje van Breskens van de Hooge Platen scheidt, verplaatst de zandrug zich in oostwaartse zin (Figuur 5-28). Deze verschuiving zet zich ook verder in 2014 (Figuur 5-29).

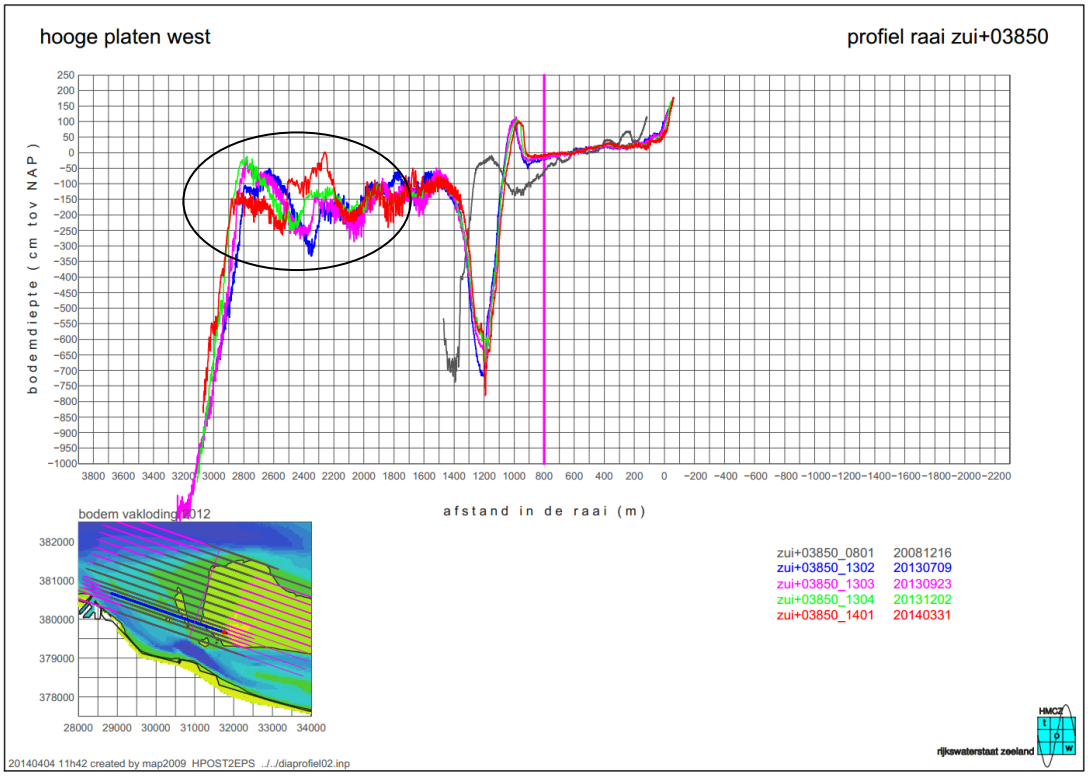
Verder zuidwaarts, op Figuur 5-30 en Figuur 5-31, kan men de oostwaartse verplaatsing van de geul tussen de Hooge Platen en het Plaatje van Breskens waarnemen. Sinds 2008 is het diepste punt van de geul ca. 200 m oostwaarts opgeschoven. Deze figuren tonen ook de recente morfologische evolutie van het Plaatje van Breskens. Het Plaatje is geëvolueerd van een noordwest-zuidoost gerichte ondiepte naar een sikkelvormig hoger gebied, met een vloedschaar die zich verder uitdiept in het Plaatje. Dit wordt in detail beschren in de maandelijkse rapportage juni-juli 2014 van de plaatrandstortingen (IMDC, 2014b).



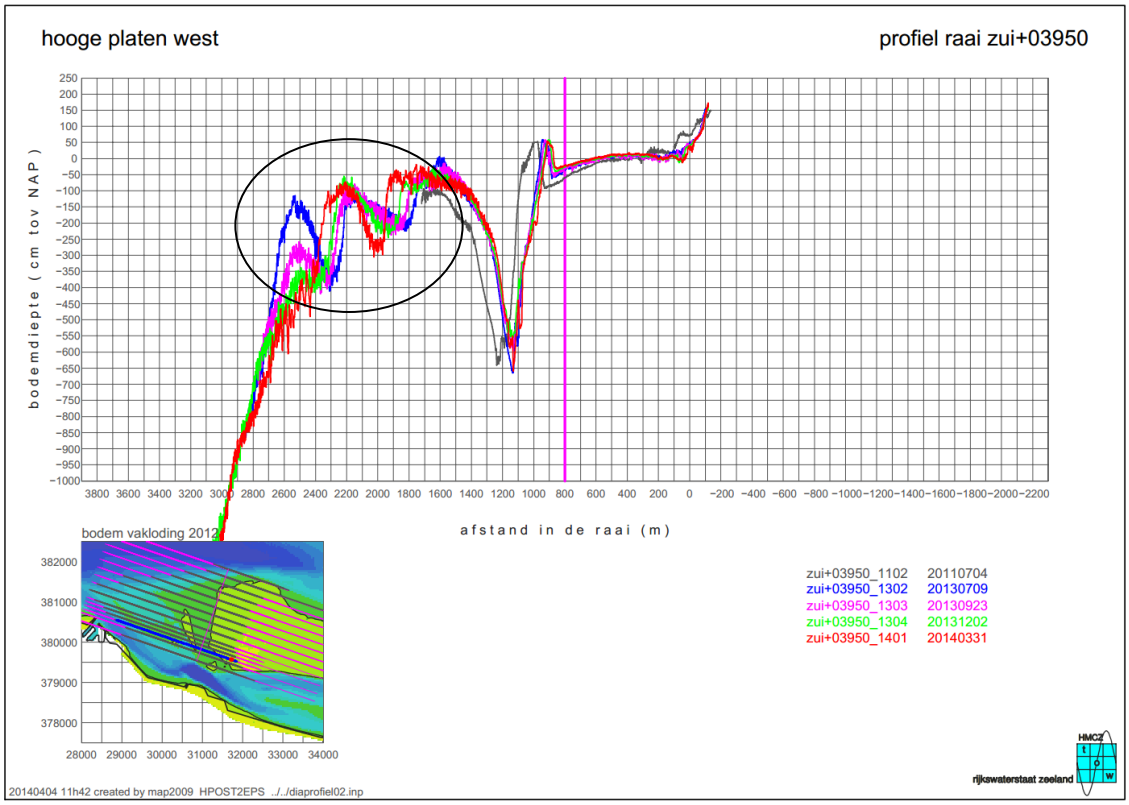
Figuur 5-28: RTK-raai 2070 aan de Hooge Platen West (bron: Jentink et al., 2014)



Figuur 5-29: Plaatrandloding 03050 aan de Hooge Platen West (bron: Rijkswaterstaat, 2014b)

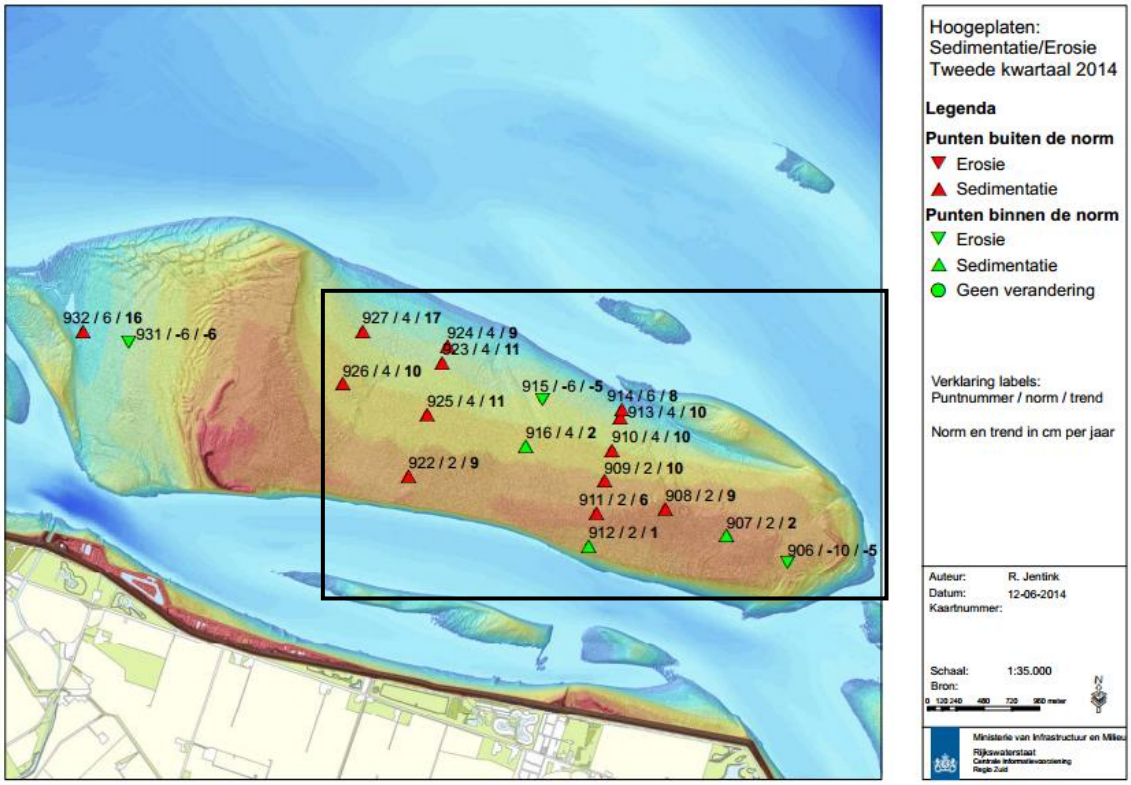


Figuur 5-30: Plaatrandloding 03850 aan de Hooge Platen West (bron: Rijkswaterstaat, 2014b). Zwarte cirkel geeft de locatie aan van het Plaatje van Breskens.



Figuur 5-31: Plaatrandloding 03950 aan de Hooge Platen West (bron: Rijkswaterstaat, 2014b).
Zwarte cirkel geeft de locatie aan van het Plaatje van Breskens.

5.2.1.1.2 Hooge Platen Noord



Figuur 5-32: Sedimentatie / erosie in de RTK meetpunten van de Hooge Platen Noord voor het 2de kwartaal van 2014 (bron: Jentink, 2014b)

- Aan de oostelijke plaattip van de Hooge Platen (906, 907, 908) zijn meetreeksen beschikbaar vanaf 2002.
  - Meetlocatie 906 vertoont afwisselende erosie en sedimentatie, meestal binnen de geldende snelheidsnorm (+2 cm / -10 cm per jaar). Hoewel vrij stabiel, kan er zelfs een licht dalende trend vastgesteld worden.
  - Het meer westelijk gelegen punt 907 toont sinds 2002 een continue bodemverhoging. De gemiddelde sedimentatietrend fluctueert rondom +3 cm / jaar.
  - Punt 908 kent al vanaf 2005 een vrij continue hoogtetoename. Sinds 2010 ziet men er echter een versnelde sedimentatie optreden.

- Centraal op de Hooge Platen (909-916) zijn slechts tijdreeksen beschikbaar vanaf eind 2008, met uitzondering van locatie 909.
    - Sinds het begin van de metingen in 2002 kent het meetpunt 909 een vrij stabiele sedimentatietrend (minder dan 5 cm/jaar), het punt is sindsdien ca. 40 cm hoger geworden.
    - Vanaf de start van de metingen eind 2008 wordt het punt 910 gedomineerd door een lichte, vrij stabiele sedimentatietrend (ca. 5 cm/jaar).
    - De hoogteontwikkeling in punt 911 vertoont eind 2011 - begin 2012 een plotse stijging van ca. 30 cm. In 2012 wijkt de waargenomen sedimentatie (+ 20 cm / jaar) veel meer af van de +2cm norm dan voordien.
    - Voor 2010 ondergaat het punt 912 lichte erosie. Vanaf 2010 geldt echter een sedimentatietrend, met een waarde die schommelt rond de 3 cm per jaar.
    - De hoogteligging van punt 913 steeg sinds september 2008 met meer dan 60 cm. Door de continue stijging is het punt sinds midden 2011 in een andere hoogteklasse terecht gekomen (o.b.v. droogvalduur). De waargenomen sedimentatietrend valt sinds het begin van de metingen buiten de norm (eerst +6cm en dan +4 cm).
    - Meetlocatie 914 toont een sedimentatietrend in de orde van 10 cm/jaar, dit tot eind 2010. Begin 2013 lijkt de bodemhoogte te stabiliseren en de sedimentatiesnelheid te dalen.
    - Punt 915 kent sinds eind 2008 een sedimentatietrend van ca. 10 cm/jaar. Vanaf 2013 echter, neemt de hoogte er af.
    - Locatie 916 kent een gelijkaardige evolutie: een stijging van ca 5 cm/jaar en een lichte daling vanaf 2013.
- In het westelijk deel (922-927), zijn er voor locatie 922 tot 924 tijdreeksen beschikbaar vanaf 2002. De overige punten hebben slechts metingen vanaf eind 2008.
    - Bij meetpunt 922 kan men – tot 2005 – een lichte sedimentatietrend vaststellen. Vanaf dan geldt er een duidelijke sedimentatietrend die schommelt rondom +5cm.
    - Sinds het begin van de metingen op locatie 923, fluctueert de jaarlijkse sedimentatietrend rondom de norm van +4cm. Er vallen geen noemenswaardige trendbreuken op.
    - Punt 924 vertoont eind 2009 een versnelde hoogtetoename (van ca 5 naar 10 cm/jaar). Door de continue hoogteontwikkeling behoort het punt sinds mid 2011 tot de hoogteklasse met 75 % - 100 % droogvalduur.
    - Locatie 925 kent een vrij stabiele sedimentatiesnelheid. De sedimentatietrend vanaf het begin van de metingen schommelt rond +6 cm. In 2011 kent het een stabiele periode.

- In het meetpunt 926 geldt een constante sedimentatietrend (5 à 10 cm/jaar). In het voorjaar van 2012 stijgt de snelheid van verondieping lichtjes.
- Op meetpunt 927 komt een trapsgewijze sedimentatietrend voor. De eerste trede kan men bij begin 2010 situeren. Eind 2010 stopt de hoogtetoename abrupt en blijft de hoogte status quo tot medio 2012. Vanaf dit punt begint de tweede trap, en stijgt de bodem terug met ca. 30 cm. Beide sedimentatieperiodes kennen een bodemtoename van ca. 10 -15 cm/jaar.

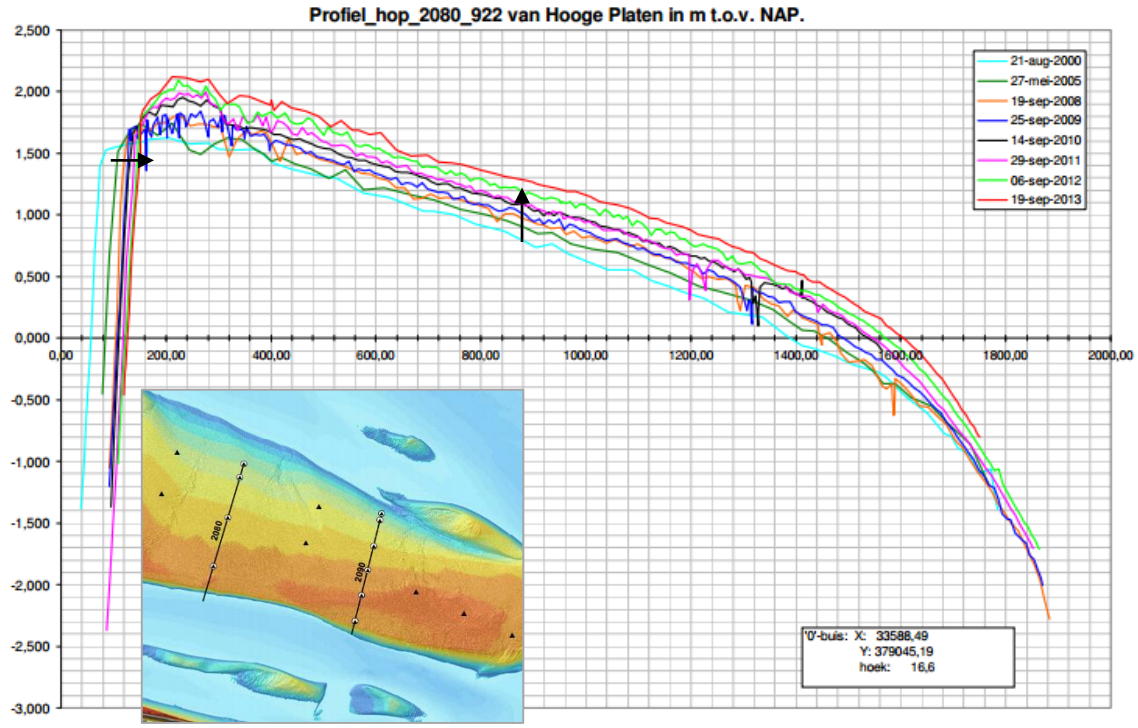
Op de RTK-raai 2080 doorheen punt 922 is sinds 2000 een duidelijke ophoging van het bodempeil aan de gang. Deze trend wordt in IMDC (2014a) beschreven als het 'opbollen' van de Hooge Platen. Tussen 2010 en 2011 lijkt de sedimentatiesnelheid afgenomen, maar een jaar later bevindt die zich terug op hetzelfde niveau als voorheen. Verder valt ook de verplaatsing van de steilere zuidrand van de Hooge Platen op door de noordelijke migratie van het Vaarwater langs de Hoofdplaat (Figuur 5-33 en Figuur 5-34). Deze evolutie treft men ook aan op de verschilkaarten in Bijlage J. De noordelijke rand van de Hooge Platen breidt zich uit naar het noorden.

In het oostelijk gebied toont raai 0200 een uitbreiding van de noordelijke rand en een verondieping van de ondiepte tussen de platen en de oostelijke zandtong (Figuur 5-35). Deze evolutie werd ook al waargenomen in IMDC (2013f, 2014a).

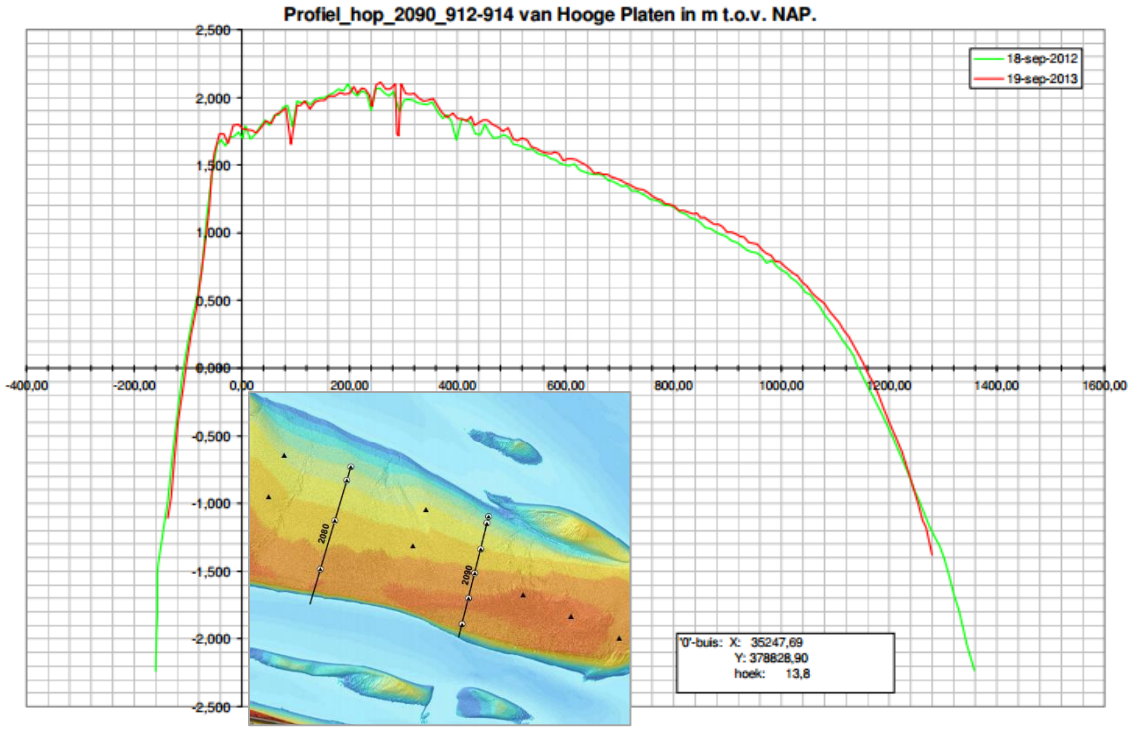
Het oostelijk deel van de centrale zone van de noordrand wordt recent gekenmerkt door een laterale uitbreiding van de oostelijke zandtong. De ondiepte die de Hooge Platen en de zandtong van elkaar scheidt, toont verdieping in de recentste metingen (Figuur 5-36). Raai 1400 toont een verplaatsing van de diepere delen van de zandtong. Verder kan men er een versteiling van de plaatrand waarnemen (Figuur 5-37). Op Figuur 5-38 kan men - zoals beschreven in IMDC (2014a) - de verdere ontwikkeling van het plateau tussen plaatrand en zandtong volgen.

In het westelijk deel van de centrale zone van de noordrand treft men een verhoging van het bodempeil op de plaat aan en een toename van de steiltegraad van de noordelijke plaatrand (Figuur 5-39).

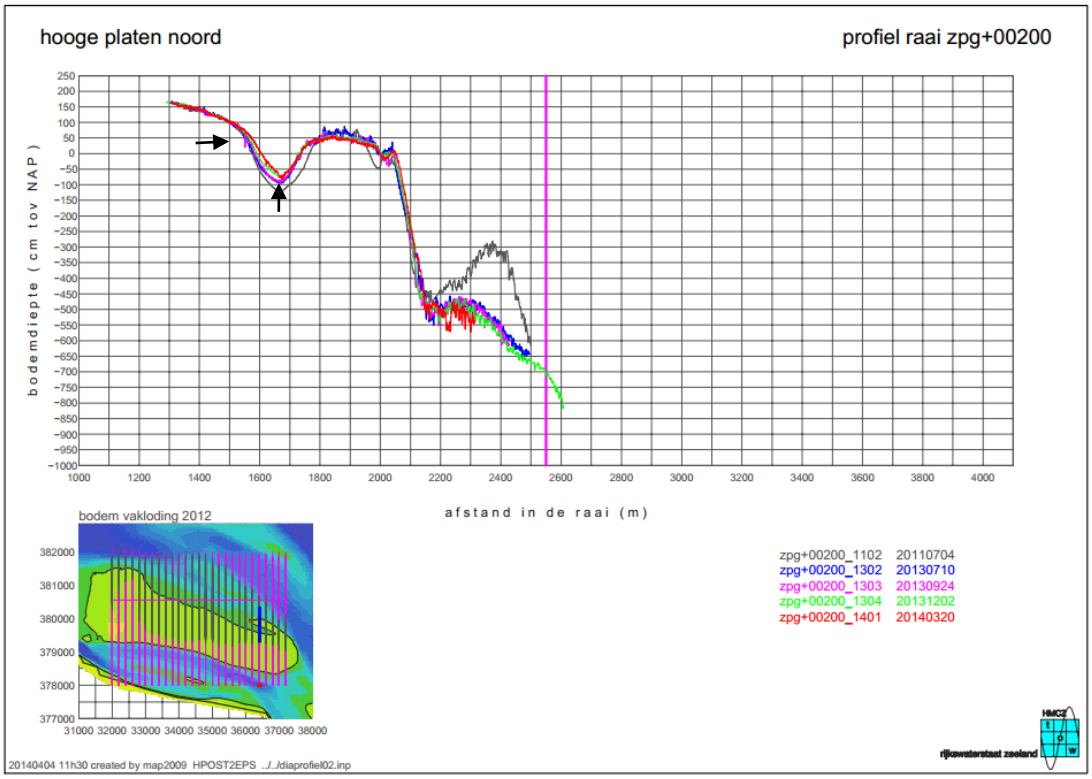
Het westelijk gebied van de centrale zone van de noordrand wordt gekenmerkt door een sterke plateauvorming (Figuur 5-40). De oorzaak van deze morfologische verandering kan te wijten zijn aan de oostwaartse uitbreiding van de Bol (IMDC, 2014c).



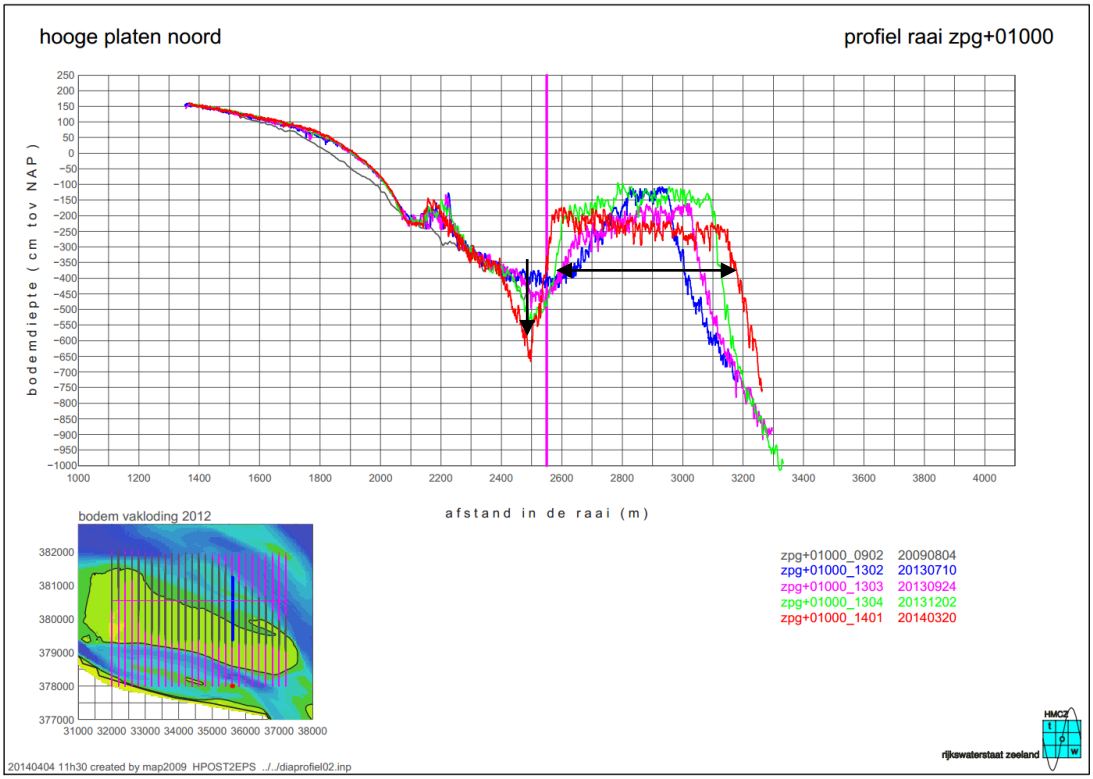
Figuur 5-33: RTK-raai 2080 aan de Hooge Platen Noord (bron: Jentink et al., 2014)



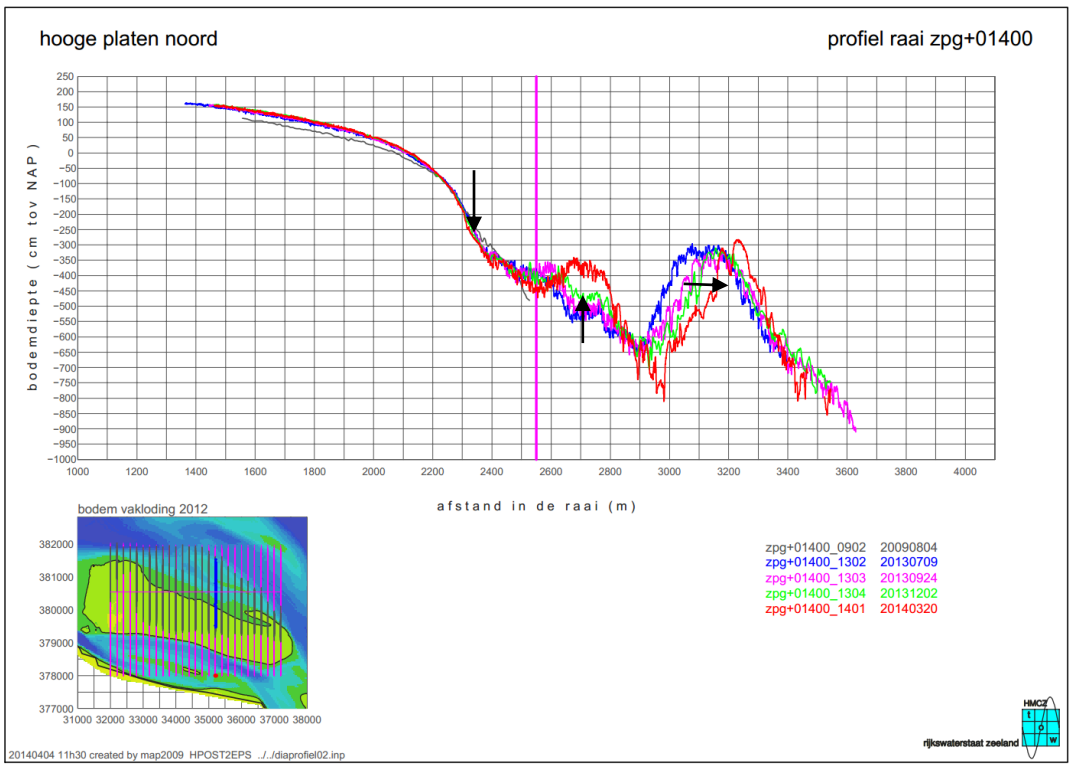
Figuur 5-34: RTK-raai 2090 aan de Hooge Platen Noord (bron: Jentink et al., 2014)



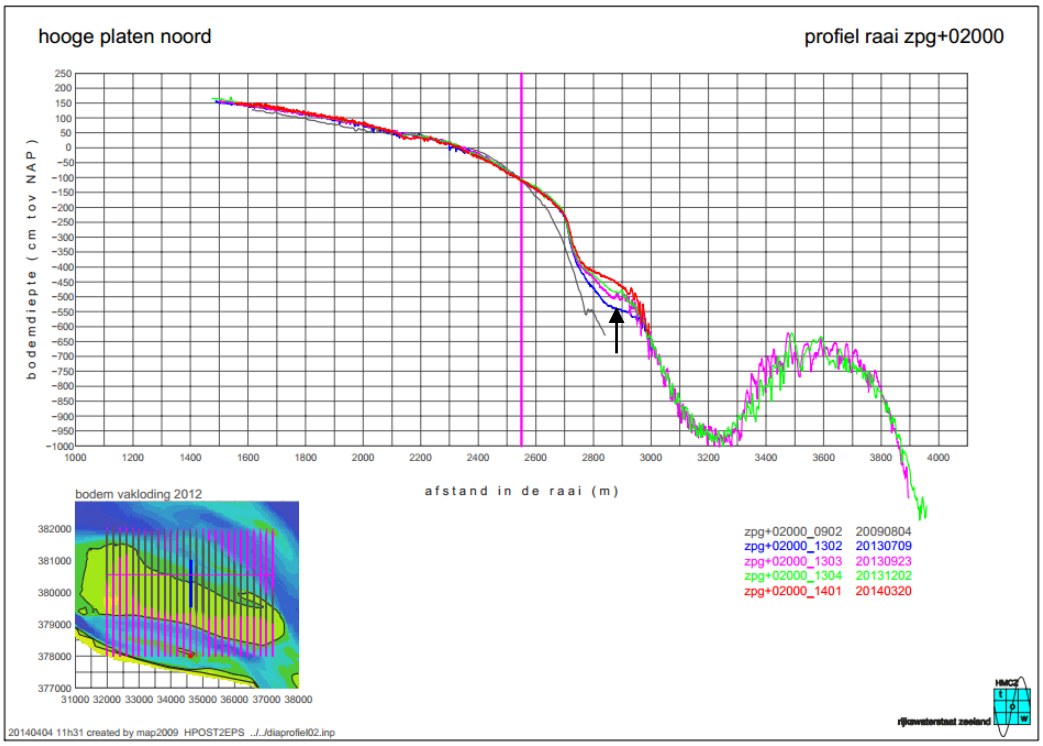
Figuur 5-35: Plaatrandloding 00200 aan de Hooge Platen Noord (bron: Rijkswaterstaat, 2014c).



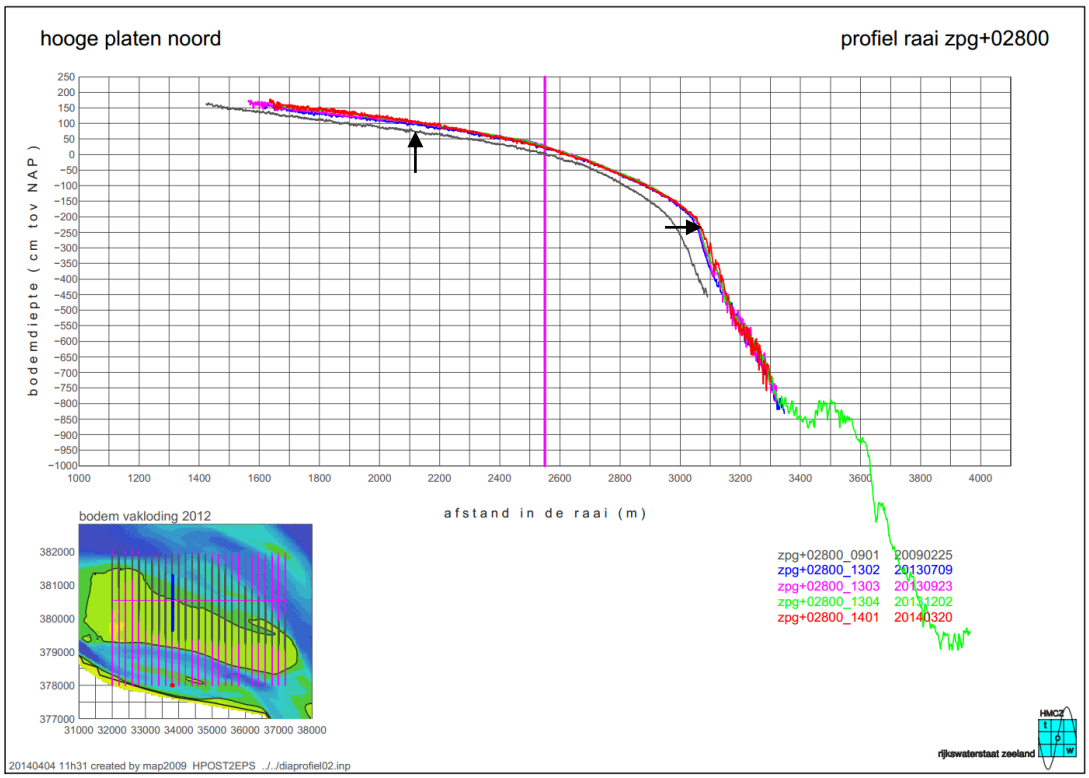
Figuur 5-36: Plaatrandloding 01000 aan de Hooge Platen Noord (bron: Rijkswaterstaat, 2014c).



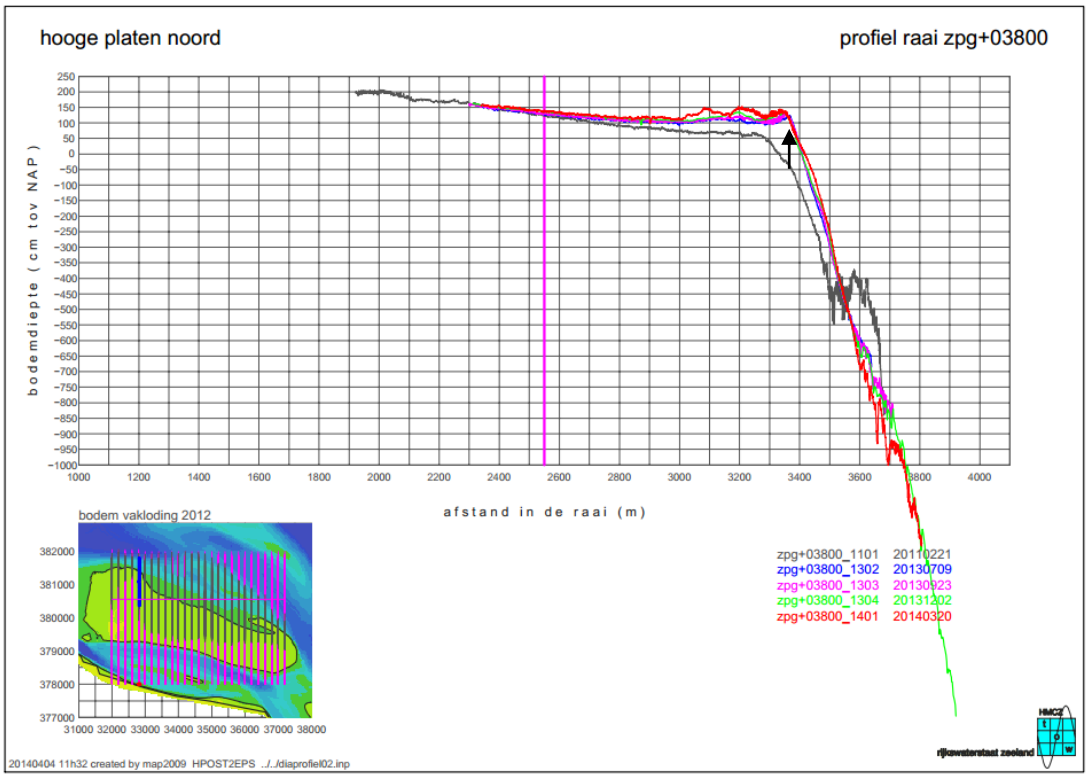
Figuur 5-37: Plaatrandloding 01400 aan de Hooge Platen Noord (bron: Rijkswaterstaat, 2014c).



Figuur 5-38: Plaatrandloding 02000 aan de Hooge Platen Noord (bron: Rijkswaterstaat, 2014c).

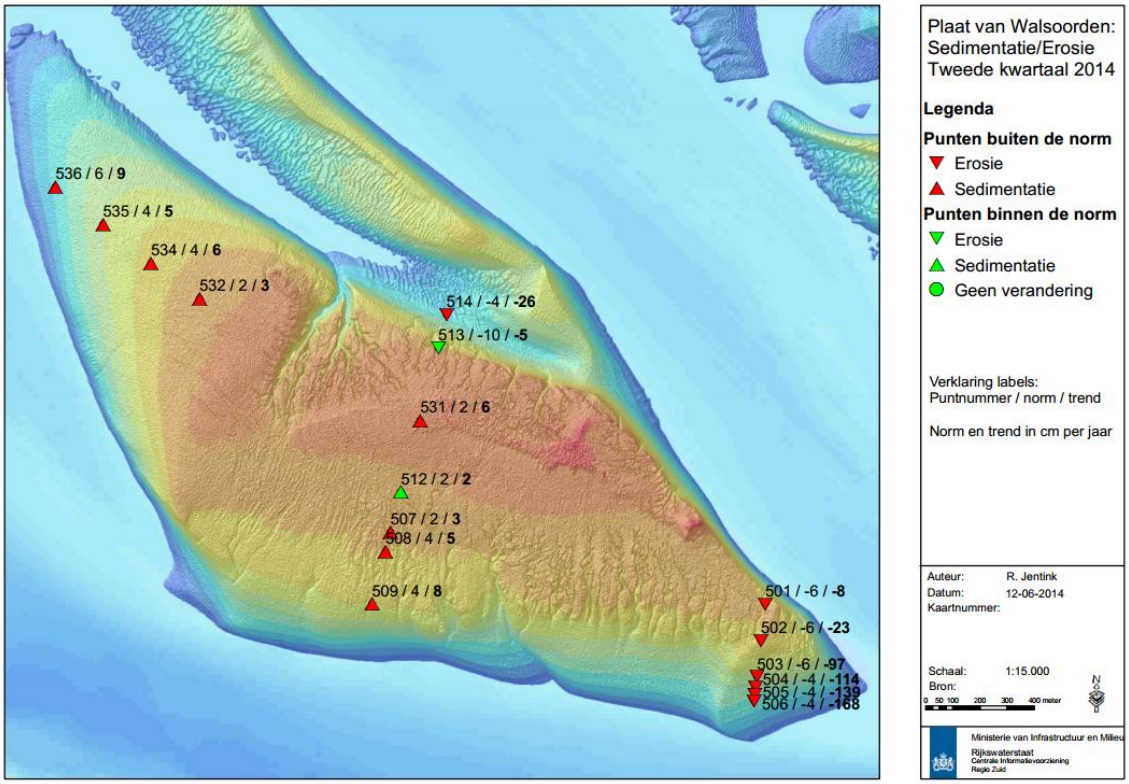


Figuur 5-39: Plaatrandloding 02800 aan de Hooge Platen Noord.
(bron: Rijkswaterstaat, 2014c).



Figuur 5-40: Plaatrandloding 03800 aan de Hooge Platen Noord
(bron: Rijkswaterstaat, 2014c).

5.2.1.1.3 Plaat van Walsoorden



Figuur 5-41: Sedimentatie / erosie in de RTK meetpunten van de Plaat van Walsoorden voor het 2de kwartaal van 2014 (bron: Jentink, 2014c)

- De meetlocaties aan de oostelijke plaattip van de Plaat van Walsoorden (501 tot 506) hebben hoogtegegevens beschikbaar vanaf 1990.
    - Op meetlocatie 501 kan men vanaf 2000 tot 2006 een duidelijke trend van afnemende bodemhoogte waarnemen. Van begin 2007 tot eind 2013 kent men een aangroei met een gemiddelde snelheid van ca. 4 cm per jaar. Het tweede kwartaalrapport van 2014 (Jentink, 2014c) toont vanaf 2014 een plotse scherpe daling van meer dan 50cm.
    - Punt 502 vertoont tot 2013 een vrij stabiele hoogte met afwisselende lichte erosie en sedimentatie. In de eerste helft van 2013 kent de bodem een relatief forse hoogtetoename van ca. 20 cm. Net zoals op locatie 501 kan men tussen april 2013 en april 2014 een drastische bodemdaling van meer dan 50 cm waarnemen (Jentink, 2014c).

  - De punten 503, 504, 505 en 506, allen gelegen op de zuidoostelijke tip van de Plaat van Walsoorden, vertonen een gelijkaardige hoogte-evolutie. Tussen 2002 en 2003 komt een scherpe daling voor, die eerst aangrijpt aan het meest zuidelijke punt 506. Daarna tonen de punten 505, 504 en 503 achtereenvolgens dezelfde evolutie. Na deze abrupte bodemdaling stijgt de bodem terug tussen 2002 en 2006 (ca. +1 m). In de periode 2006 – 2012 geldt een scherpe (in het zuiden) tot licht dalende trend (in het noorden). Vanaf 2011 wordt terug sterke aanzanding waargenomen. Het tweede kwartaalrapport van 2014 toont ook hier een forse daling (meer dan 2 m) in het laatste jaar (januari 2013 – april 2014) (Jentink, 2014c). Alle punten liggen door deze grote schommelingen uiteraard allen buiten de geldende sedimentatie/erosie norm. Eerder werd al gesteld dat de Schaar van Valkenisse zich in westwaartse zin verplaatst, en op deze manier de zuidoostelijke tip van de Plaat van Walsoorden aansnijdt en wegruimt.

- De punten gelegen op het centrale deel van de Plaat van Walsoorden, locaties 507 tot 509 en 512 tot 514, hebben tijdreeksen beschikbaar die rond het begin van de jaren ’90 startten. Enkel meetpunt 531 heeft slechts gegevens beschikbaar vanaf eind 2008.
  - De sedimentatie en erosie trend van de zuidelijke meetlocaties 507, 508, 509 en 512 valt grotendeels wel binnen de opgelegde normen. De meetlocaties kennen weinig variatie in de hoogteligging (in de orde van 10-30 cm) en zijn dus stabiel te noemen. Gestage sedimentatie wordt onderbroken met scherpere bodemdalingen.
  - Punt 513 kent sinds het begin van de metingen een gestage sedimentatietrend, die schommelt rond de 2 cm per jaar. Opmerkelijk is de abrupte daling die zich inzet vanaf eind 2012. Op enkele maanden tijd daalt de bodem met 20 cm, terwijl het ongeveer 10 jaar heeft geduurd om de bodem met dezelfde hoogte te zien stijgen.
  - Meetpunt 514, gelegen aan de tip van de vloedschaar van de Plaat van Walsoorden, kent sinds 2004 een gestage daling van het bodemniveau.
  - Centraal op de Plaat van Walsoorden, kent het punt 531, slechts geringe sedimentatie (in de orde van +2 cm).

- Aan de westelijke plaattip van de Plaat van Walsoorden (532, 534, 535 en 536) wordt de hoogte slechts opgemeten vanaf eind 2008.
  - Meetpunt 532 en 534 zijn stabiel te noemen en vertonen slechts kleine schommelingen.
  - Locatie 535 en 536 kennen een licht stijgende trend, al is de sedimentatiesnelheid er de laatste jaren afgenomen.

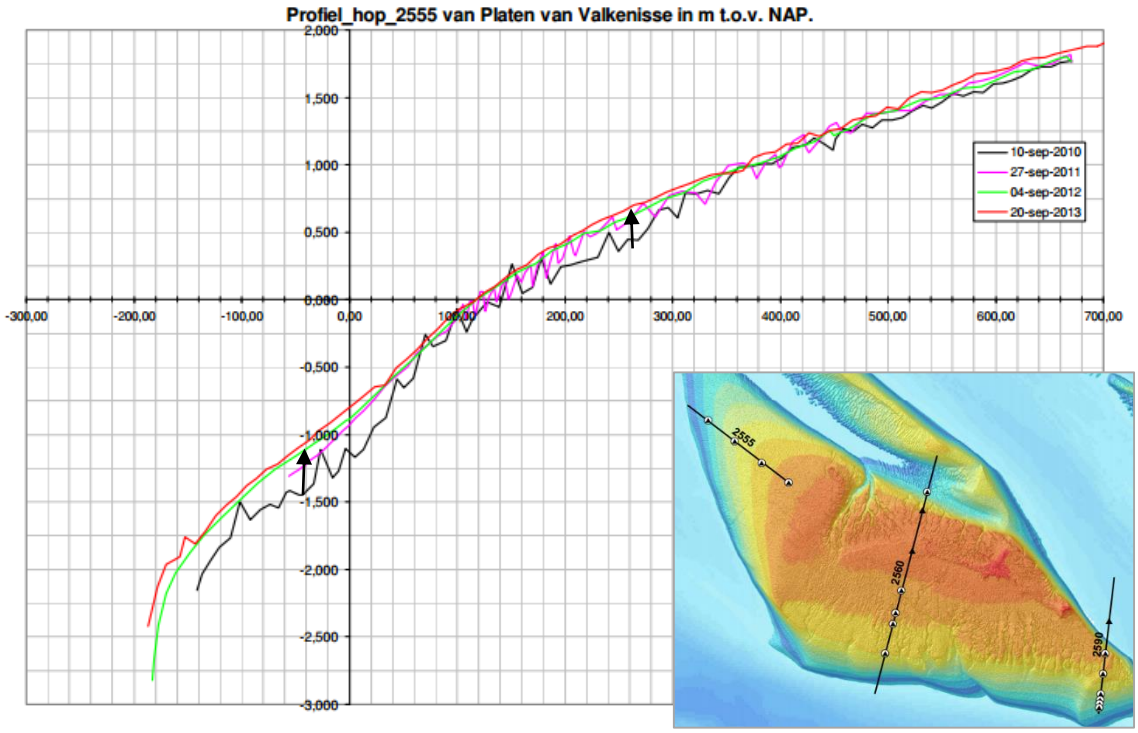
De RTK-raai 2555 doorheen de vaste meetpunten 532, 534, 535 en 536 vertoont sinds 2010 een lichte ophoging van de noordwestelijke plaatrand (Figuur 5-42). De zone rond 0 m NAP blijft over het algemeen vrij stabiel. De sedimentatie grijpt vooral aan onder -0,5 m NAP en boven +0,5 m NAP. De grillige bodemvormen lijken in september 2012 en 2013 afgevlakt.

Raai 2560, die de meetlocaties 509 en 514 met elkaar verbindt en het centrale deel van de Plaat van Walsoorden beslaat, toont sinds 2000 een terugwijkende zuidelijke plaatrand. Op de plaat zelf, lijkt vooral het noordelijke deel aan te zanden. De noordelijke plaatrand wordt steiler en de vloedschaar lijkt te verbreden. De noordelijke zandtong wordt opgehoogd en verplaatst zich noordoostwaarts (Figuur 5-43).

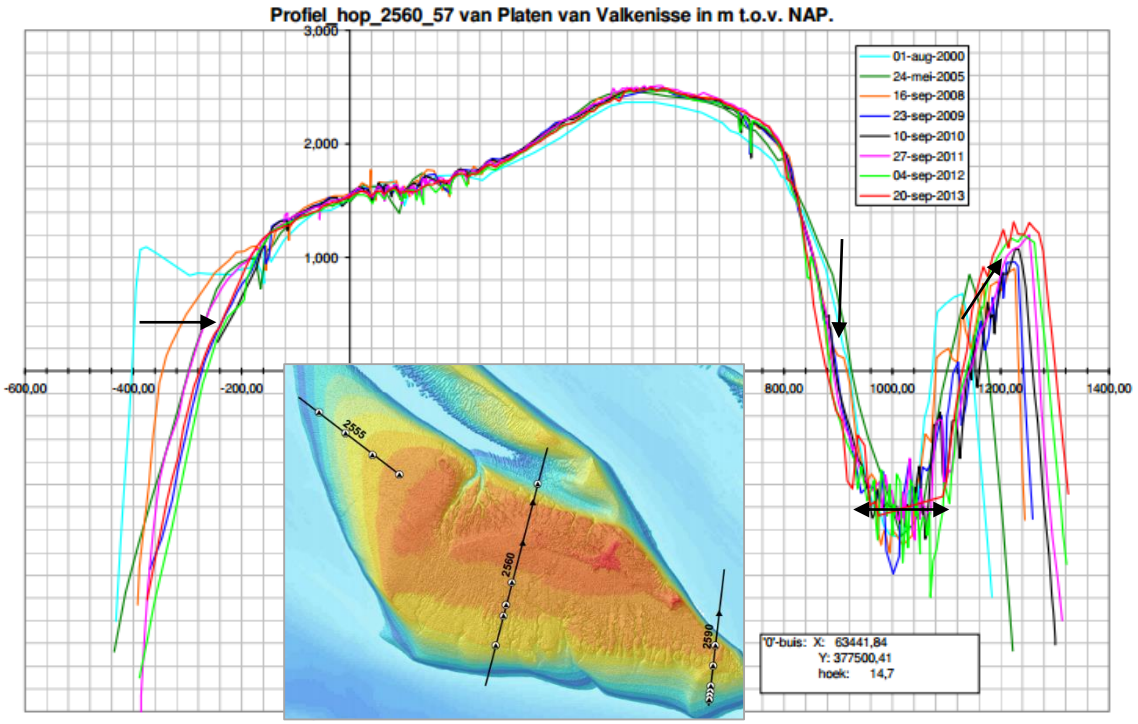
Raai 2590, doorheen meetpunten 501 tot en met 506, toont een drastische terugschrijding van de noordelijke en zuidelijke plaatrand. Dit kan in verband gebracht worden met de uitruiming en verplaatsing van de Schaar van Waarde, waardoor de hele zuidoostelijke plaatpunt onder druk komt te staan (Figuur 5-44).

Analoog aan raai 2560, kan men in de plaatrandloding 0200 (Figuur 5-45) de verbreding van de vloedschaar en de verplaatsing van de noordelijke zandtong vaststellen. Ten zuiden verplaatst de zandtong zich zuidwestwaarts en wordt de vloedschaar die de zandtong van de plaatrand scheidt, dieper.

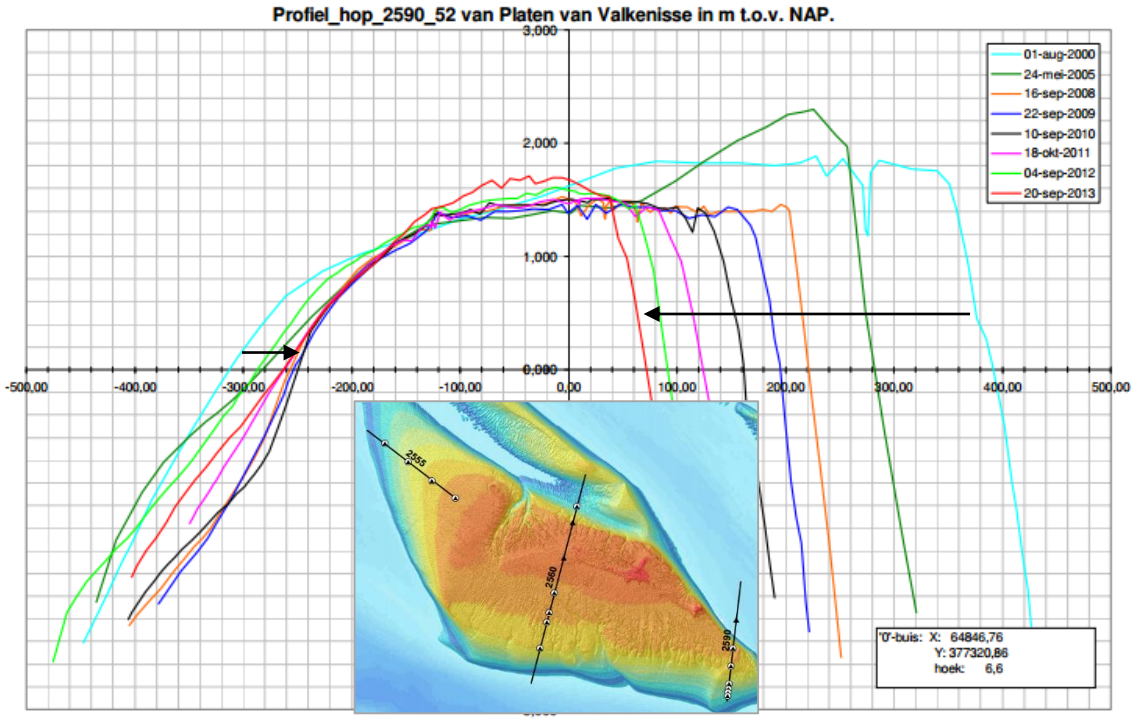
Figuur 5-46 toont onder invloed van de stortingen op PWA een verhoging van de bodem ten opzichte van 2009. Daarnaast valt ook hier de noordoostwaartse verplaatsing van de noordelijke zandtong op.



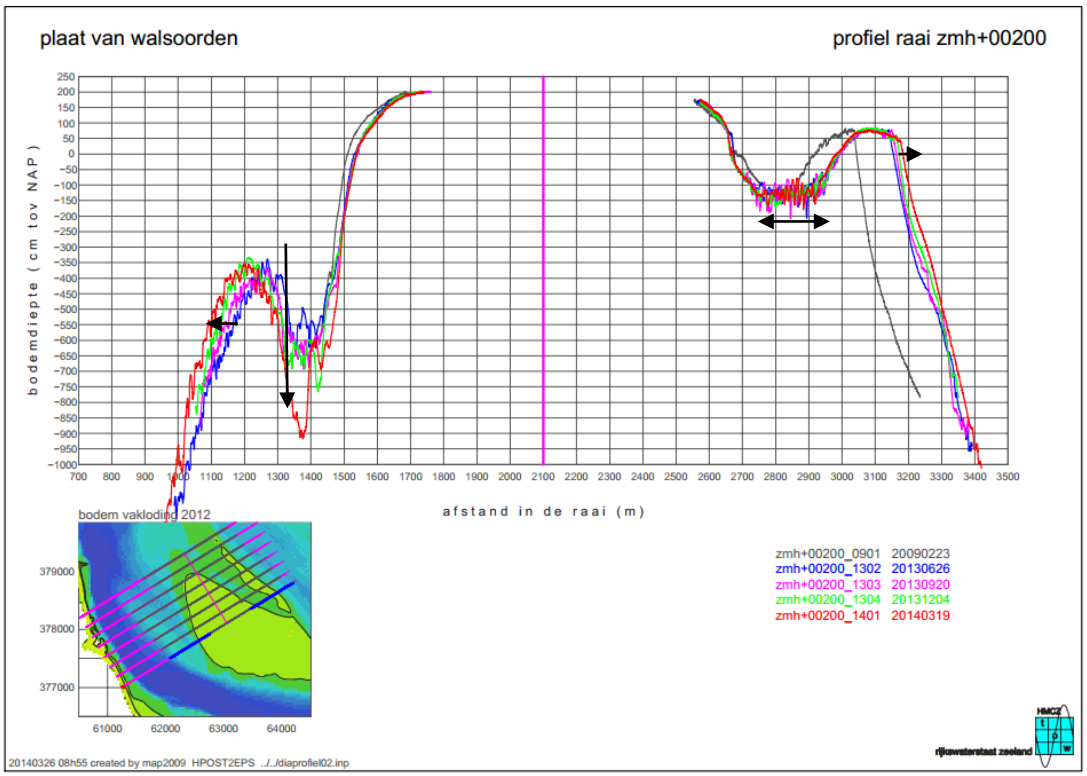
Figuur 5-42: RTK-raai 2555 aan de Plaat van Walsoorden (bron: Jentink et al., 2014)



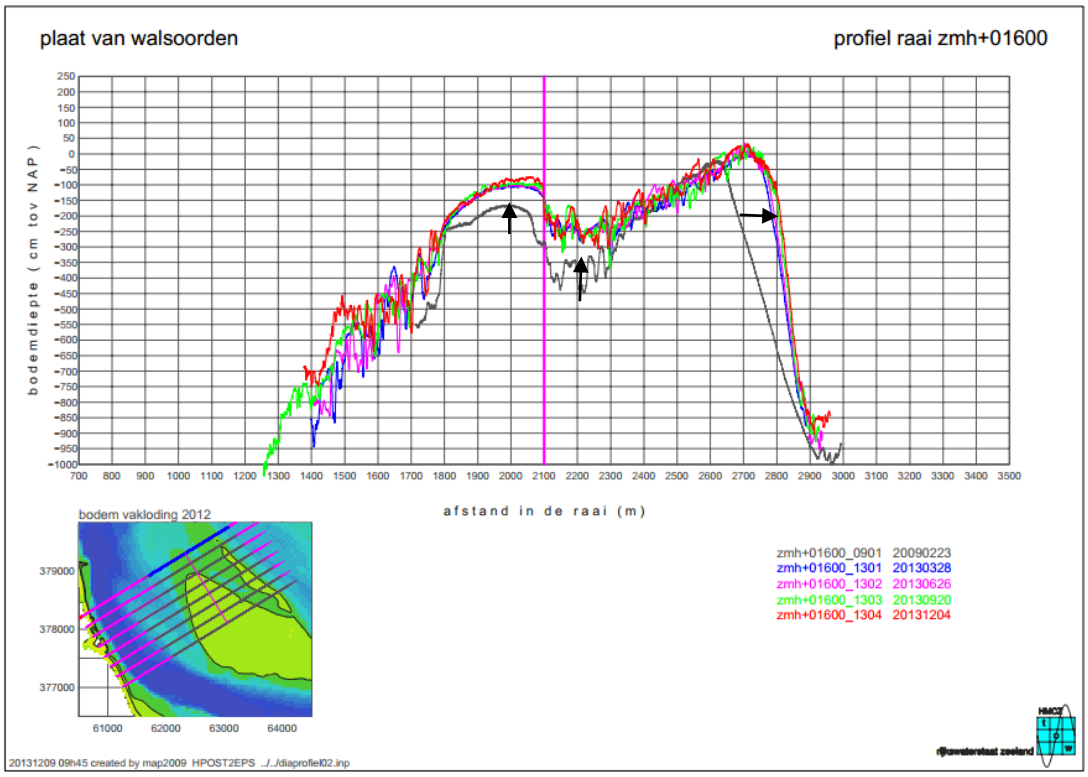
Figuur 5-43: RTK-raai 2560 aan de Plaat van Walsoorden (bron: Jentink et al., 2014)



Figuur 5-44: RTK-raai 2590 aan de Plaat van Walsoorden (bron: Jentink et al., 2014)

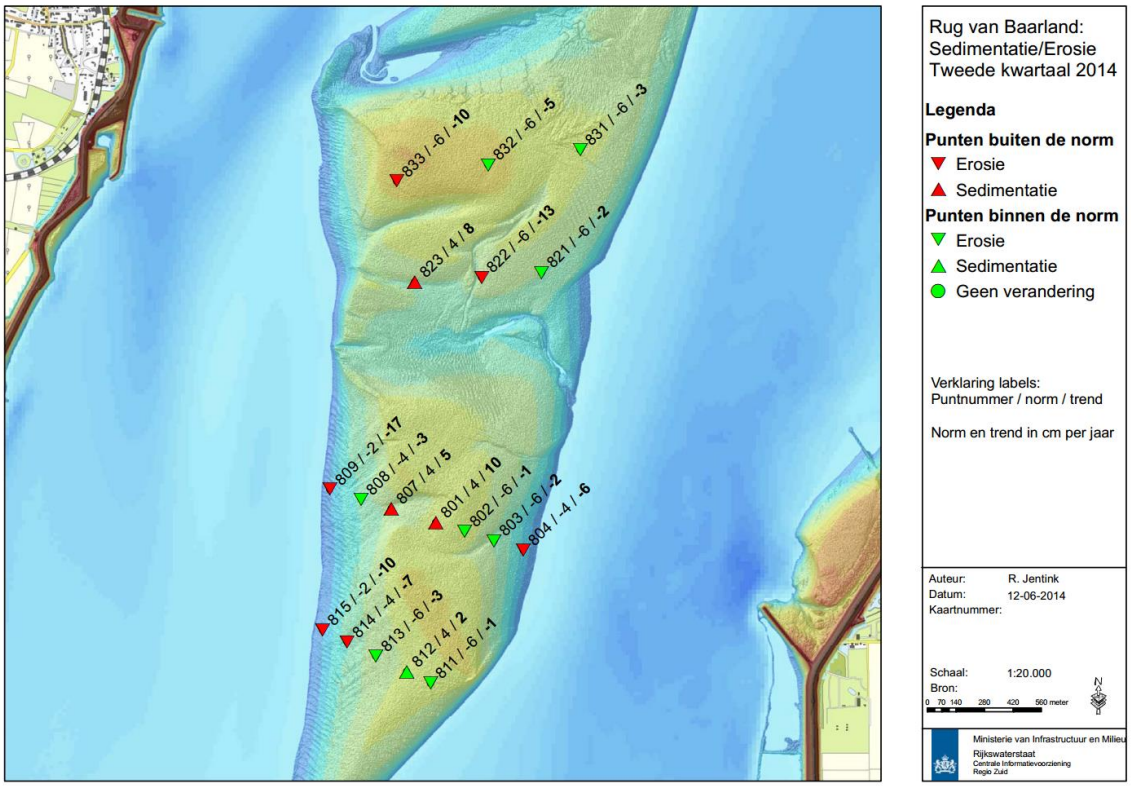


Figuur 5-45: Plaatrandloding 00200 aan de Plaat van Walsoorden (bron: Rijkswaterstaat, 2014d).



Figuur 5-46: Plaatrandloding 01600 aan de Plaat van Walsoorden (bron: Rijkswaterstaat, 2014d).

5.2.1.1.4 Rug van Baarland



Figuur 5-47: Sedimentatie / erosie in de RTK meetpunten van de Rug van Baarland voor het 2de kwartaal van 2014 (bron: Jentink et al., 2014)

- Op de zuidelijke helft van de Rug van Baarland zijn voor de punten 801 tot 804 tijdreeksen beschikbaar vanaf 1989. De hoogteligging van punten 807 tot 809 en 811 tot 815 worden pas ingemeten vanaf eind 2008.
  - In punt 801 en 802 geldt vanaf 2006-2007 een vrij constante en sterke hoogtetoename. Voorheen, in de periode 2000-2006, bleef de hoogte vrij stabiel. De huidige sedimentatietrend overschrijdt de maximaal toegelaten norm.
  - Tussen 2000 en 2011 ligt de hoogtevariatie van meetlocatie 803 binnen de 15 cm. Vanaf 2011 echter, daalt de bodem er met 30 cm.
  - De hoogteligging van meetpunt 804, gelegen aan de oostelijke plaatrand, toont een degressieve trend. Sinds 2000 is de hoogte er met ongeveer 1 m afgenomen.
  - Punt 807, ten westen van 801, toont afwisselende erosie en sedimentatie. Van 2008 tot 2011 is erosie dominant (tot -20 cm/jaar), daarna volgt een gestage sedimentatie (+10cm/jaar).
  - De hoogte-evolutie van punt 808 blijft sinds 2010 vrij constant. De variatie in deze periode bedraagt ca. 10 cm.
  - Voor punt 809 geldt een afname van 60 cm in de laatste vijf jaar (2008-2013). In deze periode komt ook sedimentatie voor, maar erosie overheerst.

  - Bij meetlocatie 811 en 812 heerst een relatief stabiel klimaat. Sinds 2008 is er een geringe bodemvariatie van ca. 10 cm. De berekende erosie/sedimentatiesnelheden vallen dus grotendeels binnen de vooropgestelde normen.
  - Op het punt 813 en 814 geldt in de periode 2008-2013 een afname van de hoogte in de orde van ca. 30-40cm.
  - De hoogte van het meetpunt 815 blijft relatief stabiel en kent in de periode 2008-2013 een variatie in de orde van 20 cm.

- De meetpunten gelegen op de noordelijke helft van de Rug van Baarland (821 tot 823 en 831 tot 833) hebben hoogtemetingen beschikbaar vanaf eind 2008.
  - De meetpunten 821, 822, 823, 831, 832 833 vertonen de laatste vijf jaar (2008-2013) geringe hoogtevariaties (in de orde van 20 cm) en zijn relatief stabiel te noemen. De berekende erosie/sedimentatiesnelheden liggen de laatste jaren grotendeels binnen de geldende normen.

De meest zuidelijke RTK-raai 2410, die de punten 811 tot en met 815 verbindt, vertoont een verlaging van het bodempeil aan de westelijke plaatrand. Op het hoogste punt van de plaat treedt afwisselend erosie en sedimentatie op (Figuur 5-48).

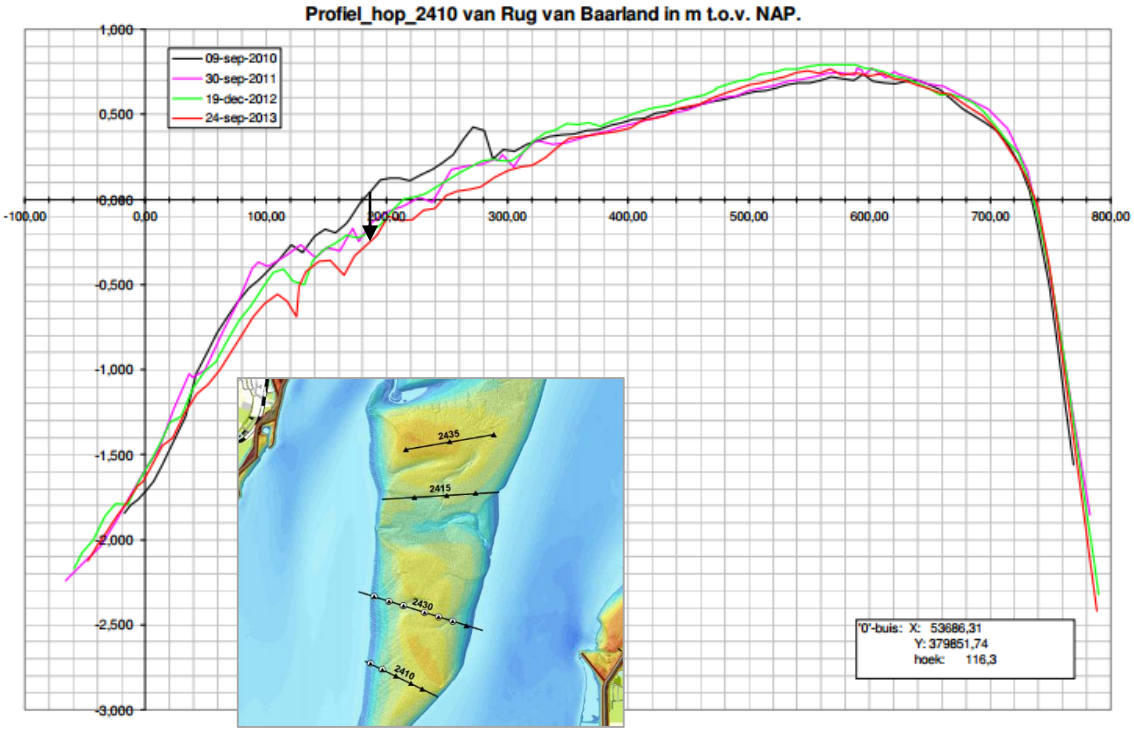
Raai 2430 toont de complexiteit die er heerst in het zuidelijk deel van het centraal gelegen gebied. Sinds 2000 treedt een opbolling van het eerdere plateau op: zowel de oost- als westflank schrijden terug en sinds 2010 treft men ook verhoging (ca. 1 m) aan van het centrale deel (Figuur 5-49).

De RTK-raai 2415 toont sinds 2011 een significante verhoging van het bodempeil (ca. 1 m) aan de westelijke plaatrand. Deze evolutie kan men ook waarnemen in Bijlage J, ter hoogte van de Rug van Baarland. Hierdoor wordt de westflank ook steiler. Aan de andere kant van het profiel treft men een terugschrijdende oostflank aan, door de uitruiming ter hoogte van de Overloop van Hansweert. Verder kan men de oostwaartse verplaatsing van een afwateringsgeultje opmerken (Figuur 5-50).

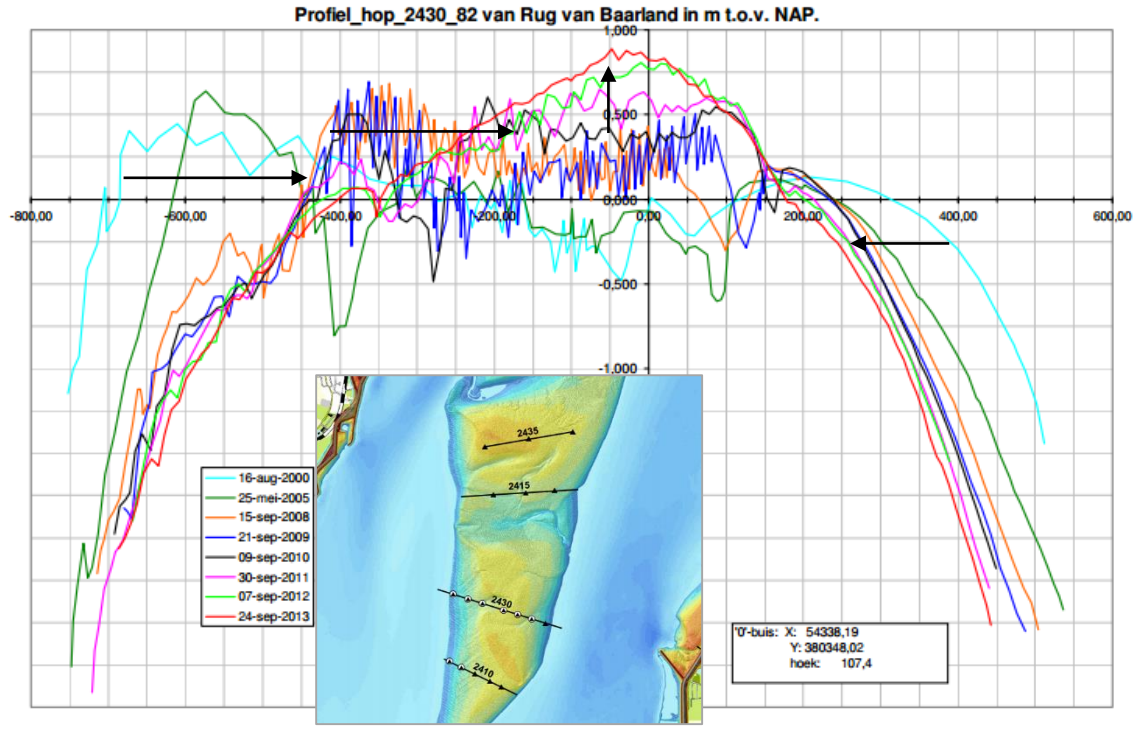
De noordelijke raai 2435 toont een westwaartse verschuiving van de kamlijn. Verder worden de oostelijke en westelijke plaatrand steiler (Figuur 5-51).

De recente peilingen langs raai 04000 tonen een gestage oost- en westwaartse uitbreiding van de westelijke zandtong. Verder treft men ook hier de ‘opbolling’ aan van het plateau van weleer (Figuur 5-52).

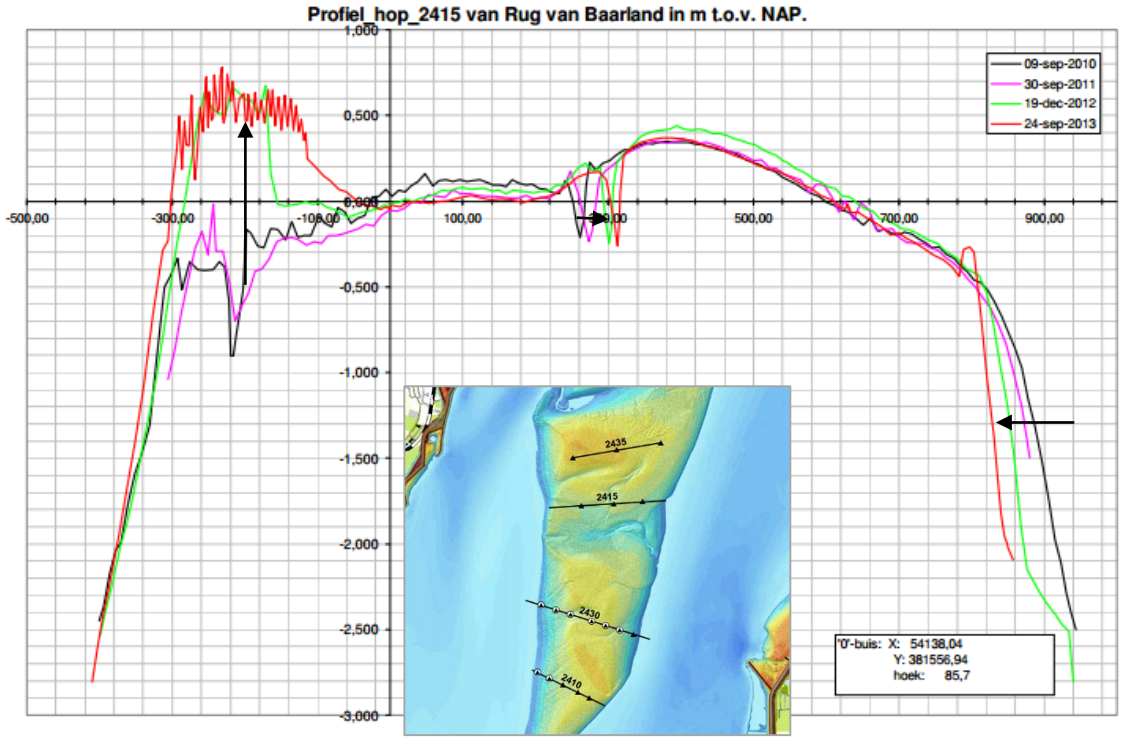
Op Figuur 5-53 kan men de westwaartse verplaatsing van de zuidelijke plaattip van de Rug van Baarland sinds 2009 waarnemen.



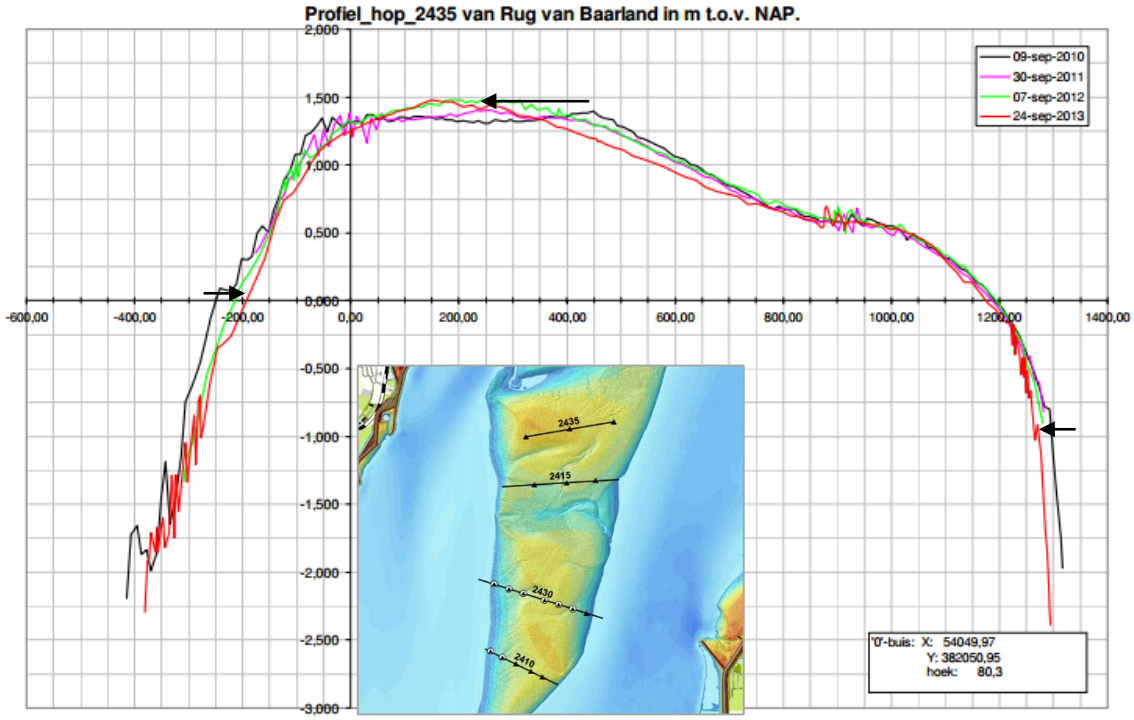
Figuur 5-48: RTK-raai 2410 aan de Rug van Baarland (bron: Jentink et al., 2014)



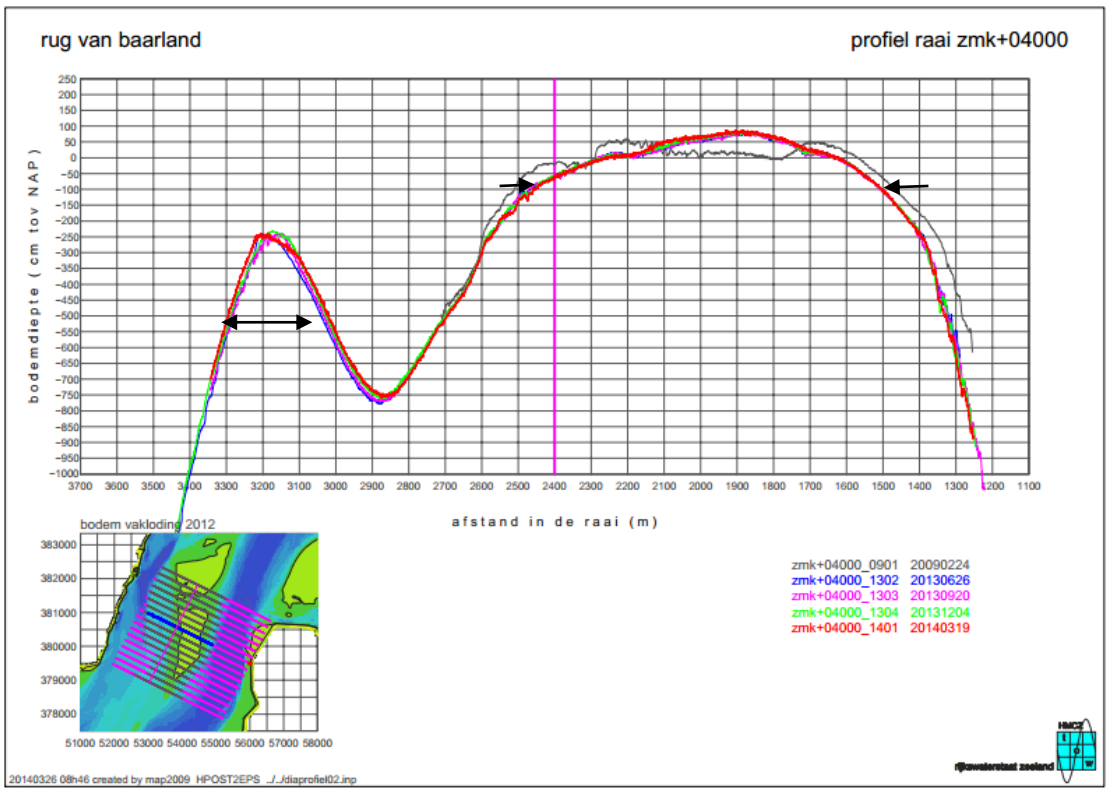
Figuur 5-49: RTK-raai 2430 aan de Rug van Baarland (bron: Jentink et al., 2014)



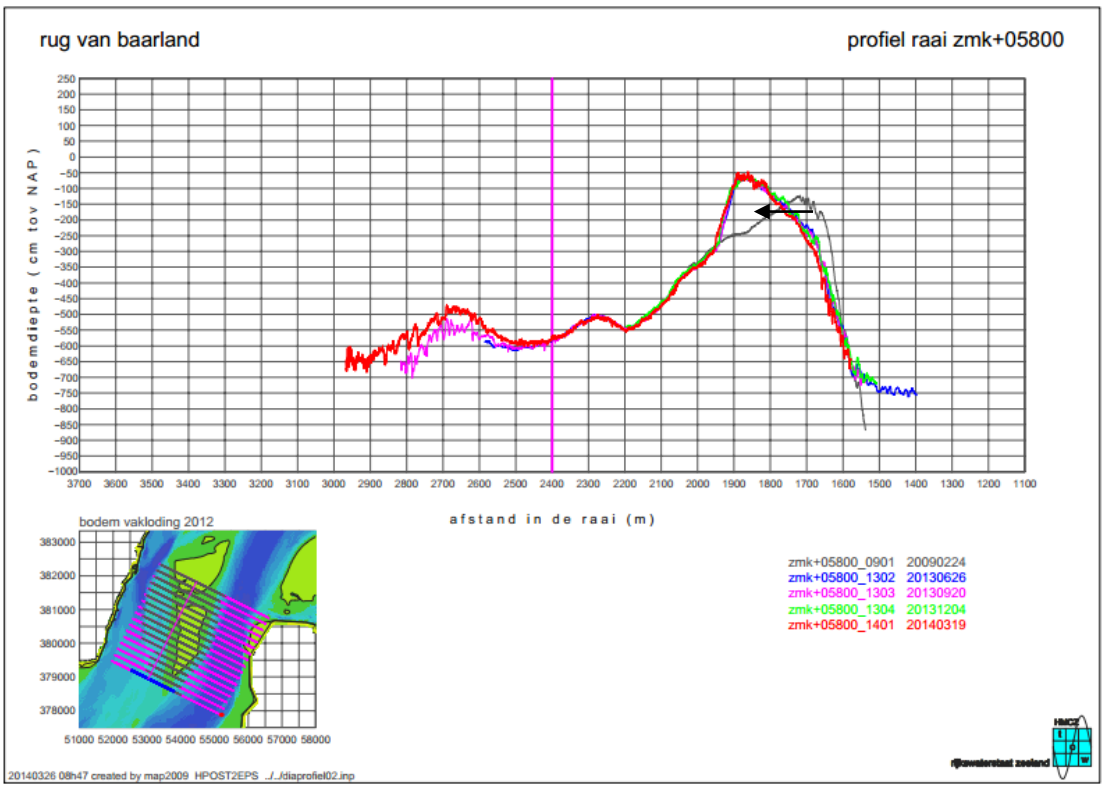
Figuur 5-50: RTK-raai 2415 aan de Rug van Baarland (bron: Jentink et al., 2014)



Figuur 5-51: RTK-raai 2435 aan de Rug van Baarland (bron: Jentink et al., 2014)



Figuur 5-52: Plaatrandloding 04000 aan de Rug van Baarland (bron: Rijkswaterstaat, 2014e).



Figuur 5-53: Plaatrandloding 05800 aan de Rug van Baarland (bron: Rijkswaterstaat, 2014e).

5.2.1.1.5 Samenvatting

Hooge Platen

- De meetpunten 931 en 932, gelegen ten oosten van de plaatrandstortzone Hooge Platen West, hebben slechts metingen beschikbaar vanaf eind 2008. Hierdoor ontbreekt de trend voorafgaand aan de verruiming. Van de beschikbare metingen kan gezegd worden dat beide meetpunten een bodemverhoging ondergaan (in de orde van 20 cm): punt 931 vanaf 2010 en punt 932 vanaf 2009. Vanaf 2011 lijkt de bodemhoogte min of meer gestabiliseerd. Indien de oostwaartse verplaatsing van de aanwezige zandrug doorgaat, zal dit de hoogteligging van punt 932 in de toekomst sterk doen toenemen.
- Aan de oostelijke plaattip van de Hooge Platen (906, 907, 908) zijn meetreeksen beschikbaar vanaf 2002. Doorheen de tijdreeks treft men van oost naar west meer sedimentatie aan: een stabiele hoogteligging bij 906; een stabiele, lichte sedimentatietrend (minder dan 5 cm/jaar) bij 907; en een toenemende sedimentatietrend vanaf 2010 (van 5 naar 10cm/jaar) bij 908.
- Centraal op de Hooge Platen geldt er sedimentatie van ca. 5-10 cm /jaar. Er kunnen geen significante trendwijzigingen worden onderscheiden. Hier overschrijdt de sedimentatie dus reeds geruime tijd de vooropgestelde norm van 5 cm / jaar.
- In het westelijk deel van de Hooge Platen zijn er slechts op drie locaties (922, 923 en 924) langere tijdreeksen beschikbaar. Enkele meetlocaties vertonen de laatste jaren een licht versnelde sedimentatietrend, maar deze observatie is niet te veralgemenen en startte veelal voor de verruiming werd ingezet. Wel te veralgemenen is de sedimentatietrend die zich sinds het begin van de metingen (of dit nu 2002 of 2008 is) handhaaft.
- De punten 911, 912 en 922 betreffen de zuidelijke hoge zone van de Hooge Platen. De zuidelijke zone is al jaren aan het ophogen door het zogenaamde ‘opbollen’ van de plaat (IMDC, 2013f en 2014a). Dit gaat onder meer gepaard met (pionier-) schorvorming.

Plaat van Walsoorden

- De oostelijke plaattip van de Plaat van Walsoorden is onderhevig aan sterke erosie door het zuidwestelijk uitruimen van de Schaar van Valkenisse (zie ook § 5.1.1.5). Er wordt verwacht dat deze punten en bijhorende meetraai in de nabije toekomst zullen vervallen (Jentink, 2014c).
- Centraal op de Plaat van Walsoorden wordt het zuiden gekenmerkt door een stabiel milieu. De aanwezigheid van een afwateringsgeul zorgt er geregeld voor kleine hoogtewijzigingen. In het noorden kent het punt 514 nog steeds een gestage erosietrend (-10 à -20 cm/jaar), tegen de verwachting in, want de westelijke zijde van de vloedschaar verzandt. Mogelijks verplaatst de inscharing zich zuidwaarts (Jentink, 2014c) en keert ter hoogte van punt 513 de langdurige sedimentatietrend daardoor om in erosie. Temidden van het centrale deel treft men geringe sedimentatie aan.
- Aan de westelijke plaattip geldt een lichte sedimentatietrend die de laatste jaren is afgenomen. Hogerop liggen de meetpunten 534 en 532 in een relatief stabiel milieu.

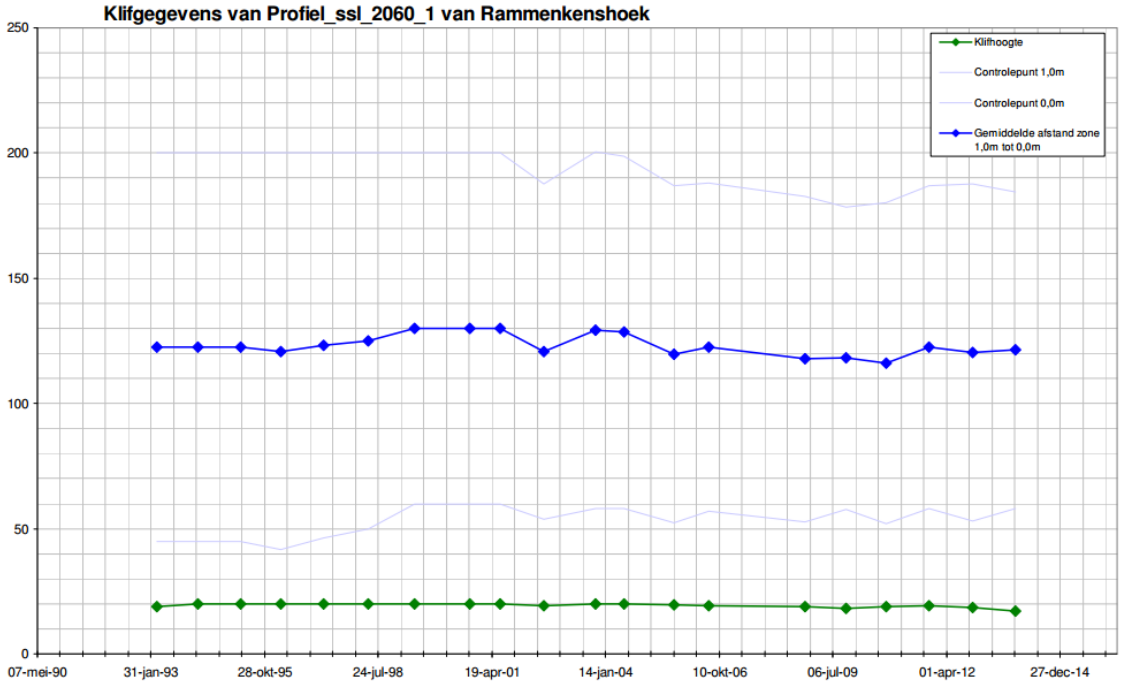
Rug van Baarland

- Voor de noordelijke punten in de zuidelijke helft van de Rug van Baarland geldt een trend van lichte sedimentatie op het midden van de plaat. Meer naar de plaatrand toe (804 en 809) treft men een erosieve trend aan. Deze 'opbolling' treft men ook aan in de raai 2430. De zuidelijke punten, hogerop, hebben een relatief stabiel klimaat (811 en 812). Meer westwaarts (813 en 814) kan men een sterke dalende trend waarnemen. Punt 815 is echter sinds 2010 vrij stabiel.
- De noordelijke helft van de Rug van Baarland is vrij stabiel doorheen de jaren. Hier en daar komen wat schommelingen voor, maar er kan geen uitgesproken erosie/sedimentatie trend worden onderscheiden.

5.2.1.2 Schorranderosiemetingen

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.

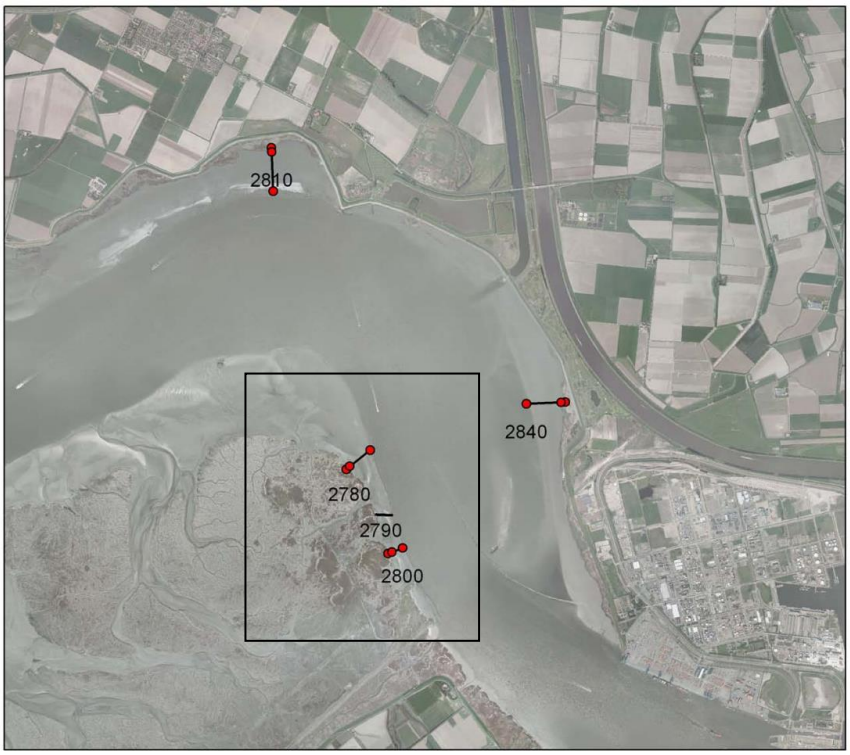
Bij locaties waar een duidelijk schorklif aanwezig is wordt nog een grafiek gepresenteerd (Figuur 5-54). Hierin wordt de ligging van het schorklif t.o.v. het raainulpunt weergegeven. Uit iedere meting wordt bepaald wat de afstand van het raainulpunt is naar het klif en deze afstand wordt per jaar weergegeven in de grafiek (in groen). 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. Dit zijn de licht blauwe lijnen. Merk op dat deze controlepunten per locatie kunnen verschillen. De dikke blauwe lijn is het gemiddelde van beide bepalingen en 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. Als de blauwe lijn gelijk blijft is het slik stabiel, gaat de blauwe lijn verder van het nulpunt dan sedimenteert het slik en komt de blauwe lijn dichter naar het nulpunt dan erodeert het slik.



Figuur 5-54: Voorbeeldgrafiek voor klifgegevens (bron: Jentink et al., 2014)

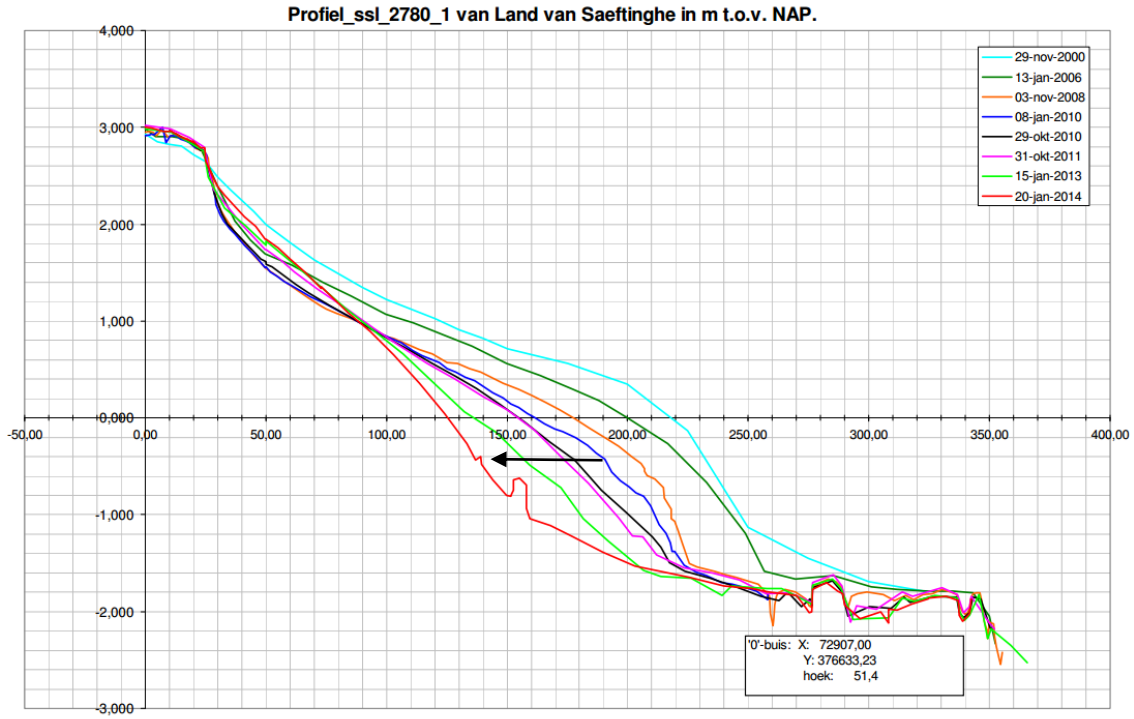
In Jentink et al. (2014) worden de schor-slikprofielen van de verschillende locaties op de Westerschelde gepresenteerd. De ligging van de profielen zijn hier ook in aangeduid. Uit de schor-slikprofielen zijn volgende evoluties af te leiden (in stroomafwaartse zin).

Land van Saeftinge

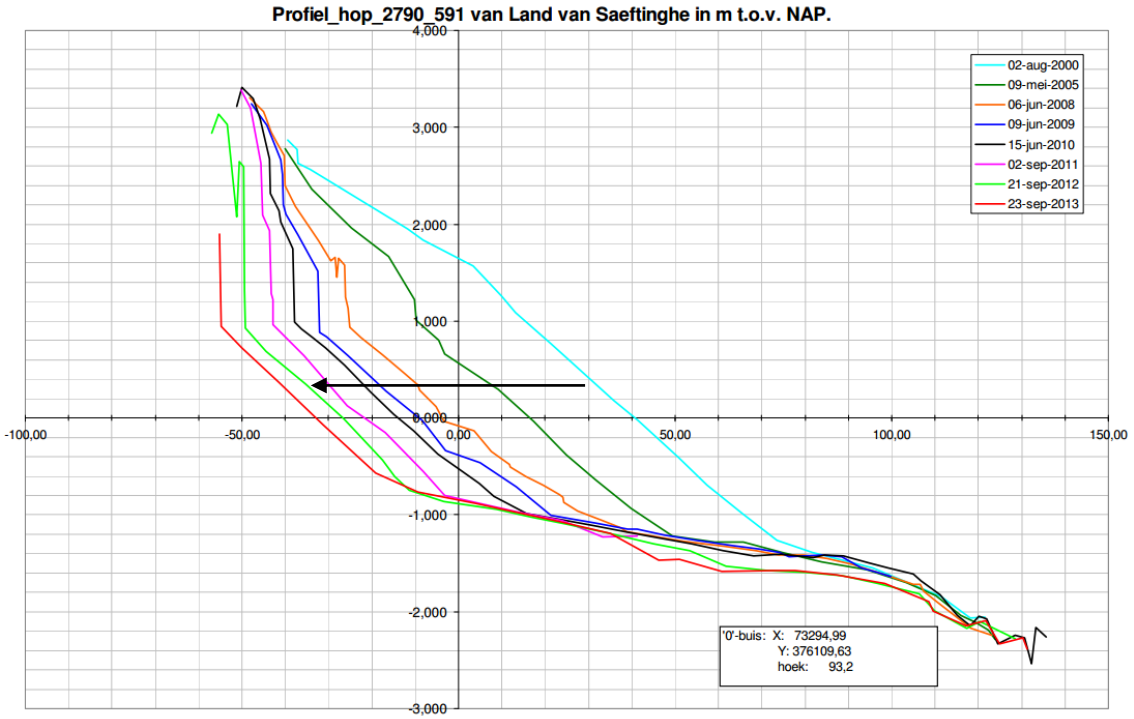


Figuur 5-55: Ligging profielen ter hoogte van het Land van Saeftinge (bron: Jentink et al., 2014)

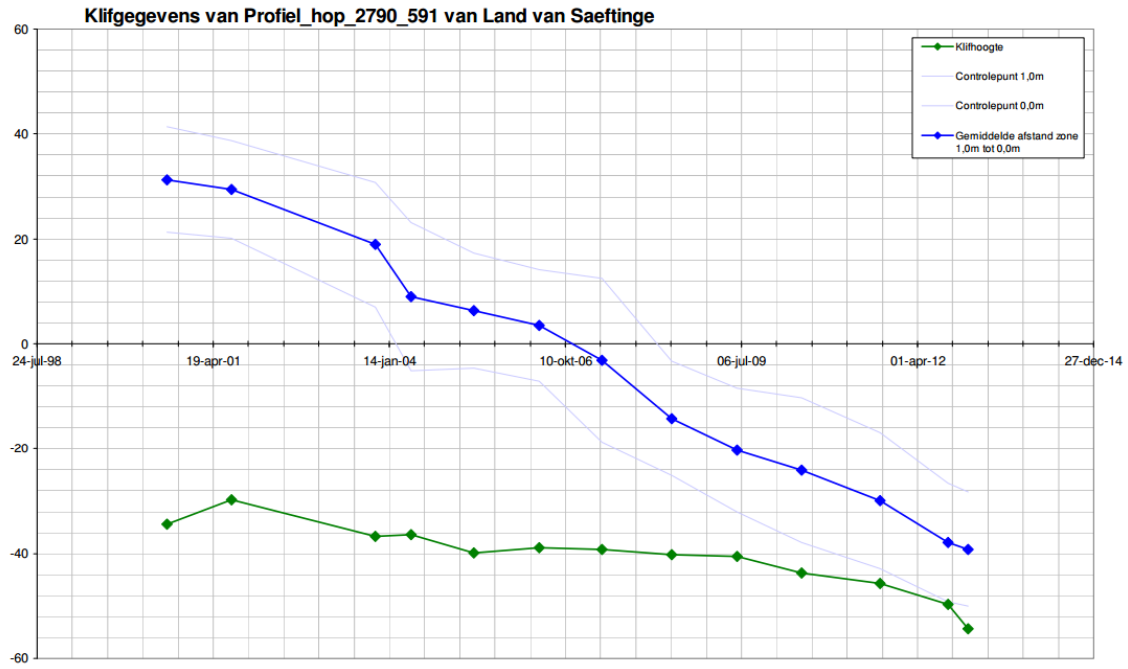
Profiel 2780 kent de laatste jaren een sterke inkrimping van het volume sediment in het slik. De slikhelling wordt steiler en de convex - concave vorm van weleer wordt afgeplat. Aan de voet van de schorrand treedt sedimentatie op, terwijl de schor zelf licht verhoogd (Figuur 5-56). Een andere evolutie treft men aan bij de profielen 2790 en 2800. Sinds 2000 al hebben beide profielen te kampen gekregen met sterke erosie (Figuur 5-58). Opmerkelijk hierbij is dat de oorspronkelijke hellingsgraad behouden blijft, door differentiële erosie dat aangrijpt op een moeilijk erodeerbare ondergrond (vermoedelijk veen of klei) (Figuur 5-57). Op Figuur 5-58 kan men ook nog de terugschrijdende schorrand waarnemen.



Figuur 5-56: Schor-slikprofiel 2780 van Land van Saeftinge (bron: Jentink et al, 2014)

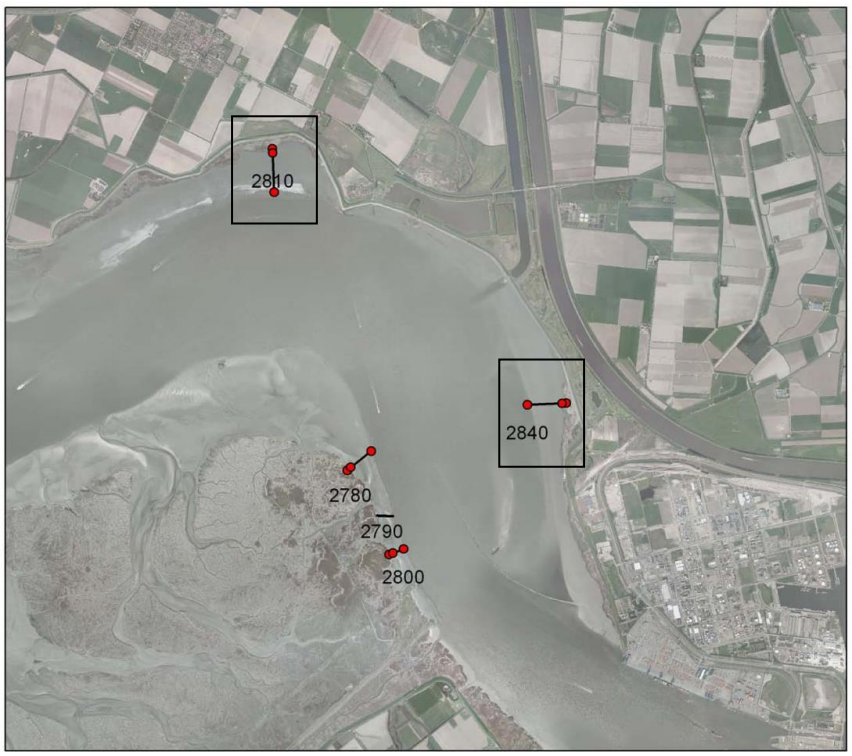


Figuur 5-57: Schor-slikprofiel 2790 van Land van Saeftinge (bron: Jentink et al, 2014)



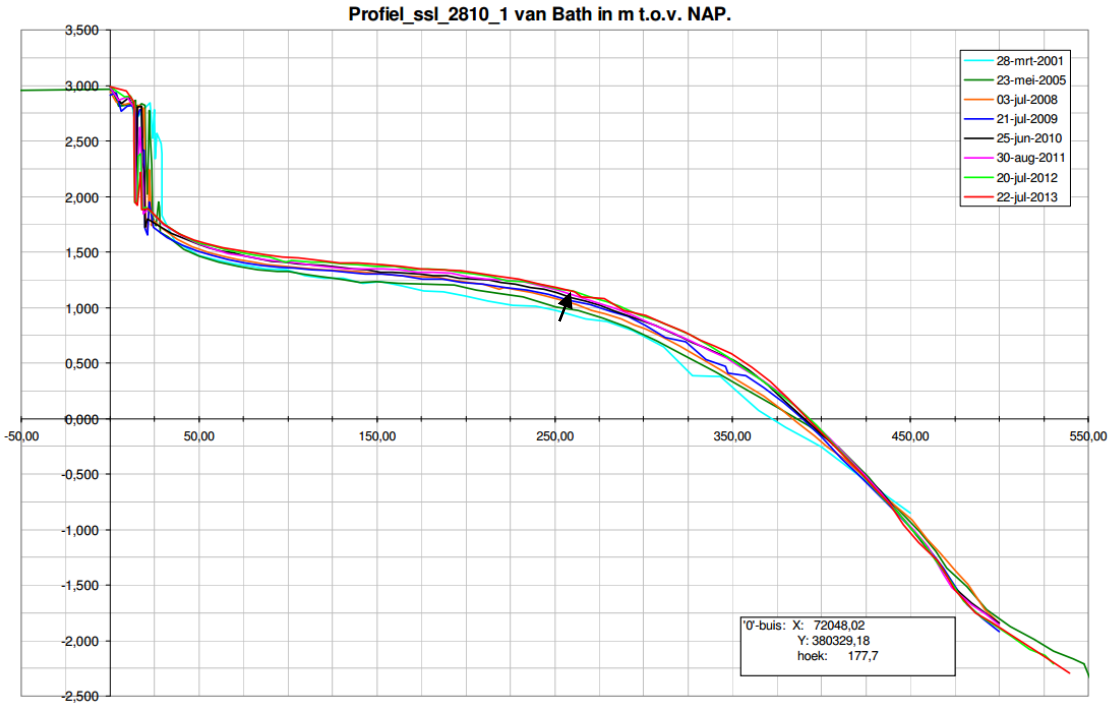
Figuur 5-58: Klifhoogte en gemiddelde afstand zone +1,0 m NAP en 0 m NAP voor profiel 2790 van Land van Saeftinge (bron: Jentink et al, 2014)

Bath - Appelzak

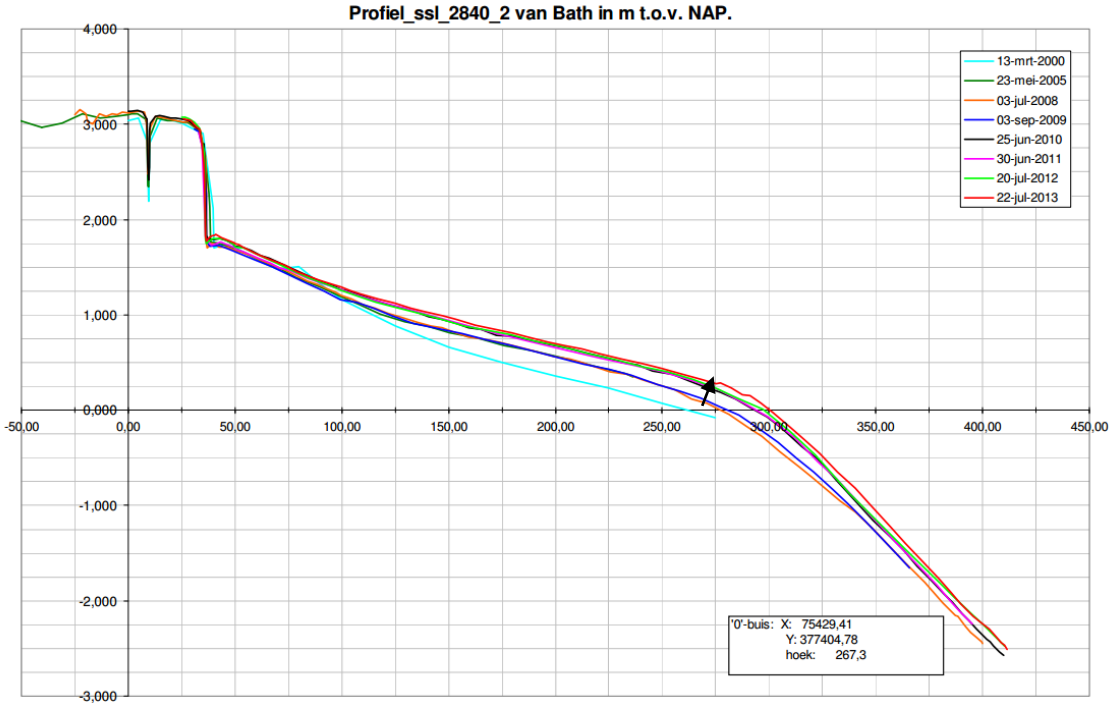


Figuur 5-59: Ligging profielen ter hoogte van Bath (bron: Jentink et al., 2014)

Profiel 2810 bij Bath toont een vrij stabiel slikkengebied. Sinds 2001 vertoont het volledige slikprofiel lichte sedimentatie. Verder wijkt de schorrand in de loop der jaren licht achteruit (Figuur 5-60). Profiel 2840, gelegen bij de Appelzak, vertoont ook een trend van lichte sedimentatie. De recente meetcampagnes bevestigen deze trend, al lijkt de verhoogde sedimentatiesnelheid tussen 2009 en 2010, terug afgenomen. De schorrand blijft hier vrijwel stabiel (Figuur 5-61).



Figuur 5-60: Schor-slikprofiel 2810 van Bath (bron: Jentink et al, 2014)

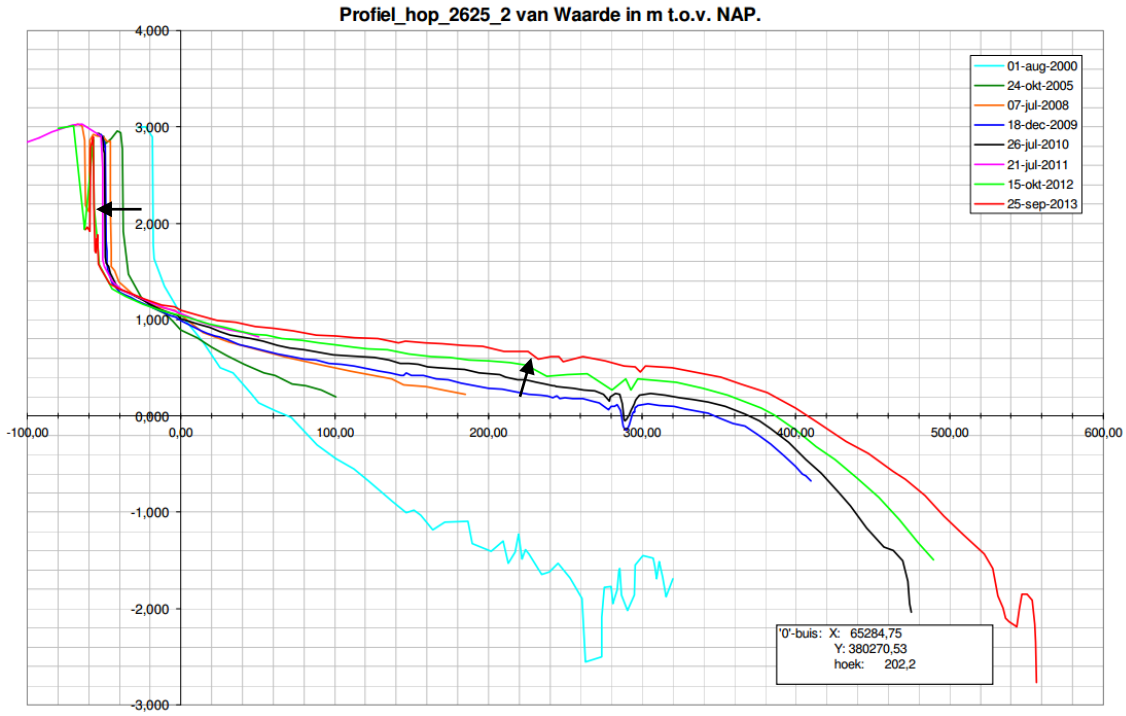


Figuur 5-61: Schor-slikprofiel 2840 van Bath (bron: Jentink et al, 2014)

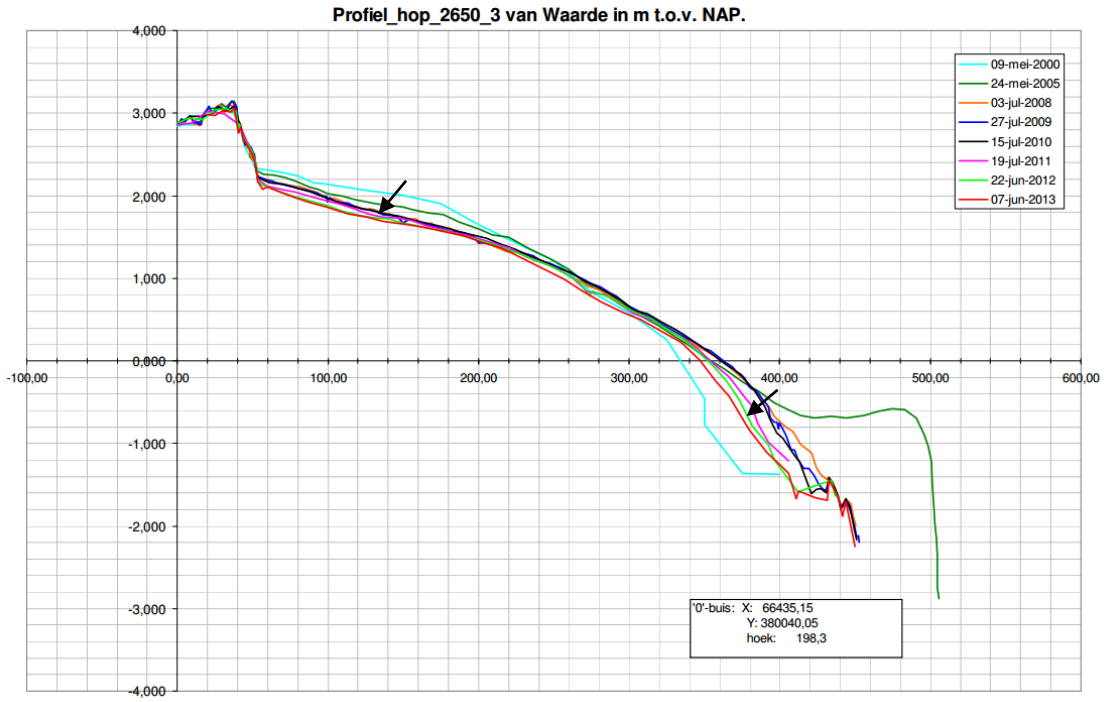
Waarde

Figuur 5-62: Ligging profielen ter hoogte van Waarde (bron: Jentink et al., 2014)

Het schor-slikprofiel 2610 en 2625 vertonen doorheen de jaren eenzelfde evolutie: het slik kent de laatste jaren sterke sedimentatie, terwijl de schorrand achteruitwijkt. Bij het laagslik ligt de sedimentatiesnelheid hoger dan aan de hoger gelegen delen (Figuur 5-63). Langsheen profiel 2650 is het slikkenniveau en het voorland licht gedaald tussen 2010 en 2013, de positie van de schorrand blijft stabiel. Onder het 0 m NAP niveau komt sterkere erosie voor (Figuur 5-64).



Figuur 5-63: Schor-slikprofiel 2625 van Waarde (bron: Jentink et al, 2014)

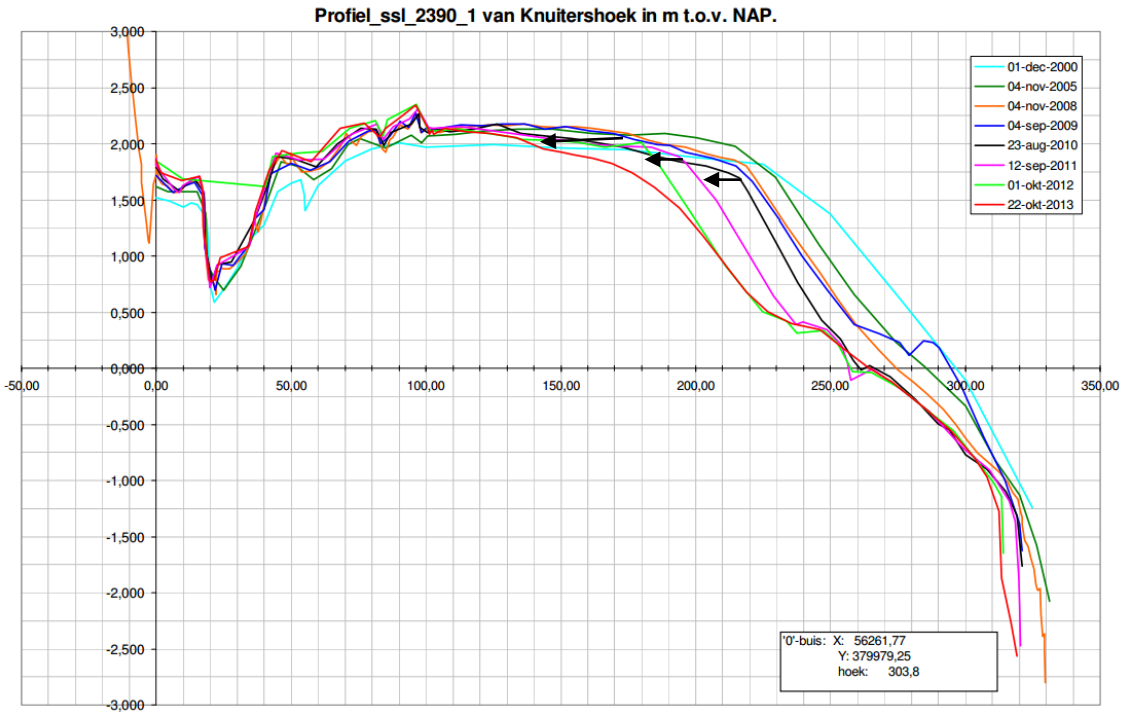


Figuur 5-64: Schor-slikprofiel 2650 van Waarde (bron: Jentink et al, 2014)

Knuitershoek (Ossenisse)

Figuur 5-65: Ligging profiel ter hoogte van Ossenisse (bron: Jentink et al., 2014)

Uit profiel 2390 bij Ossenisse kan men een aanzienlijke afvlakking van het slik afleiden. De hellingsgraad vermindert en de erosie grijpt jaarlijks steeds hoger aan. Het plaatniveau kent er lichte sedimentatie. In oktober 2012, is er hoogstwaarschijnlijk niet in de kreek gemeten, aangezien dat een jaar later, de geul terug op hetzelfde niveau aanwezig is (Figuur 5-66).

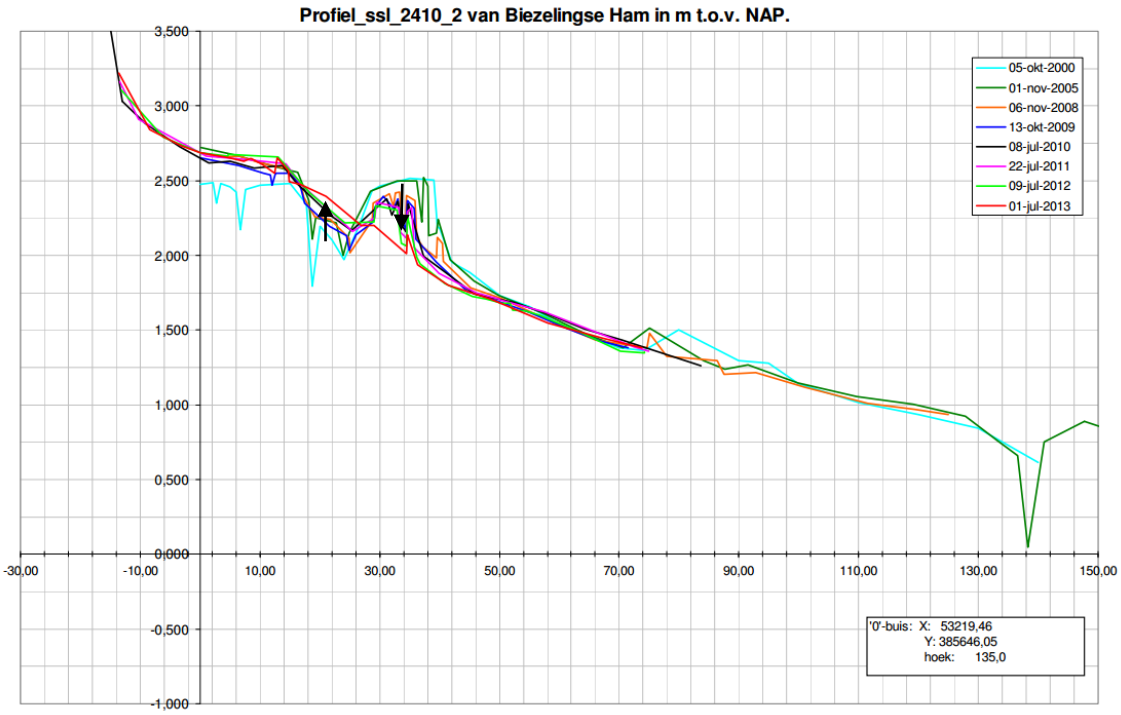


Figuur 5-66: Schor-slikprofiel 2390 van Knuitershoek/Ossenisse (bron: Jentink et al, 2014)

Bieselingse Ham

Figuur 5-67: Ligging profielen ter hoogte van Bieselingse Ham (bron: Jentink et al., 2014)

Op profiel 2400 van de Bieselingse Ham treft men een min of meer onveranderd niveau van het slik aan. Profiel 2410 toont een afvlakking van het eerder aanwezige talud. In juli 2013 is deze drempel volledig verdwenen (Figuur 5-68).

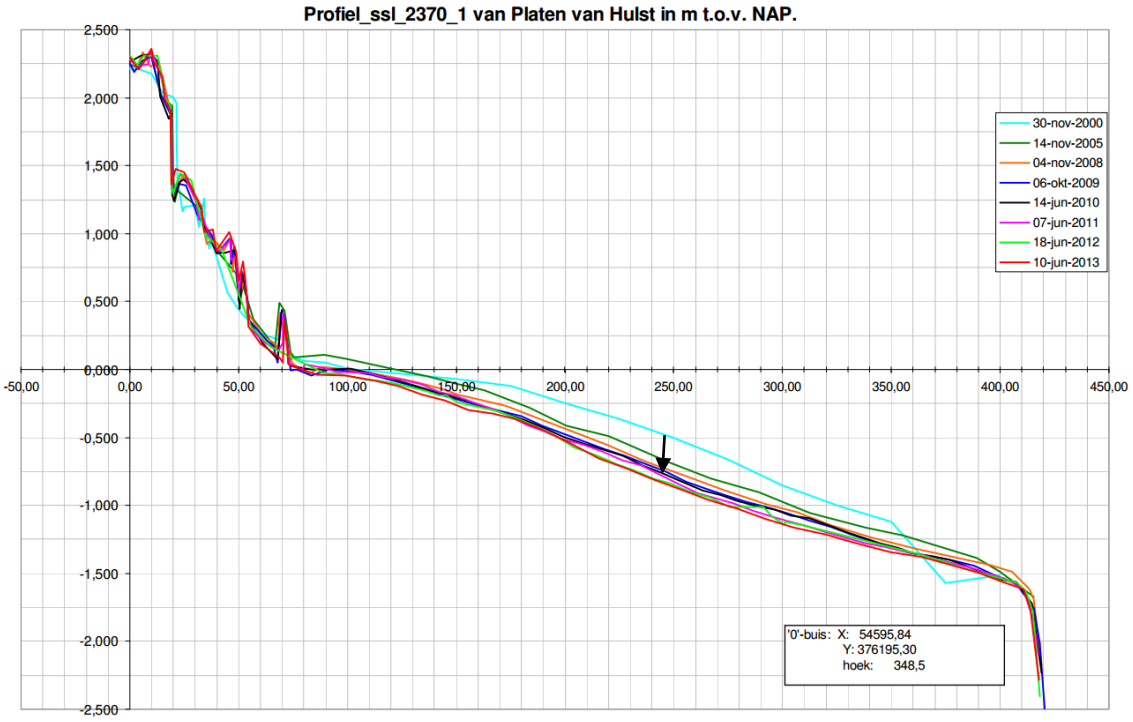


Figuur 5-68: Schor-slikprofiel 2410 van Bieselingse Ham (bron: Jentink et al, 2014)

Platen van Hulst

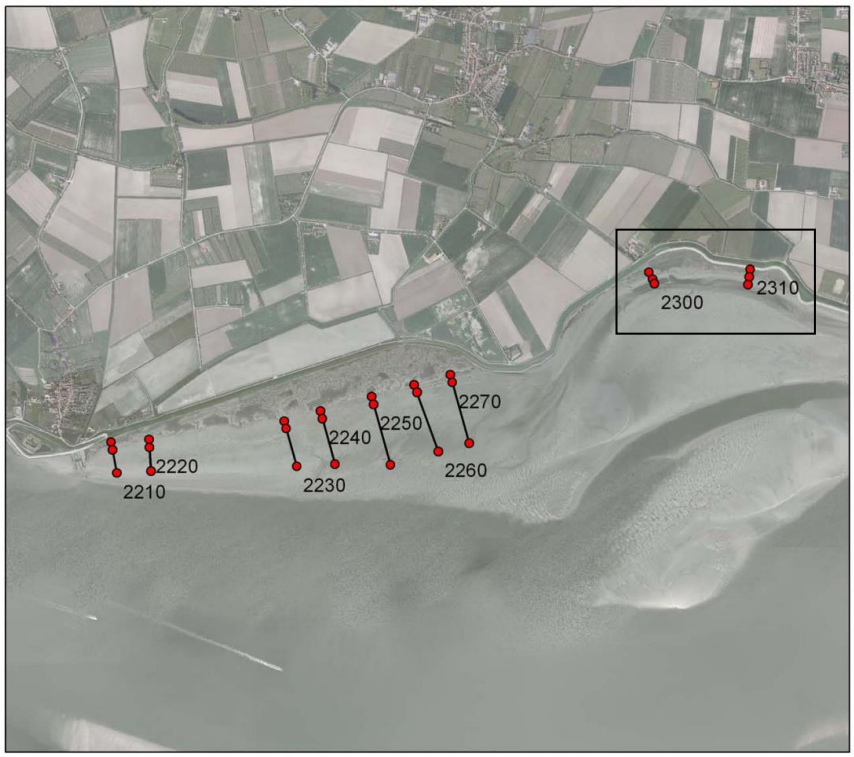
Figuur 5-69: Ligging profielen ter hoogte van Platen van Hulst (bron: Jentink et al., 2014)

Afgeleid uit de profielen 2370 en 2375, neemt men een algemene verlaging van het slikkengebied waar. Deze evolutie wordt ook bevestigd door de meest recente opnames (Figuur 5-70). De klifpositie blijft min of meer status quo.



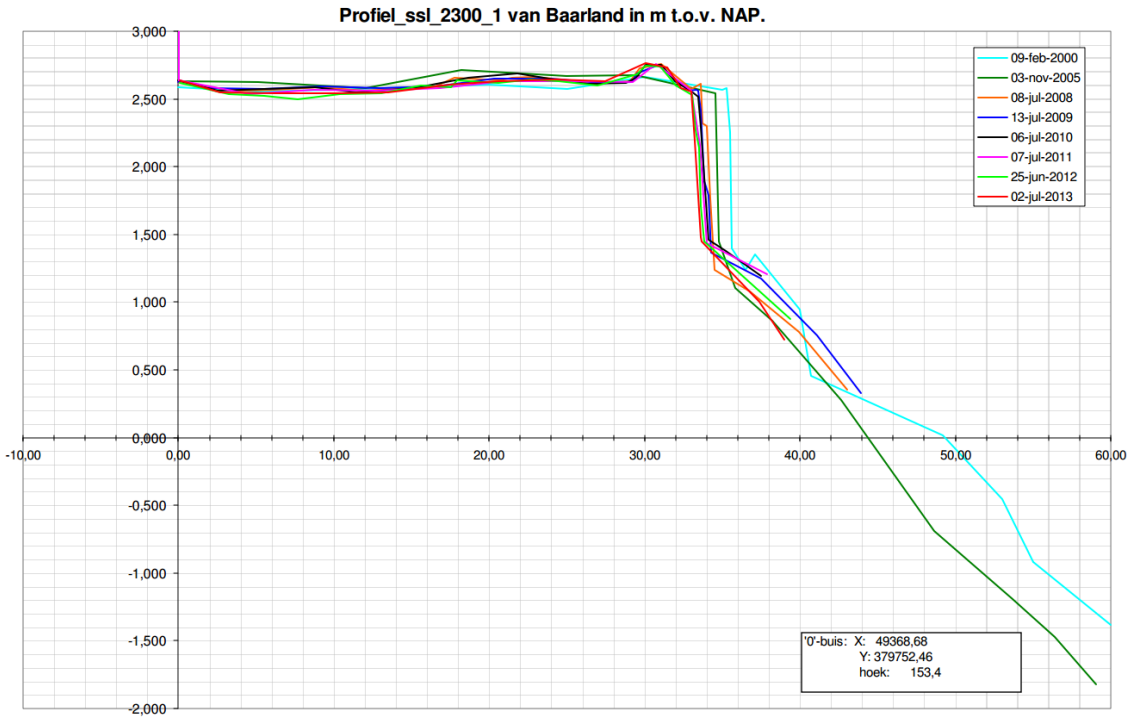
Figuur 5-70: Schor-slikprofiel 2370 van Platen van Hulst (bron: Jentink et al, 2014)

Baarland

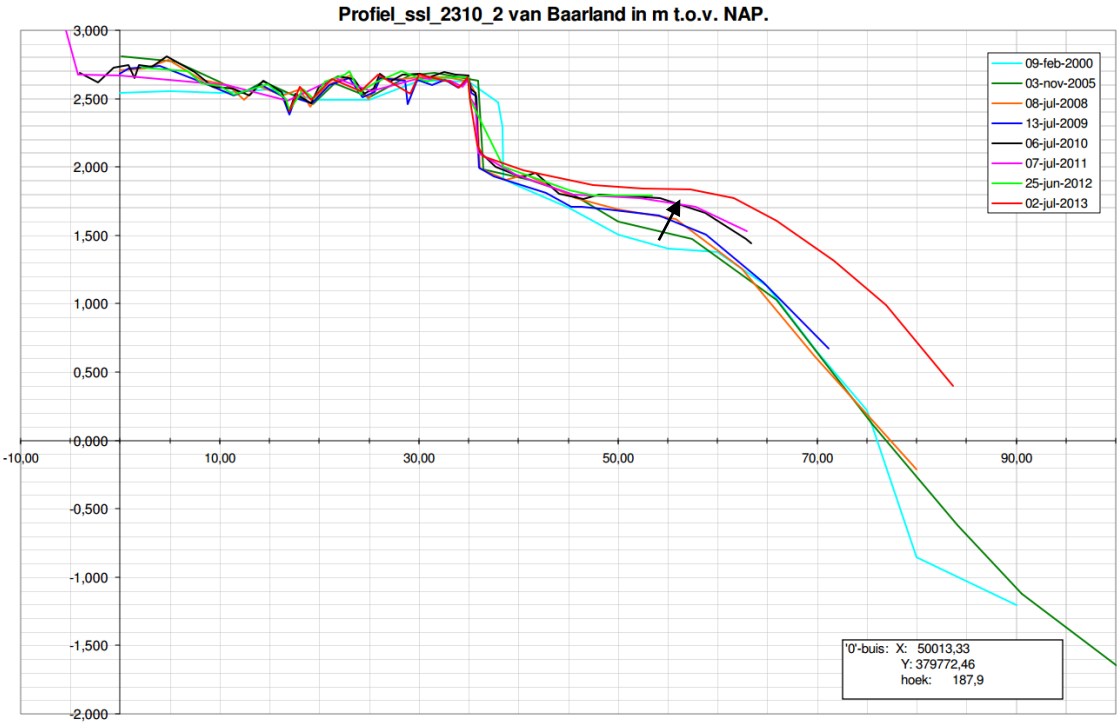


Figuur 5-71: Ligging profielen ter hoogte van Baarland (bron: Jentink et al., 2014)

Ten oosten van de Zuidgors, liggen de profielen 2300 en 2310 van Baarland. Profiel 2300 kent over de laatste 10 jaar een stabiel schor. De trend van de terugwijkende schorrand, dat reeds begin jaren ’90 werd ingezet, gaat onverminderd door tot in 2013. Het steile voorland wordt na 2009 door erosie nog steiler en bereikt in 2013 het niveau van in 2005 (Figuur 5-72). Profiel 2310 vertoont evenzeer een stabiel schor en een terugwijkende schorklif. Anders dan profiel 2300, valt de sedimentatie op ter hoogte van de slikken. De sedimentatiesnelheid lijkt ook toe te nemen met de diepte én met de jaren (Figuur 5-73). Dieperliggende gegevens ontbreken tussen 2009 en 2012.

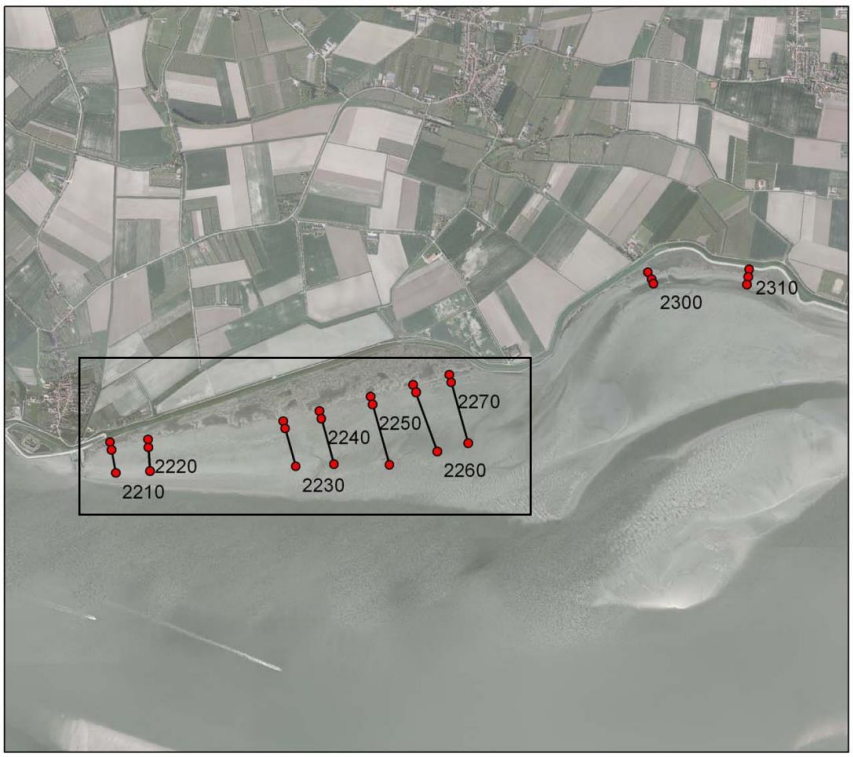


Figuur 5-72: Schor-slikprofiel 2300 van Baarland (bron: Jentink et al, 2014)



Figuur 5-73: Schor-slikprofiel 2310 van Baarland (bron: Jentink et al, 2014)

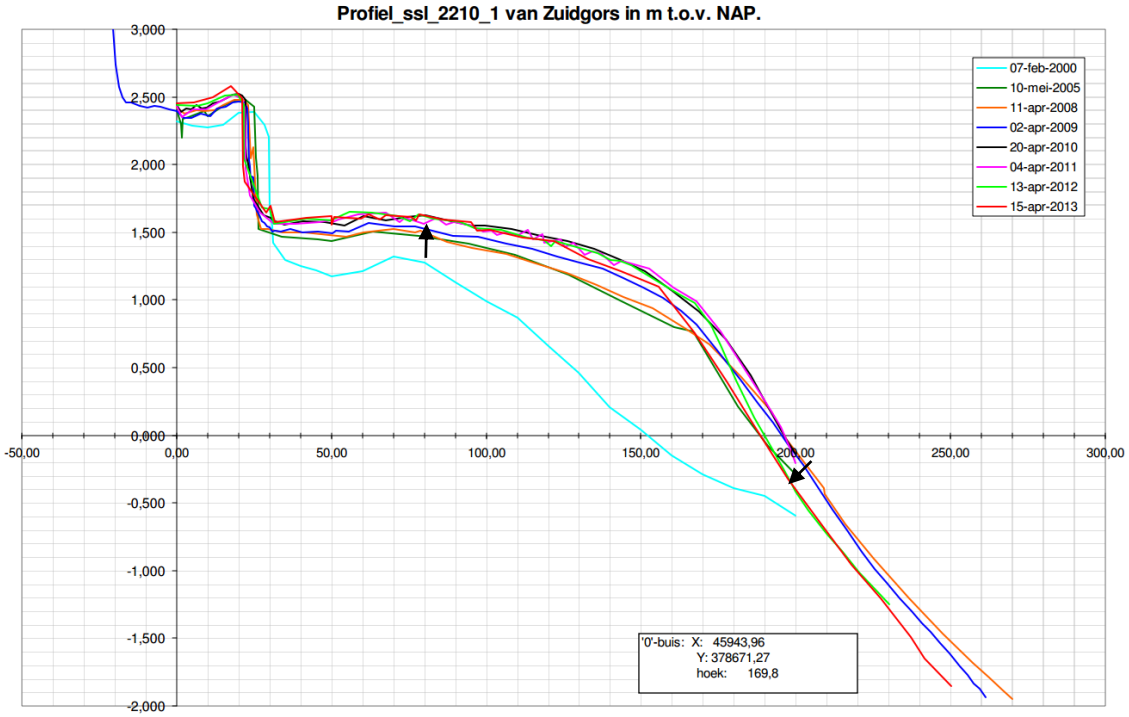
Zuidgors



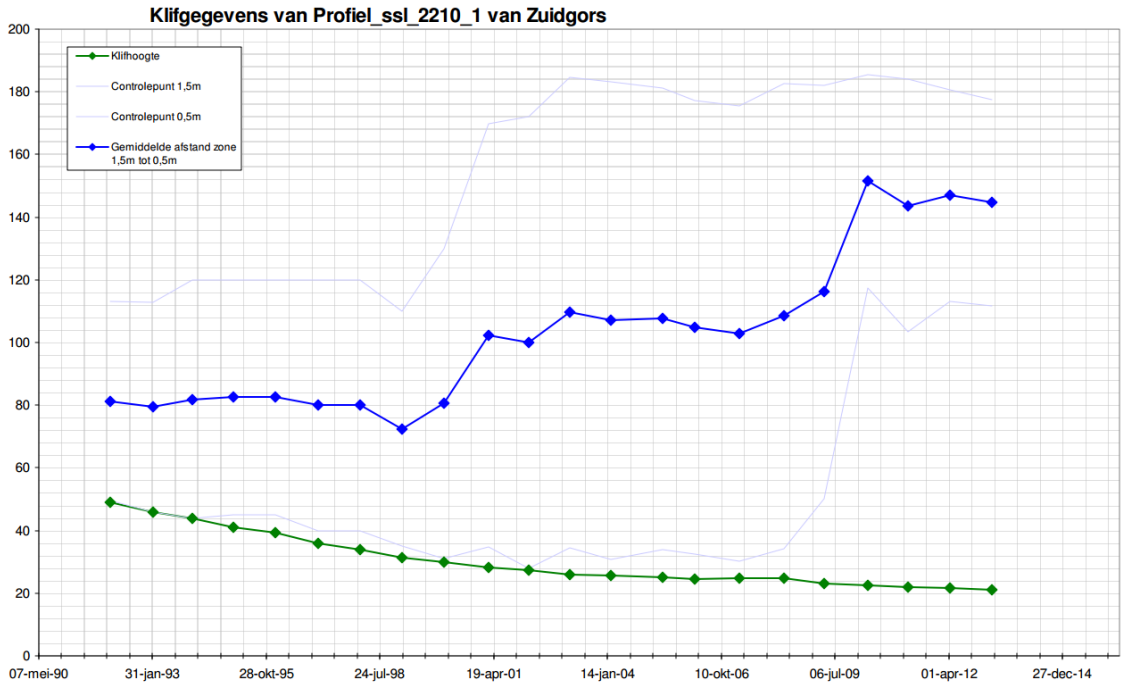
Figuur 5-74: Ligging profielen ter hoogte van Zuidgors (bron: Jentink et al., 2014)

De meest westelijk gelegen profielen 2210 en 2220 van de Zuidgors vertonen eenzelfde evolutie. Na een periode van systematische verhoging van het volledige slik tussen 2000 en 2010, kent - vanaf april 2011 - eerst het laag en daarna het middelhoog slik een periode van sterke erosie. Het hoog slik blijft wel stabiel. Verder kan men een terugschrijding van de schorrand en een verhoging van het schor afleiden (Figuur 5-75). Op Figuur 5-76 kan men twee periodes onderscheiden waarin het voorland het sterkst aangroeit: rond 2000 en 2010. Na 2010 kan men daar dan een periode van erosie afleiden. De klif wijkt ten opzichte van begin jaren ’90 met ca. 30 m achteruit.

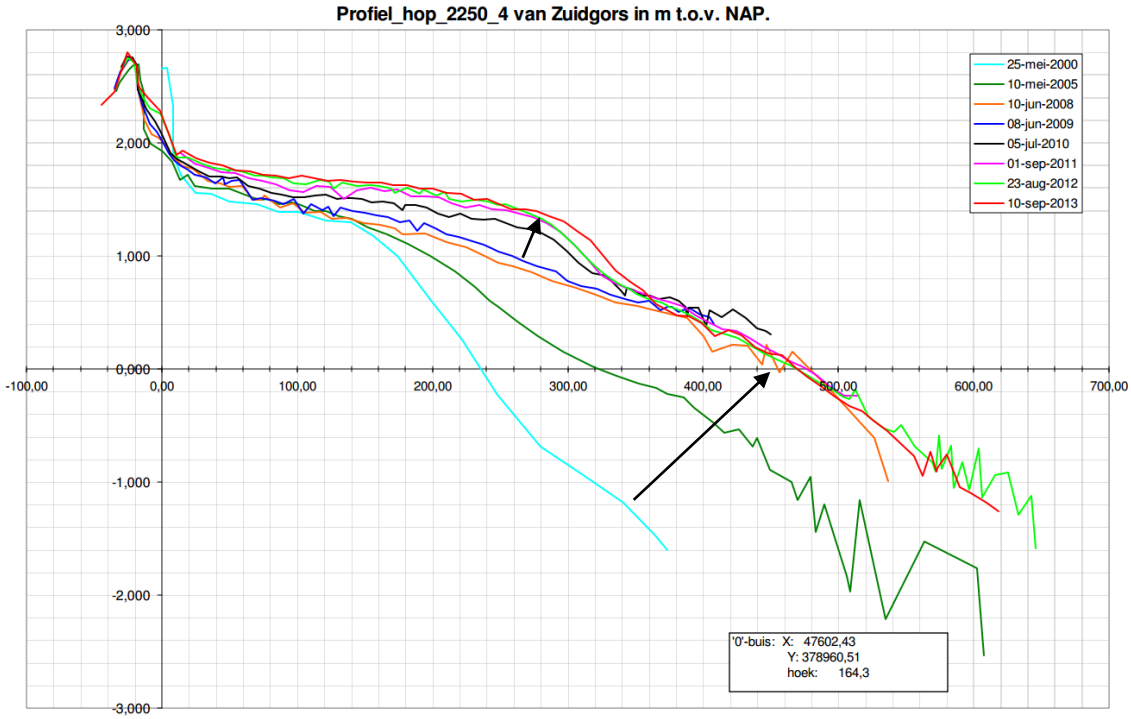
Centraal op de Zuidgors, volgen profielen 2230 tot 2270 een andere evolutie. Figuur 5-77 toont hoe in de periode 2000-2009 eerst het laagslik ophoogt waarna het middelhoog en hoog slik volgen. Ondanks lichte wijzigingen blijft de schorrand vrij stabiel.



Figuur 5-75: Schor-slikprofiel 2210 van Zuidgors (bron: Jentink et al, 2014)



Figuur 5-76: Klifhoogte en gemiddelde afstand zone +1,5m NAP en 0,5 m NAP voor profiel 2210 van Zuidgors (bron: Jentink et al, 2014)



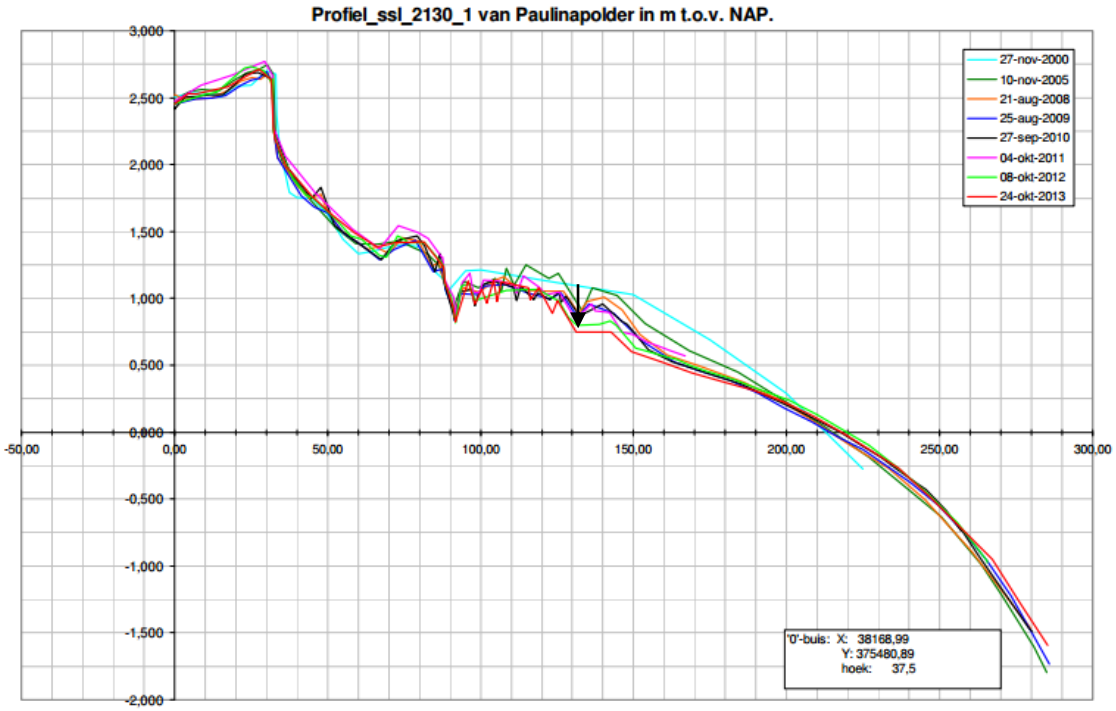
Figuur 5-77: Schor-slikprofiel 2250 van Zuidgors (bron: Jentink et al, 2014)

Paulinapolder

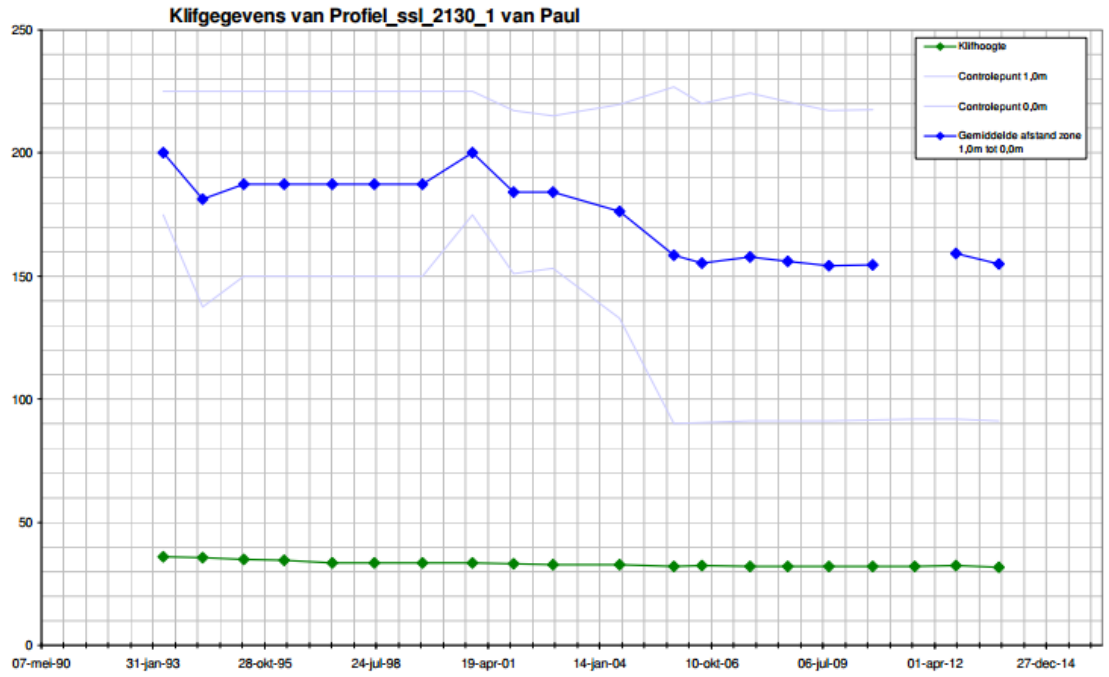
Figuur 5-78: Ligging profielen ter hoogte van Paulinapolder (bron: Jentink et al., 2014)

Het westelijk gelegen profiel 2130 toont systematische erosie aan het voorland van de Paulinapolder. Deze trend wordt doorgezet tot in oktober 2013 (Figuur 5-79). Deze evolutie is ook waar te nemen op Figuur 5-80, waar de gemiddelde afstand tussen +1m NAP en 0m NAP tussen 2002 en 2006 daalt. Het is dan dat de afstand tussen het nulpunt en de +1.0m NAP hoogte drastisch kleiner wordt. Echter, de veranderingen die zich afspelen binnen deze zone zitten niet in de grafiek begrepen.

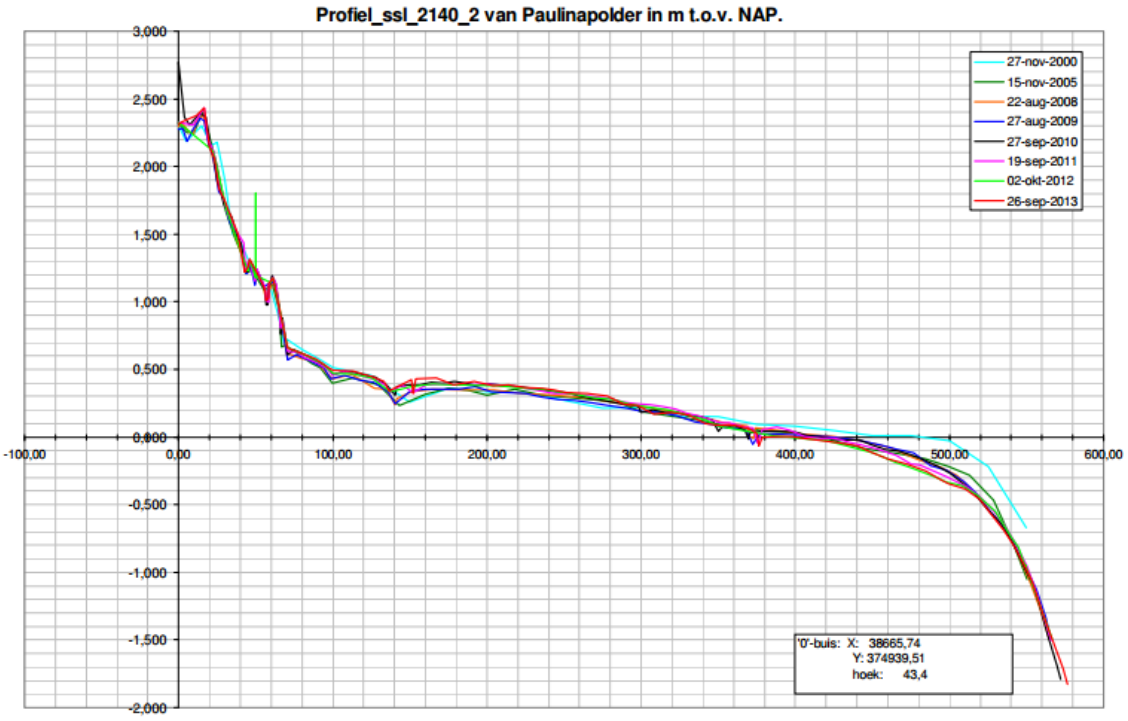
Profiel 2140 toont de laatste jaren een lichte bodemverhoging in het voorland. Onder het NAP nulpunt treedt terugschrijdende erosie op van het laagslik. Deze trend zet zich door tot in september 2013 (Figuur 5-81). De schorklif blijft stabiel.



Figuur 5-79: Schor-slikprofiel 2130 van Paulinapolder (bron: Jentink et al, 2014)



Figuur 5-80: Klifhoogte en gemiddelde afstand zone +1 m NAP en 0 m NAP voor profiel 2130 van Paulinapolder (bron: Jentink et al, 2014)

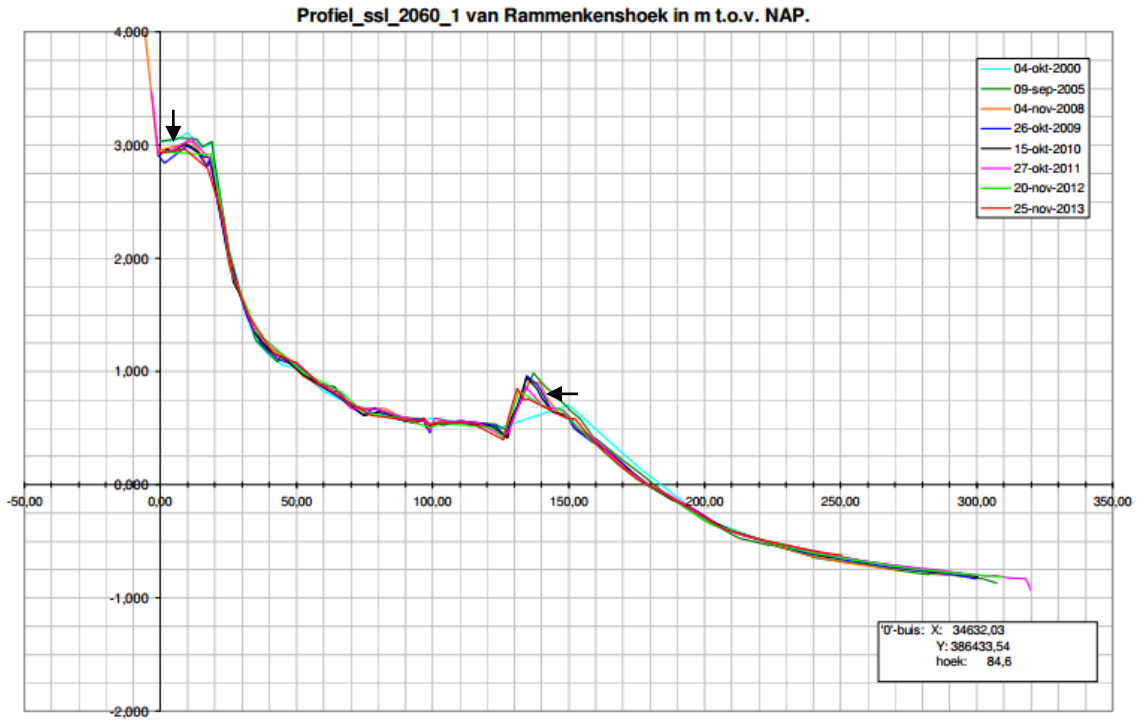


Figuur 5-81: Schor-slikprofiel 2140 van Paulinapolder (bron: Jentink et al, 2014)

Rammekenshoek

Figuur 5-82: Ligging profielen ter hoogte van Rammekenshoek (bron: Jentink et al., 2014)

De slikprofielen 2060 en 2070 aan de Rammekenshoek kennen minimale bodemveranderingen ter hoogte van het slik. Profiel 2060 en 2070 tonen evenwel een licht terugschrijdende drempel in het voorland. Hierdoor wordt de lijzijde van de drempel steiler (Figuur 5-83). Het schor toont lichte erosie vergeleken met oktober 2000.



Figuur 5-83: Schor-slikprofiel 2060 van Rammekenshoek (bron: Jentink et al, 2014)

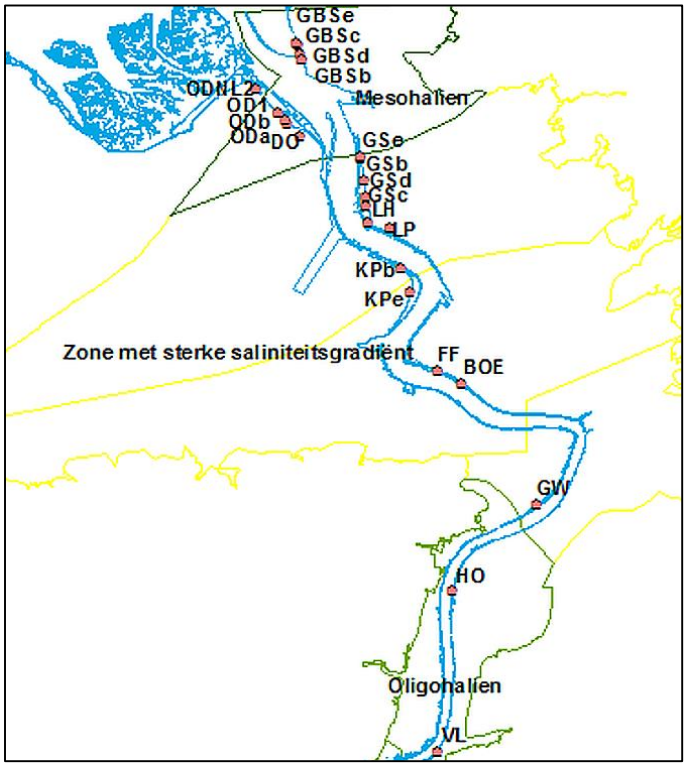
5.2.2 Beneden-Zeeschelde

5.2.2.1 Schor-slikraaien

Jaarlijks wordt door het INBO (2014a) in het kader van het Uitvoeringsplan MONEOS-T langsheen de Zeeschelde vaste dwarsraaien op het schor en slik (Figuur 5-84) ingemeten om hoogteveranderingen in de tijd met een zo groot mogelijke verticale resolutie in beeld te brengen. In de Beneden-Zeeschelde werden de schor-slikraaien ingemeten sinds 2008. Aangezien deze niet gericht waren op systeemmonitoring zijn in 2010 bijkomende MONEOS-raaien in de Beneden-Zeeschelde gekozen.

Naast de jaarlijks opgemeten raaien in het kader van de systeemmonitoring zijn in het verleden ook verschillende slik- en schorraaien gelopen in het kader van diverse onderzoeksprojecten op projectniveau. Deze raaien zitten niet standaard in de jaarlijkse meetcampagnes vervat maar worden op een lagere frequentie om de 2-3 jaar ingemeten (raaitype ‘aanvullend’) of ad hoc (raaitype ‘optioneel’).

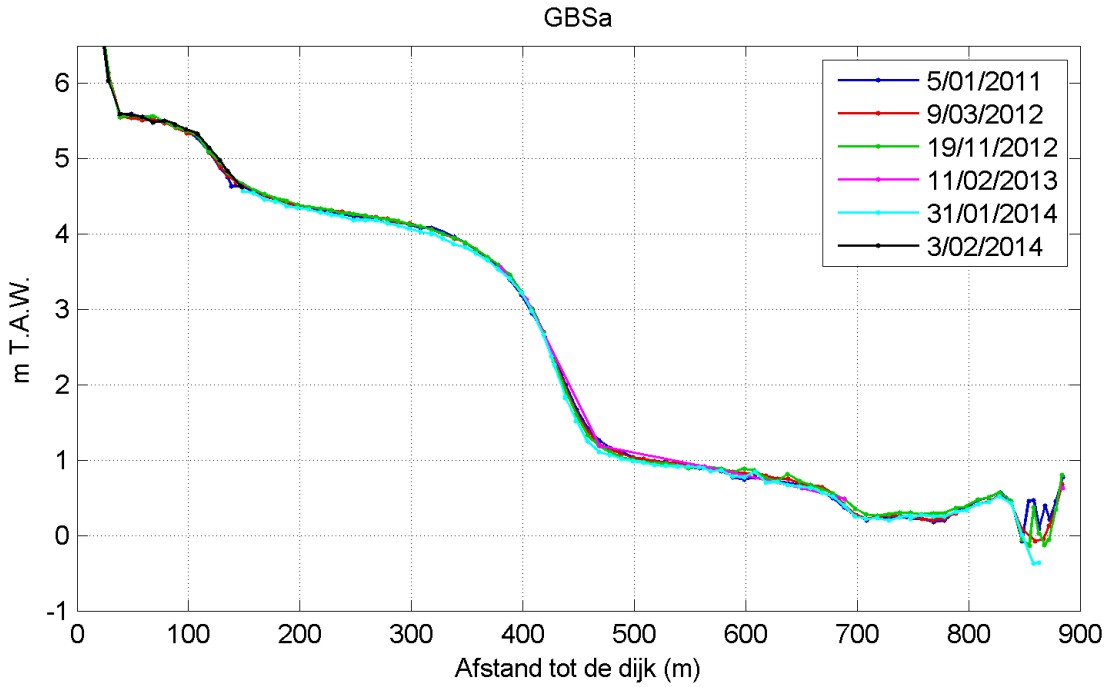
In wat volgt worden alle raaien gerapporteerd waarvoor een vergelijking van het profiel tussen metingen op verschillende tijdstippen mogelijk is. Het gaat om de raaien (met afkortingen op Figuur 5-84): Groot Buitenschoor (GBS), Ouden Doel (OD), Paardeschoor (DO), Galgenschoor (GS), Lillo-Haven (LH), Lillo-Potpolder (LP) Ketenisse (KP), Boerenschans (BOE), Galgenweel (GW) en Hoboken (HO).



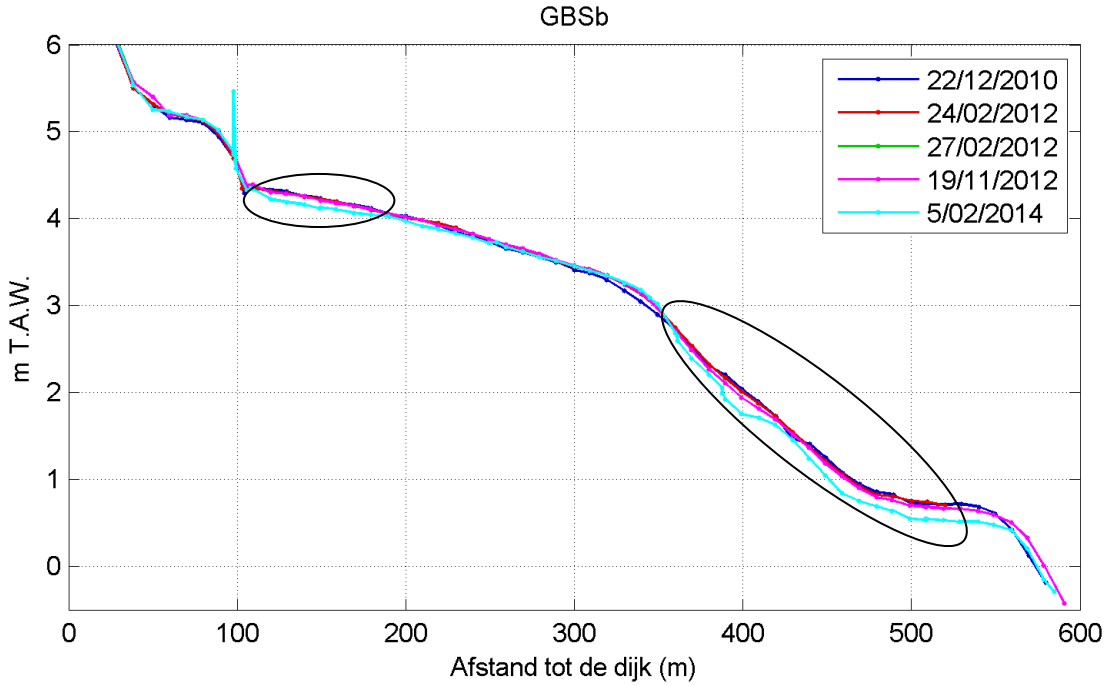
Figuur 5-84: Situering van de MONEOS-raaien in de Beneden-Zeeschelde (INBO, 2014a).

Groot Buitenschoor

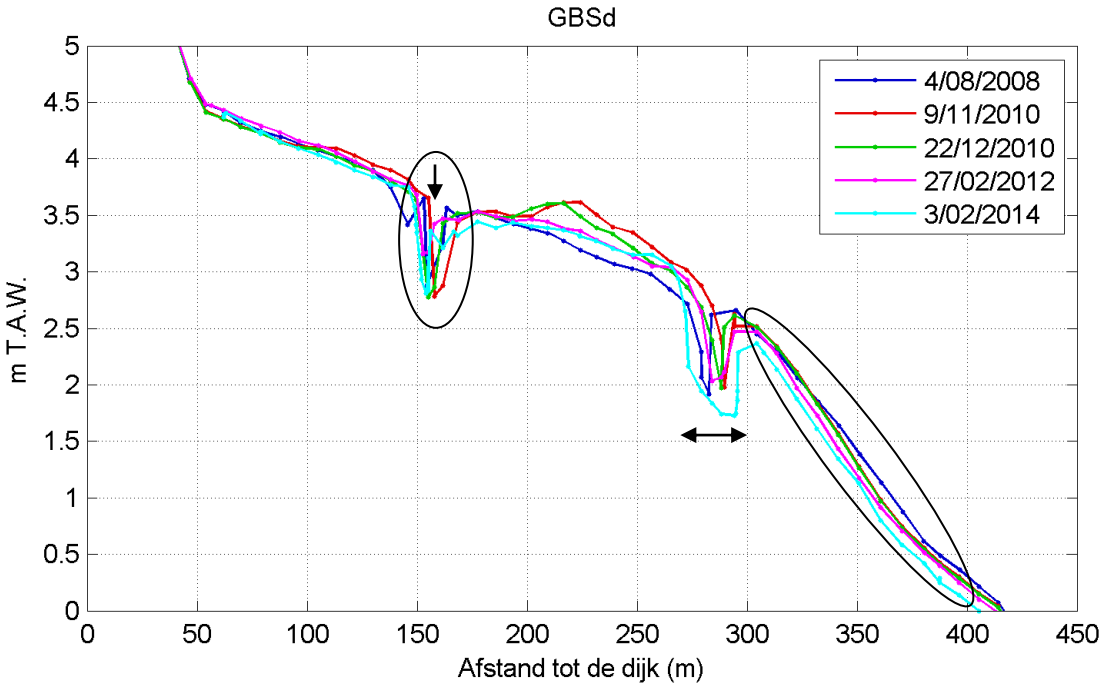
Het profiel GBSa is vrij stabiel gedurende de periode januari 2011 - februari 2014 (Figuur 5-85). Op het hoog en laag slik treft men erosie aan. GBSb kent in de periode november 2012 - februari 2014 lokale erosie op het hoog slik en op het middelhoog en laag slik vanaf 350m tot aan de laagwaterlijn (Figuur 5-86). Aanvullend profiel GBSd werd ook in 2008 opgemeten en vertoont meer variatie, vooral ter hoogte van de aanwezige geulen (Figuur 5-87). De laagst gelegen kreek toont een opvallende verbreding en verdieping ten opzichte van februari 2012 (Figuur 5-88). De kreek vertoont in februari 2014 een rechte geulwand met kliferosie in tegenstelling de toestand twee jaar eerder. De andere geul, gelegen rond 150m, verdiept eveneens en lijkt zich te verplaatsen. Tussen 2012 en 2014 trad ook lichte erosie op in het hoog slik. Het middelhoog slik, gelegen tussen beide kreken in, is vrij stabiel ten opzichte van de metingen van 2012. Op de linkeroever van de laagste geul treedt sterke erosie op.



Figuur 5-85: Schor-slikprofiel GBSa op Groot Buitenschoor (bron: INBO, 2014b)



Figuur 5-86: Schor-slikprofiel GBSb op Groot Buitenschoor (bron: INBO, 2014b)

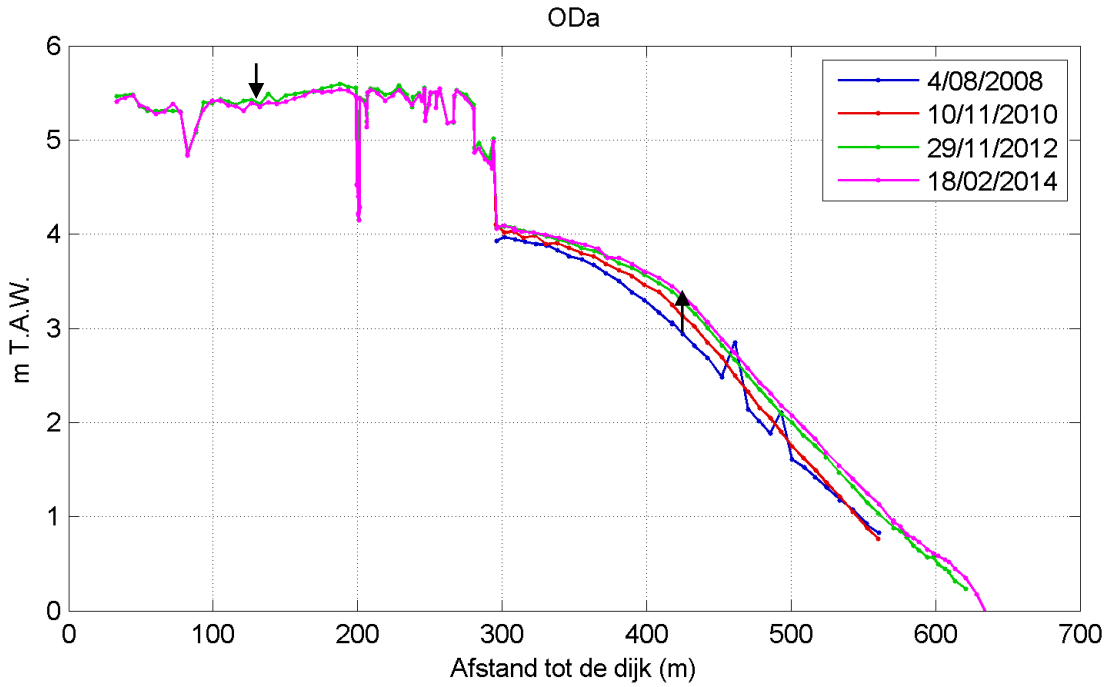


Figuur 5-87: Schor-slikprofiel GBSd op Groot Buitenschoor (bron: INBO, 2014b)

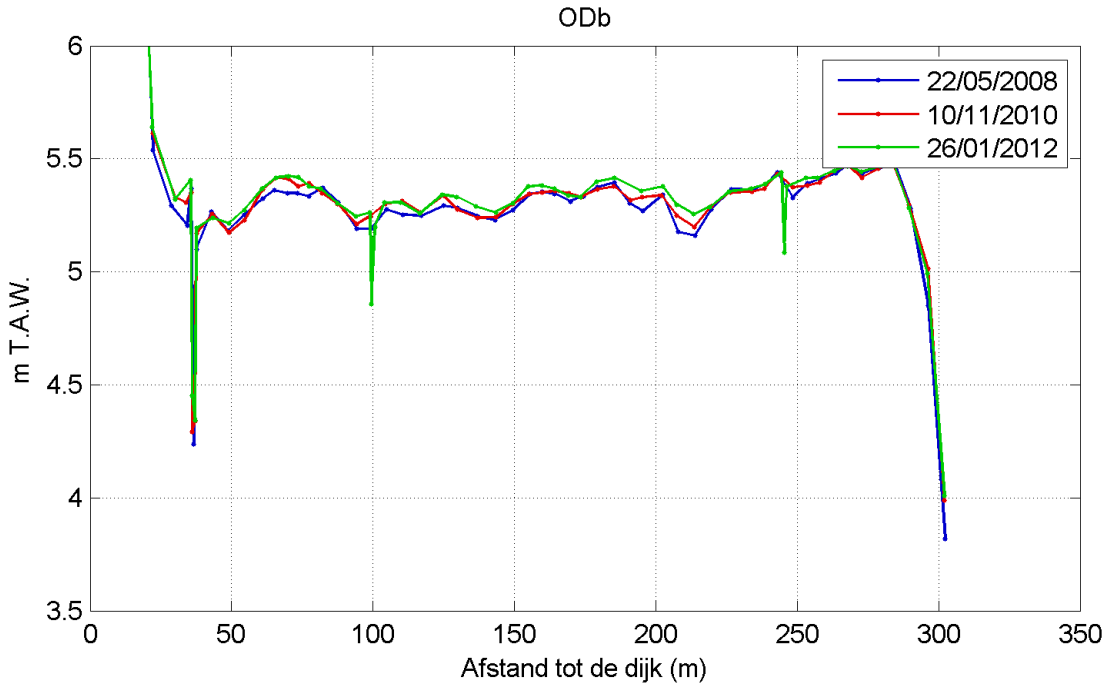
Figuur 5-88: Verdieping en verbreding van de laagst gelegen kreek tussen februari 2012 en 2014 (bron: INBO, 2014b)

Schor Ouden Doel / Paardeschoor

De schorklif van het profiel Schor Ouden Doel (ODa) vertoont tussen november 2012 en februari 2014 een grote stabiliteit. Het schor zelf ondervindt echter lichte erosie. De trend waarbij het slik ophoogt en uitbreidt zet zich verder door, al is deze in februari 2014 minder uitgesproken dan in voorgaande metingen (Figuur 5-89). Het aanvullend slikprofiel ODb kent over het algemeen een lichte sedimentatietrend (Figuur 5-90). Het profiel ODNL1 bevat slechts de hoogtepunten van één meetcampagne, hieruit kan dus geen evolutie worden afgeleid.

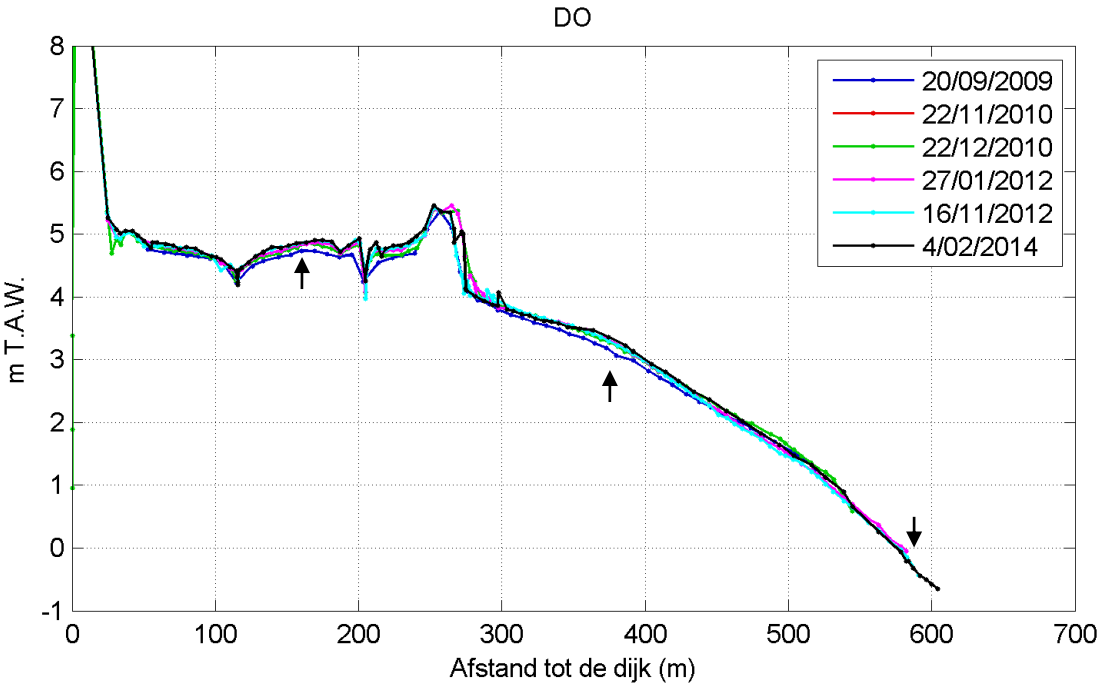


Figuur 5-89: Schor-slikprofiel ODa op Schor Ouden Doel (bron: INBO, 2014b)



Figuur 5-90: Schor-slikprofiel ODb op Schor Ouden Doel (bron: INBO, 2014b)

Het Paardeschoor (profiel DO) vertoont sinds 2009 lichte sedimentatie op het middelhoog slik. Sinds november 2012 treedt lichte sedimentatie op tussen 425 m en 545 m. Vanaf 550m treedt lichte erosie op. Hierdoor wordt het slikprofiel gematigd steiler. Het schor zelf is sinds september 2009 licht opgehoogd (Figuur 5-91).

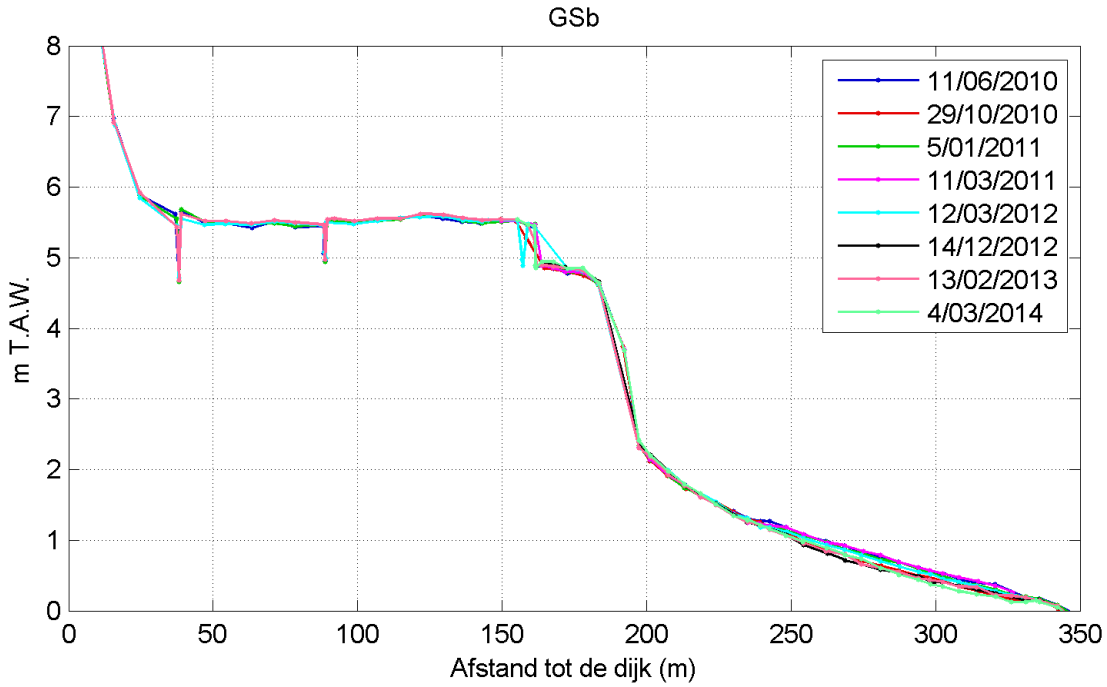


Figuur 5-91: Schor-slikprofiel DO op Paardeschor (bron: INBO, 2014b)

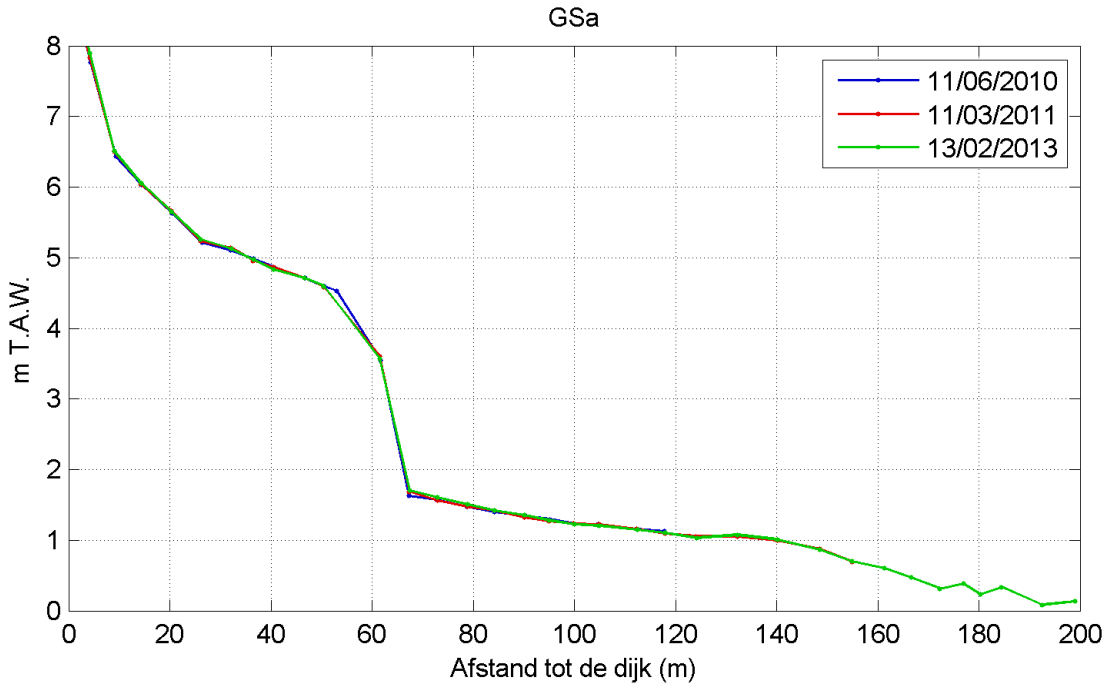
Tussen 2009 en 2013 (Bijlage B, Figuur 62) wordt de ontginningszone op Schaar van Ouden Doel gescheiden van het schor door een strook van verondieping. Meer zuidelijk treft men een zone van verdieping aan.

Galgenschoor

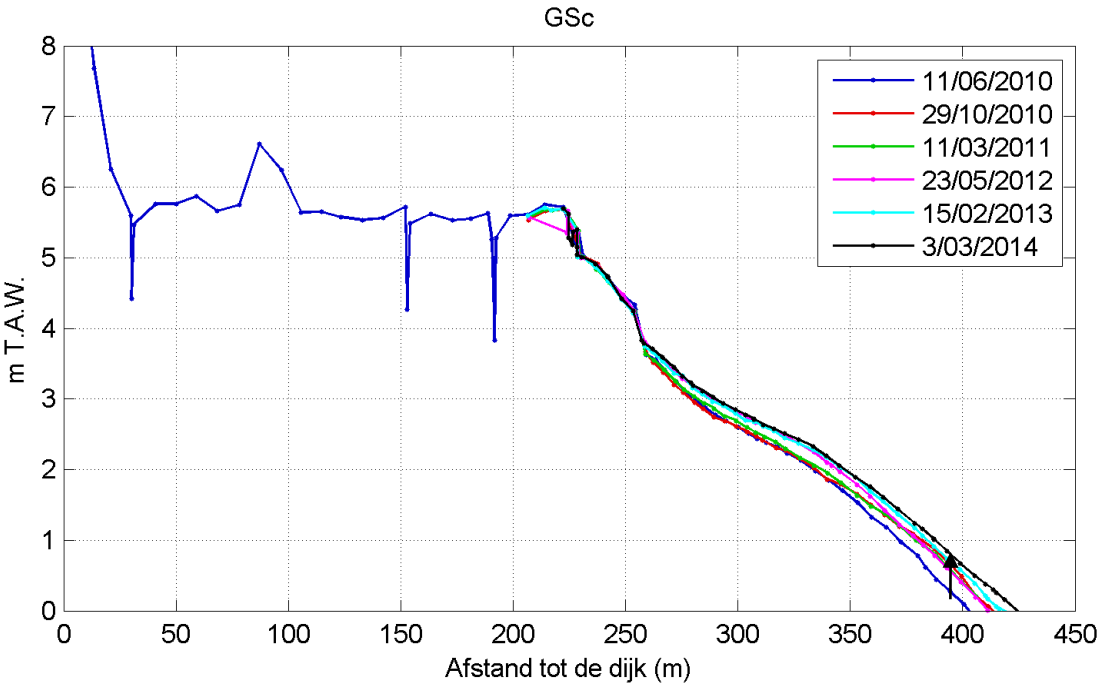
Het profiel GSb blijkt tussen de campagnes van 2010 en 2014 vrij stabiel. Ter hoogte van het slik wordt vanaf 2011 in hoofdzaak erosie gemeten (Figuur 5-92). Het schor-slik profiel GSa is stabiel tussen 2010 en 2013 (Figuur 5-93). GSc, ten zuiden van GSb toont sinds 2010 een systematische sedimentatie van het voorland, op het middelhoog slik, maar vooral op het laag slik (Figuur 5-94). Op het GSd profiel, waar sinds 2008 al metingen beschikbaar zijn, neemt men een algemene verhoging waar tussen 2008 en mei 2012. In de daaropvolgende campagnes, is er enkel nog sedimentatie van het hoog slik na februari 2013. Het middelhoog en laag slik blijven echter stabiel (Figuur 5-95).



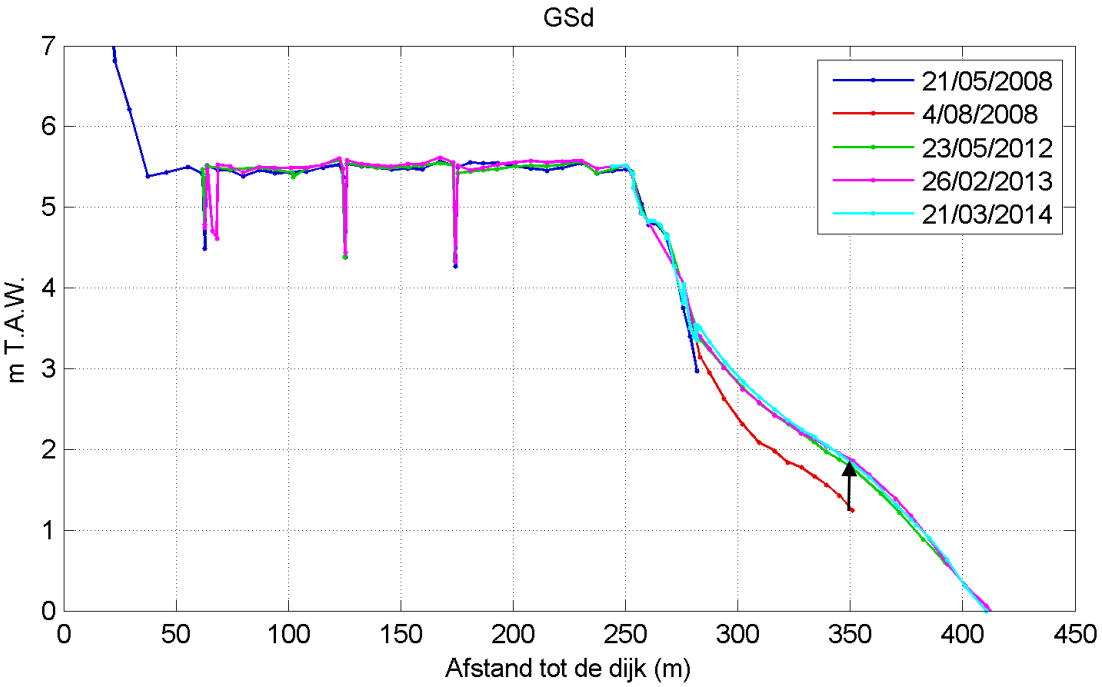
Figuur 5-92: Schor-slikprofiel GSb op Galgenschoor (bron: INBO, 2014b)



Figuur 5-93: Schor-slikprofiel GSa op Galgenschoor (bron: INBO, 2014b)



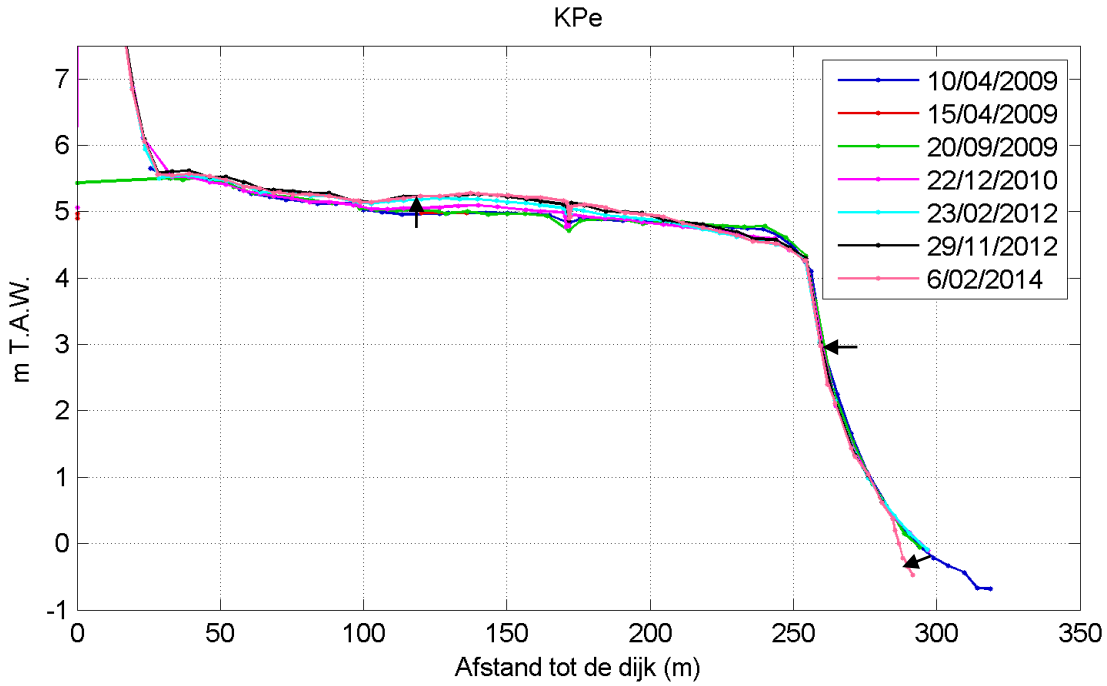
Figuur 5-94: Schor-slikprofiel GSc op Galgenschoor (bron: INBO, 2014b)



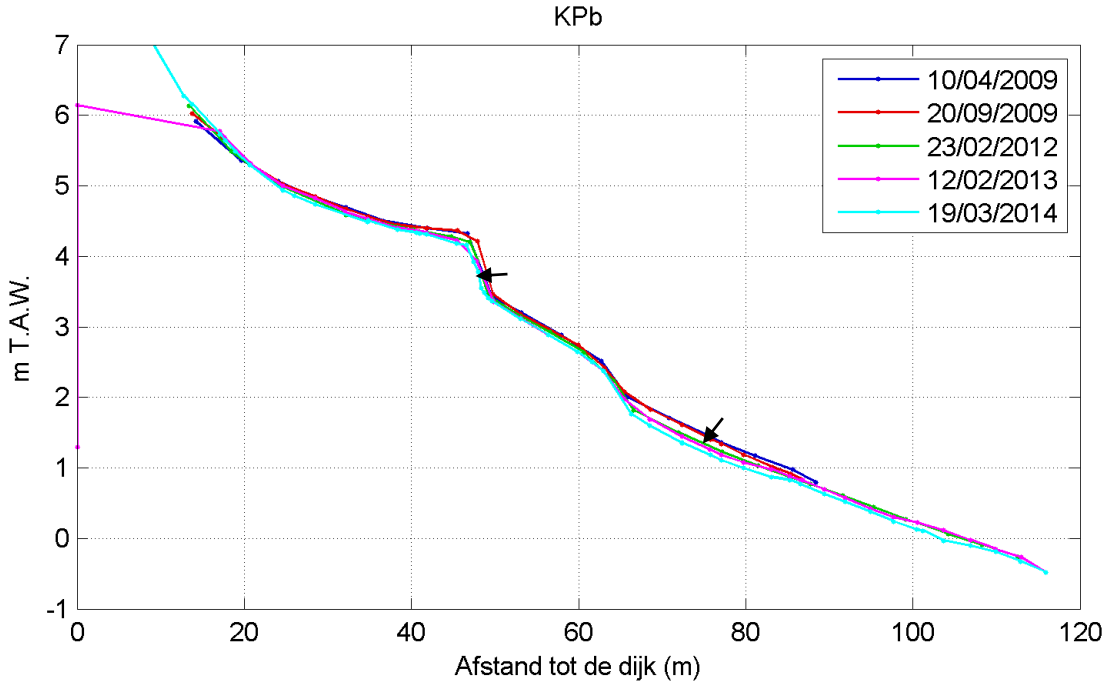
Figuur 5-95: Schor-slikprofiel GSd op Galgenschoor (bron: INBO, 2014b)

Ketenisse

Het profiel KPe vertoont sinds 2009 verhoging van het schor. Daarbij valt ook een terugschrijdende schorklif waar te nemen. In februari 2014 vertoont de voet van de klif sterke erosie (Figuur 5-96). Het aanvullende profiel KPb vertoont eveneens een verlaging van het schor, een achteruitwijkende schorklif en een verdieping van het slik (Figuur 5-97).



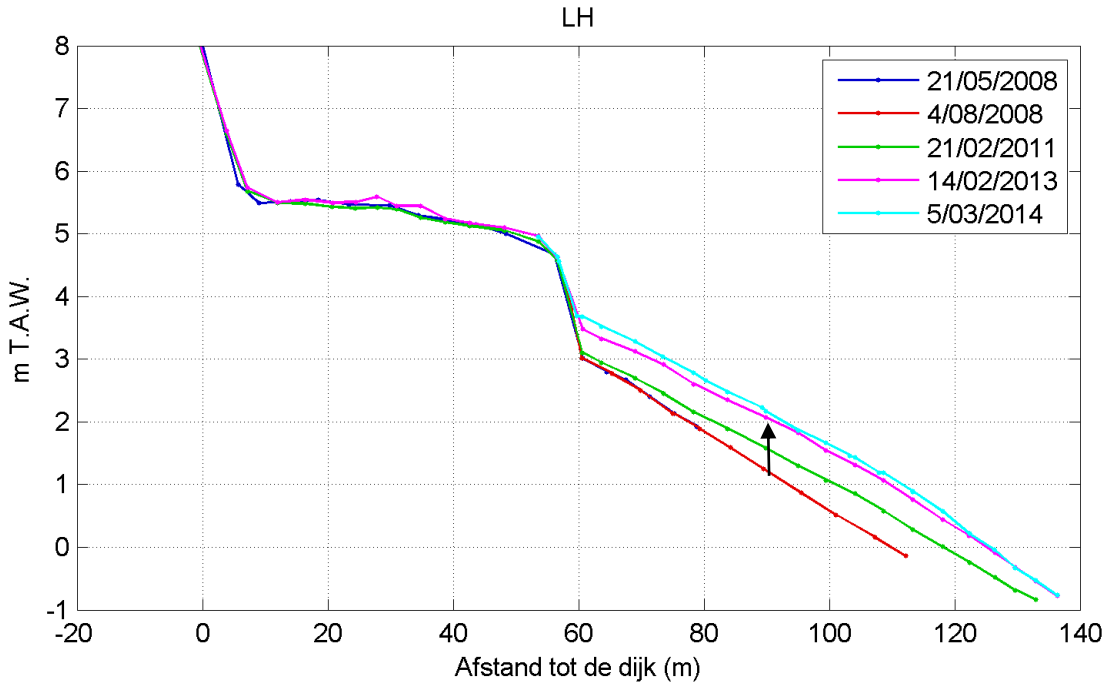
Figuur 5-96: Schor-slikprofiel KPe op Ketenisse (bron: INBO, 2014b)



Figuur 5-97: Schor-slikprofiel KPb op Ketenisse (bron: INBO, 2014b)

Lillo-Haven

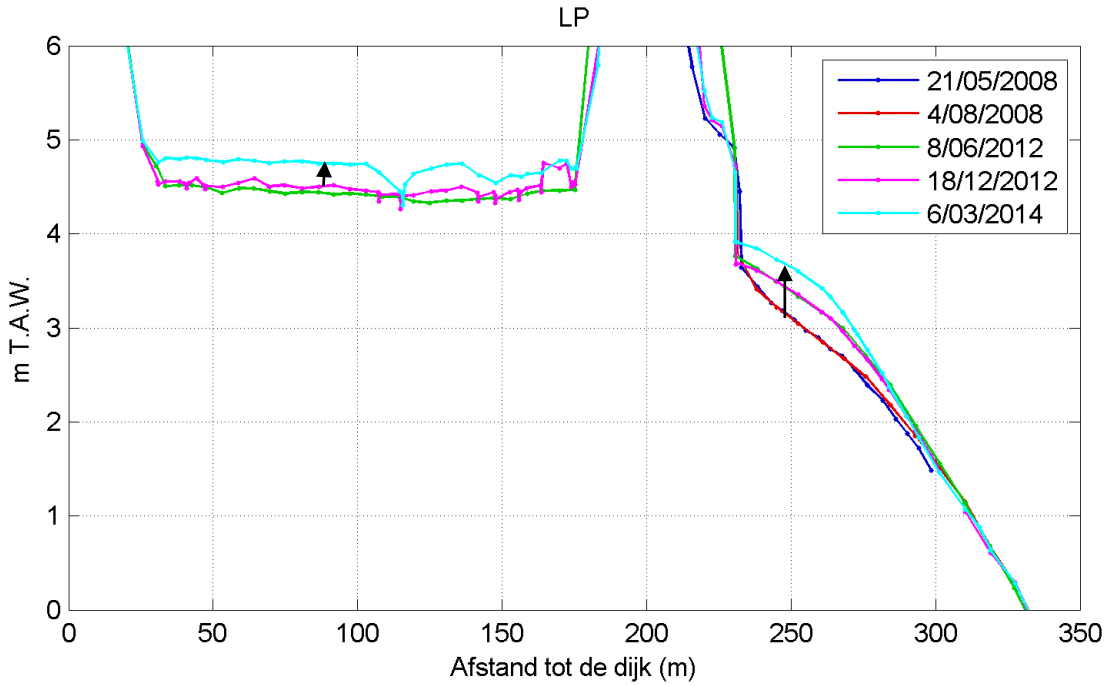
Op het aanvullend profiel LH kende het slik tussen 2008 en 2013 een systematische en sterke verhoging. De sedimentatiesnelheid is hier na 2013 significant verminderd. Hoe hoger op het slik, hoe meer sedimentatie wordt aangetroffen. Rond de laagwaterlijn is de bodem nagenoeg stabiel tussen februari 2013 en maart 2014 (Figuur 5-98).



Figuur 5-98: Schor-slikprofiel LH op Lillo-Haven (bron: INBO, 2014b).

Lillo-Potpolder

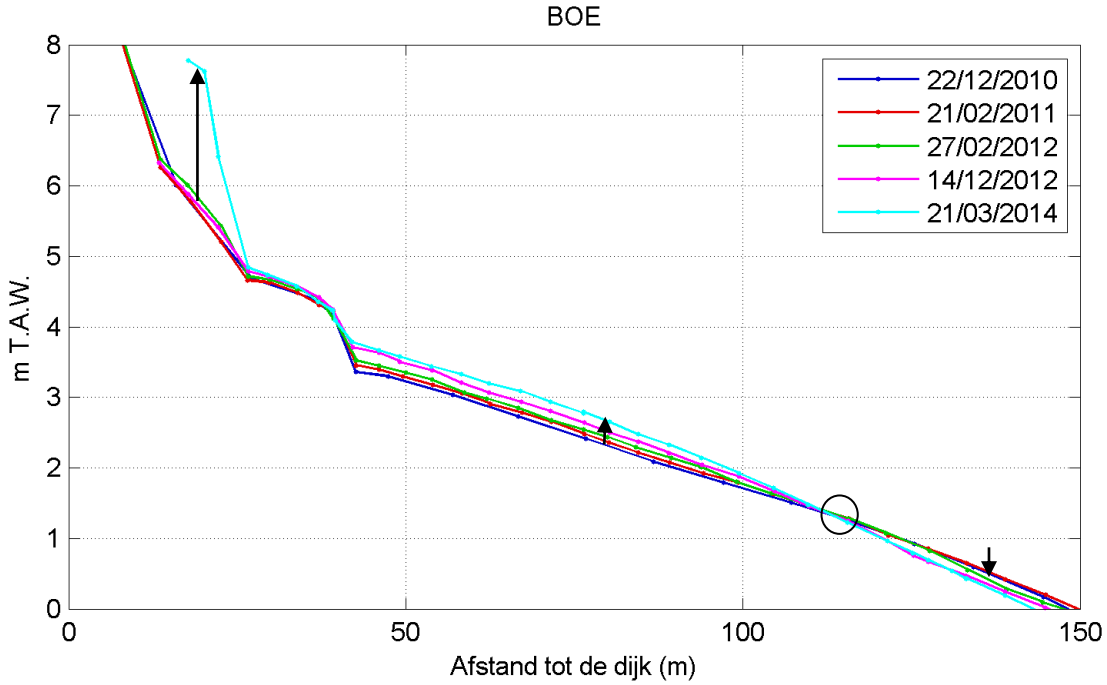
Op het aanvullend profiel LP, kan men op het middelhoog en hoog slik sterke sedimentatie aantreffen tussen 2008 en 2014. De voet van de schorklif is sinds maart 2014 mee verhoogd. Ook op het schor zelf kan men sterke sedimentatie aantreffen. Lager op het slik is de bodem geërodeerd tot op een hard substraat (INBO, 2014b).



Figuur 5-99: Schor-slikprofiel LP op Lillo-Potpolder (bron: INBO, 2014b).

Boerenschans

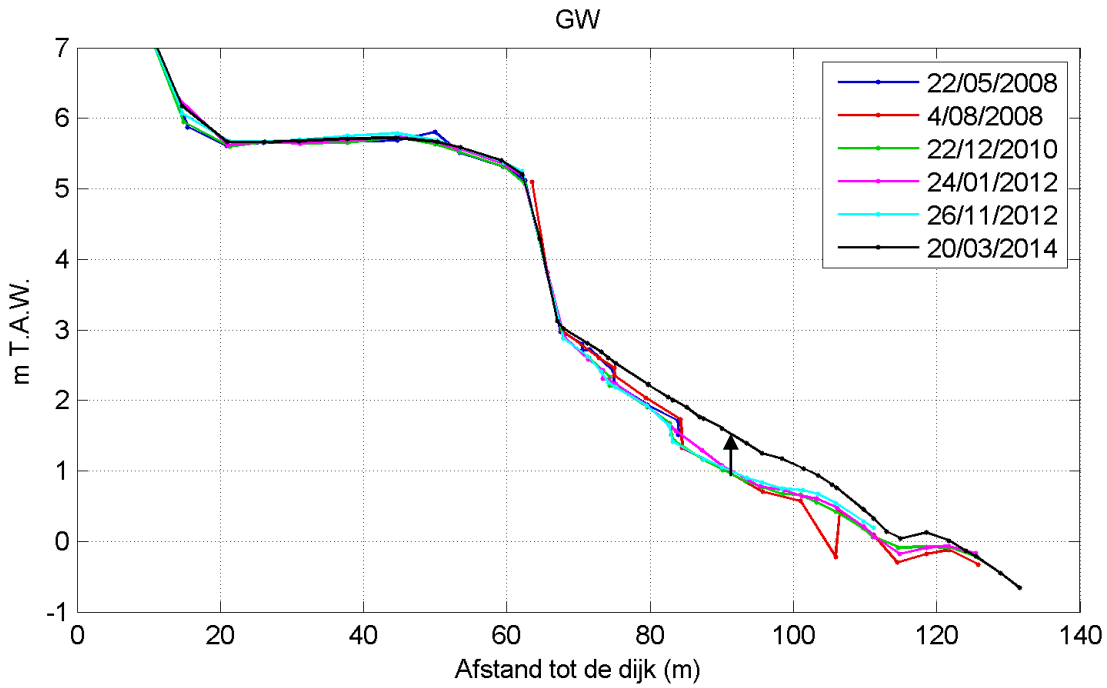
Sinds het begin van de metingen vertoont het aanvullend profiel BOE op de Boerenschans erosie op het laag slik en sterke sedimentatie op het middelhoog tot hoog slik. Hierdoor wordt de helling steiler. Het omslagpunt ligt rond 115 m. Merk ook de abrupte hoogtetoename in 2014 door de aanleg van een tijdelijke dijk.



Figuur 5-100 Schor-slikprofiel BOE op Boerenschans (bron: INBO, 2014b).

Galgenweel

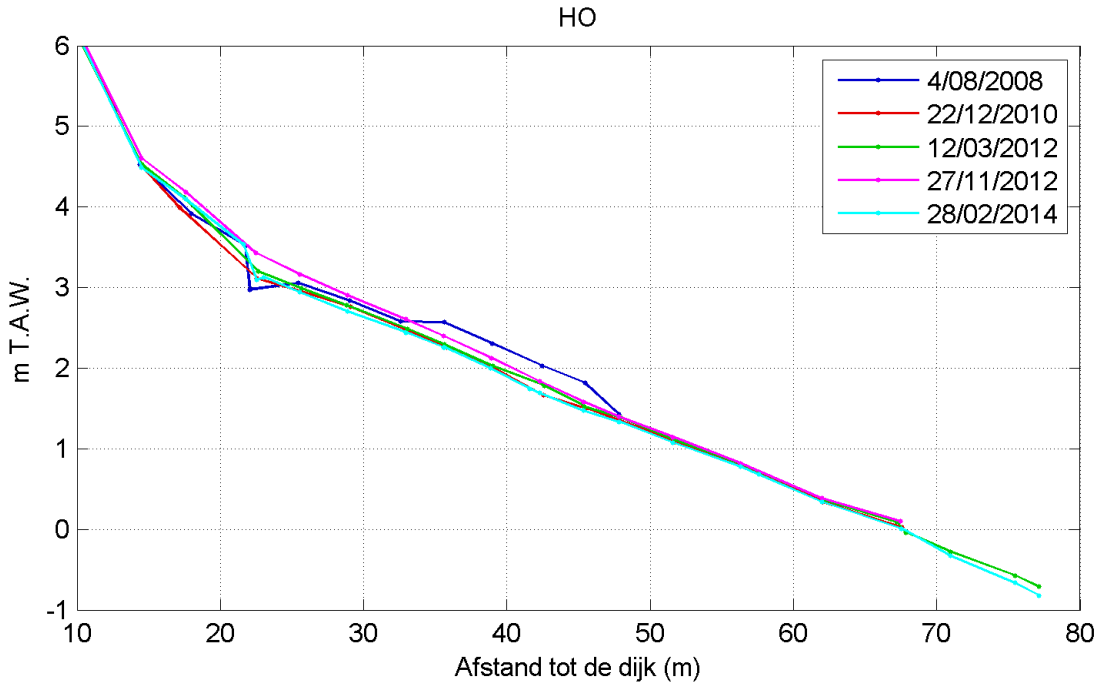
Het profiel GW vertoont tussen 2008 en 2012 geregeld kleine fluctuaties in het slikprofiel. In 2014 is het volledige slikgebied echter opgehoogd, waardoor men een afgevlakt profiel waarneemt. Tussen 85 en 100 m geldt een bodemverhoging van om en bij de halve meter. Het schor en bijgaande klif zijn sinds de metingen een vrij stabiele omgeving. Hier treden minimale bodemveranderingen op (Figuur 5-101).



Figuur 5-101: Schor-slikprofiel GW op Galgenweel (bron: INBO, 2014b).

Hoboken

Profiel HO ter hoogte van de Hobookse Polder toont tussen 2008 en november 2012 een afvlakking van het slikprofiel door lichte terugschrijding van de schorklif en een algemene verlaging van het slik. Sinds 2012 vertoont het profiel geen noemenswaardige bodemveranderingen (Figuur 5-102).



Figuur 5-102: Schor-slikprofiel HO op Hobookse Polder (bron: INBO, 2014b).

5.3 INTEGRALE ANALYSE MEETPUNTEN

Op de plaatranden worden in vastgelegde meetpunten tal van parameters gemonitord en gerapporteerd door Rijkswaterstaat (Jentink et al., 2014):

De **bodemhoogte** wordt ingemeten in meters ten opzichte van NAP en is een gemiddelde van 15 RTK-metingen binnen een straal van 2 meter rond het theoretische punt. Voor 2008 werd de hoogte vanaf een ligger tot de bodem bepaald met behulp van een duimstok. Deze stalen ligger werd horizontaal geplaatst op verankerde RVS buizen

De **sedimentsamenstelling** wordt op 2 manieren geregistreerd:

- Manuele lutum classificatie op de punten waar een RTK-punt hoogtemeting wordt uitgevoerd (4 maal per jaar). Aan de hand van de veldmethode van Stiboka, wordt het percentage lutum geschat. Lutum is de fractie kleiner dan 2 µm. Jaarlijks wordt met behulp van 25 ijkmonsters de nauwkeurigheid van de schatting getoetst.
- Bemonstering op 2 en 10 cm diepte en analyse in het laboratorium (1 maal per jaar, in september). De analyse geeft het percentage van de fractie kleiner dan 63 µm (silt en klei) en de gemiddelde korrelgrootte van de fractie groter dan 16 µm (d50).

Op basis van visuele waarneming wordt vanaf 2008 een indicatie gegeven van de aanwezigheid van **bodemleven**. Hierbij wordt gekeken naar zichtbaar aanwezige sporen aan het oppervlak. Er is gekozen voor drie algemene en gemakkelijk in het veld waar te nemen soorten (wadpieren, Corophium en kokkels). Sinds 2009 wordt ook een algemene indruk van het bodemleven meegenomen.

Diatomeeën worden op een aantal sedimentatie-erosieplots bemonsterd t.b.v. de bepaling van de hoeveelheid **Chlorofyl-A**. De monsters worden na inwinning door het laboratorium van de Waterdienst geanalyseerd.

De **geomorfologische eenheid** is bepaald op basis van veldkenmerken. Dit wordt sinds 2008 voor ieder punt genoteerd. Tabel 5-2 toont de verschillende eenheden die in de meetpunten voorkomen.

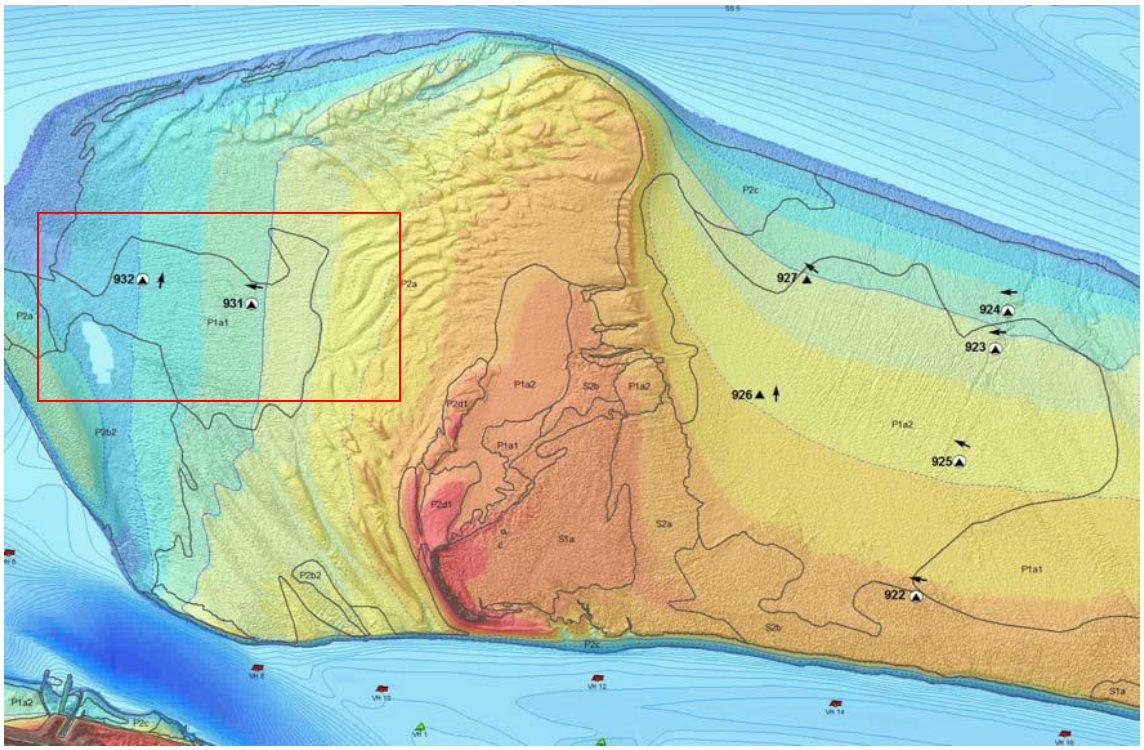
Tabel 5-2: Verklaring van de aanwezige geomorfologische eenheden

Geomorfolgische eenheid / omschrijving
S1a = Schor, gesloten vegetatie (>50 % bedekking), natuurlijke schorren
S2a = Schor, open vegetatie (<50 % bedekking), primair schor (>10 %<50 % bedekking)
S2b = Schor, open vegetatie (<50 % bedekking), pollen (<10 % bedekking > 10 pollen/ha)
P1b = Plaat/slik, laag dynamische, laag golvend reliëf
P1a2 = Plaat/slik, laag dynamische, vlak, slibrijk
P1a1 = Plaat/slik, laag dynamische, vlak, zandig
P2a = Plaat/slik, hoog dynamische, laag golvend reliëf
P2c = Plaat/slik, hoog dynamische, vlak
P2b2 = Plaat/slik, hoog dynamische, Megaribbels, 3-dimensionaal
P2b1 = Plaat/slik, hoog dynamische, Megaribbels, 2-dimensionaal
P3 = Plaat/slik, open water (bodem onzichtbaar)

Additioneel werd voor deze punten nagegaan tot welke **ecotoopklasse** ze behoren voor de jaren 2010, 2011 en 2012 op basis van de aangeleverde ecotopenkaarten.

Bovenstaande metingen en waarnemingen zijn waardevol, daar ze verschillende tijdreeksen van parameters combineren die op vastgelegde meetpunten worden verzameld. Hierdoor kunnen spatio-temporele evoluties worden onderscheiden. In wat volgt wordt een geïntegreerde benadering en synthese gebracht op basis van de figuren in Bijlage Q. Eerst worden de verschillende parameters per punt (of groepering van punten) besproken gedurende de periode 2009-2013. Daarna volgt een ruimtelijke vergelijking van de waargenomen trends en ontwikkelingen.

5.3.1 Hooge Platen West



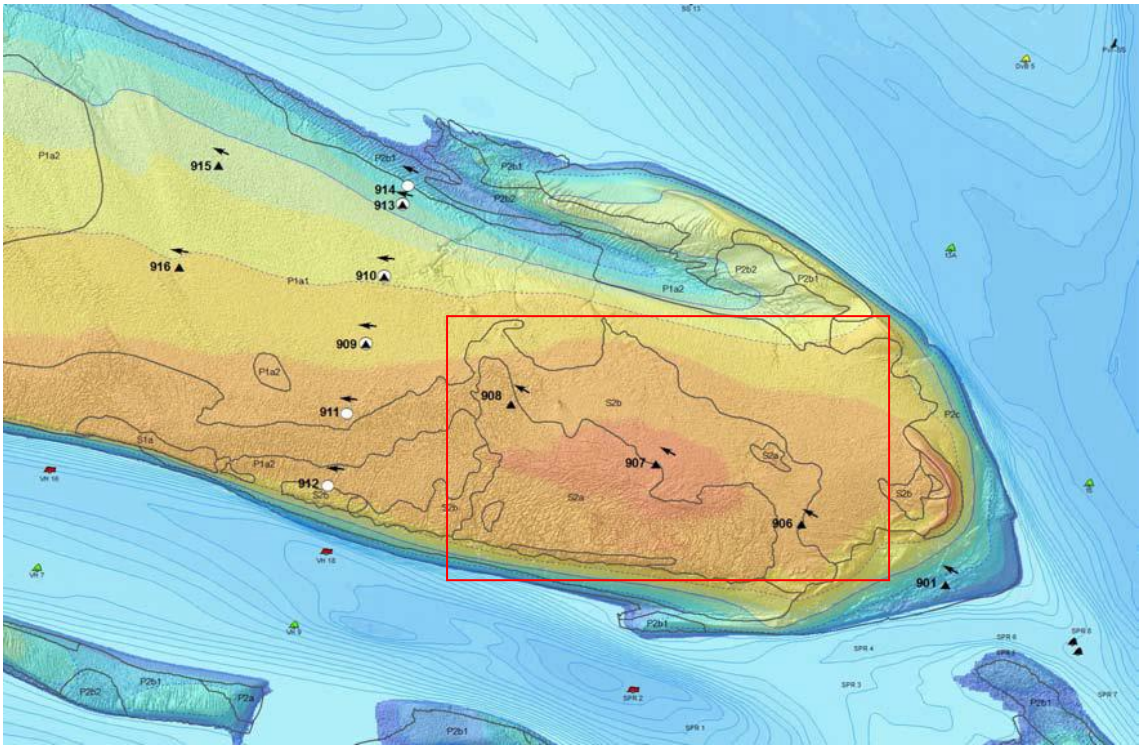
Figuur 5-103: Ligging van de twee meetpunten op Hooge Platen West.

Hoewel de bodem ca. 20 cm stijgt in de periode 2009-2013, verandert de geomorfologie van meetpunt 931 eind 2013 ook van laagdynamisch naar hoogdynamisch. Tegelijk hiermee daalt de rijkdom van het bodemleven en het aantal kokkels. Het chlorofylgehalte kent een (seizoenale?) piek in 2011 tot meer dan 7 µg/g sediment, om daarna sterk te dalen tot een verwaarloosbaar niveau. Sinds 2010 daalt het lutumgehalte naar 0-2 %. Deze evolutie is ook waar te nemen in de sedimentsamenstelling: de bodem wordt er grofkorreliger en het blijft een slibarme bodem.

In punt 932 evolueert de bodemmorfologie in 2013 van laag energetisch naar open water, ondanks een bodemstijging. Analoog aan punt 931 zakt het lutumgehalte vanaf 2010 tot 0-2 %. Tussen 2012 en 2013 is wel opnieuw een lichte stijging in de korrelgrootte waargenomen in de bodemstalen. Op punt 932 is geen piek waar te nemen in het aantal kokkels en bodemleven, daarentegen kan men wel een éénmalige stijging van het chlorofylgehalte in 2012 vaststellen.

5.3.2 Hooge Platen Noord

5.3.2.1 Oostelijke meetpunten

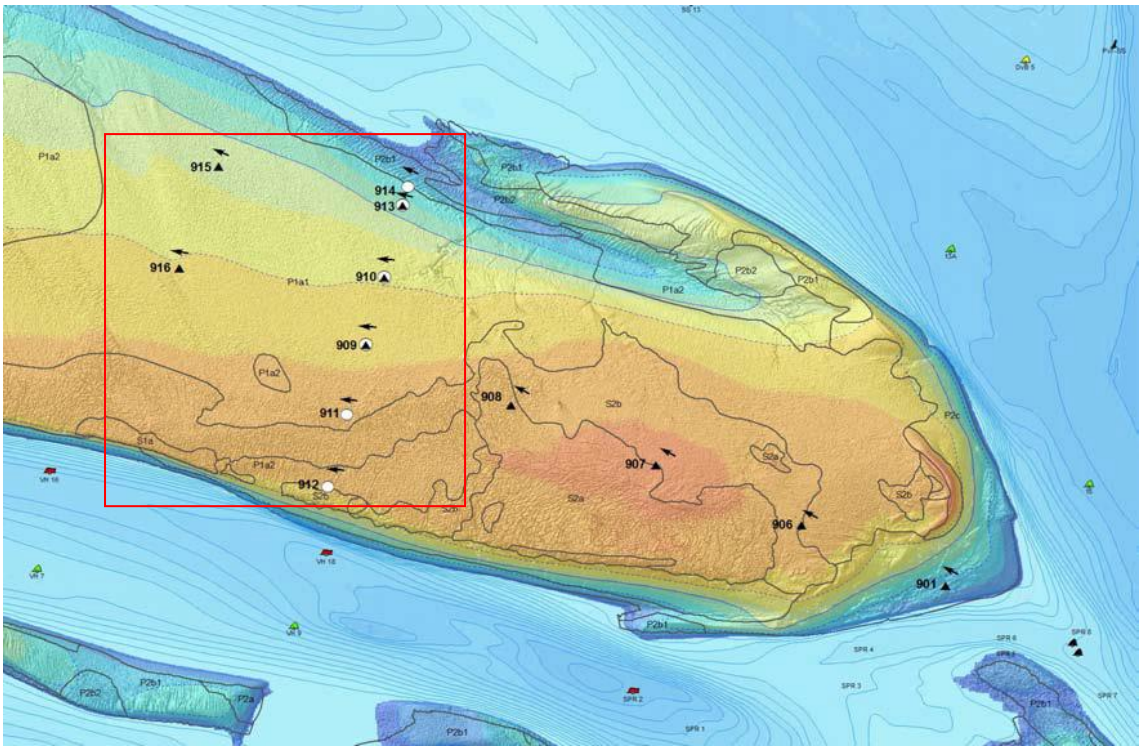


Figuur 5-104: Ligging van de twee meetpunten op Hooge Platen Noord / Oostelijk.

Hoewel de hoogte vrij constant blijft, evolueert de geomorfologie in meetpunt 906 medio 2010 van een begroeid schor met pollenstructuur naar een vlakke laagdynamische plaat /slik. De ecotopenkaart geeft echter aan dat het meetpunt zich in het laagdynamisch hooglitoraal (en in 2011 supralitoraal) bevindt. Hoewel schorvegetatie geacht wordt van fijner materiaal te vangen, kan men geen drastische daling waarnemen in het lutumgehalte bij de overgang naar een plaat/slik. Er komt *veel* Corophium voor en het bodemleven is er *gemiddeld*.

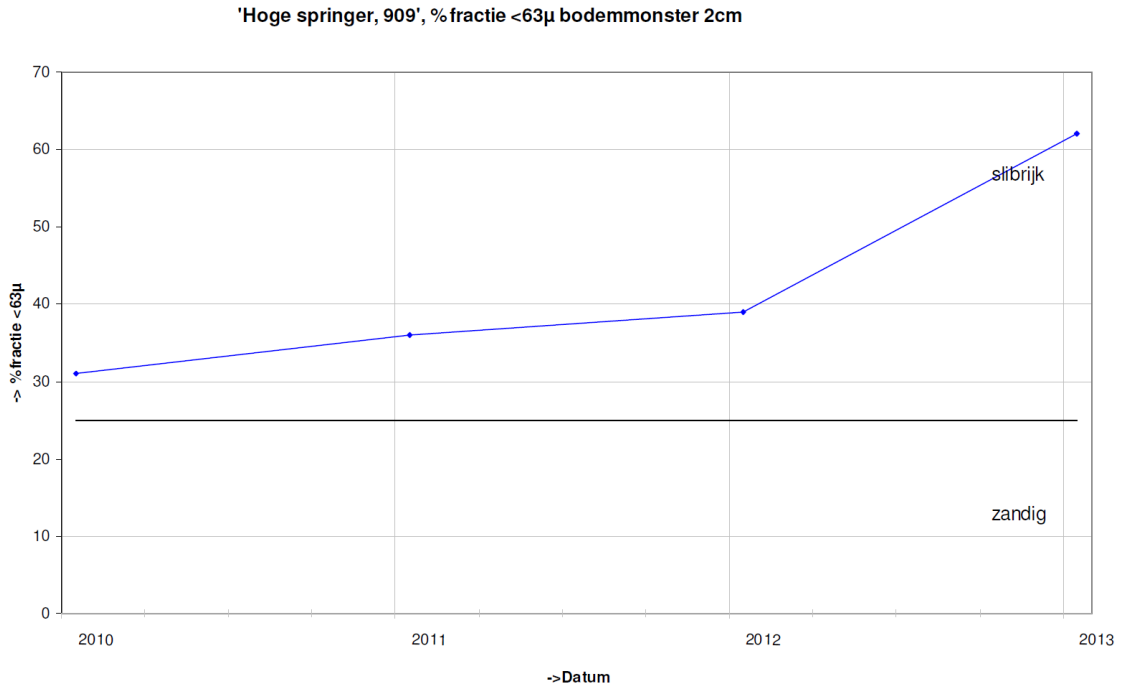
Punt 907 en 908 vertonen een gelijkaardig patroon. Beide meetpunten behoren zowel geomorfologisch als ecologisch tot de schorvegetatie en hebben een lutumgehalte van 12-25 %. Ze kennen beiden een bodemverhoging van ca. 20-30 cm. In beide gevallen komen er *geen* wadpieren en kokkels voor en treft men slechts zelden *weinig* Corophium aan. Het bodemleven komt er *sporadisch* voor.

5.3.2.2 Centrale meetpunten



Figuur 5-105: Ligging van de meetpunten op Hooge Platen Noord / Centraal.

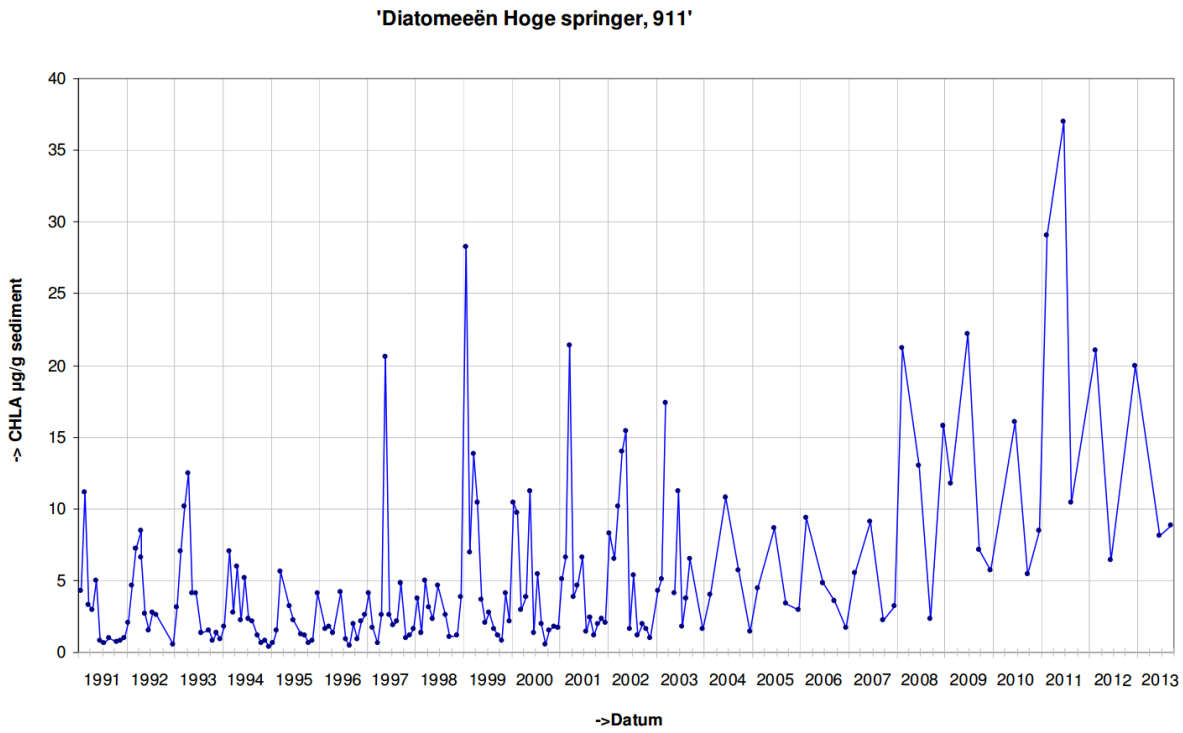
Centraal op de Hooge Platen, in meetpunt 909, verandert het geomorfologisch subniveau enkele keren van zandig naar slibrijk. Deze evolutie weerspiegelt zich in het percentage lutum waar dan 8-12 % wordt gemeten, en in de bodemmonsters, waar de fractie <63 µm gestegen is van ca. 30 % naar ca. 60 % (Figuur 5-106). De ecotoopklasse blijft er laagdynamisch hooglitoraal. Ter hoogte van punt 909 geldt een *gemiddeld* tot *rijk* bodemleven. Het chlorofylgehalte kent een (seizoenale) piek in 2011, en daalt sindsdien tot een niveau van minder dan 2 µg/g sediment.



Figuur 5-106: Fractie sediment fijner dan 63µm op meetpunt 909.

Ook in meetpunt 910 evolueert het geomorfologisch subtype in 2013 van zandig naar slibrijk. Deze evolutie valt ook op te merken in de sedimentsamenstelling en een stijging van het lutumgehalte naar 8-12 %. Het valt ook op dat de *veel* voorkomende wadpieren minder abundant (*weinig*) voorkomen sinds de bodem slibrijker wordt. Het chlorofyl gehalte kent twee seizoenale pieken in het voorjaar van 2011 en 2012.

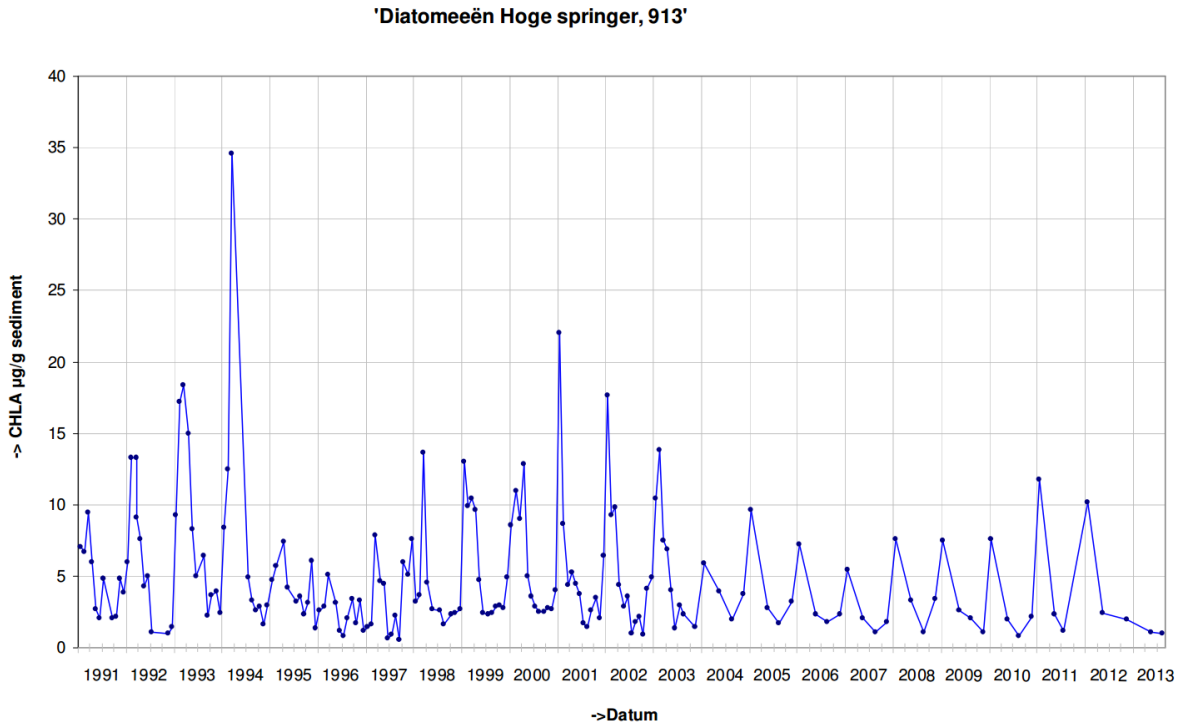
Meer naar het zuiden, evolueert punt 911 van een pionierschor tot een volwaardig schor. Dit is ook merkbaar in de geomorfologische (sub)stadia die worden doorlopen, de stijgende trend in het lutumgehalte, en de slibrijkere sedimentsamenstelling. Daartegenover staat de merkbare daling in het voorkomen van wadpieren, Corophium, en het bodemleven in het algemeen. Het chlorofylgehalte neemt dan weer significant toe in de laatste jaren (Figuur 5-107).



Figuur 5-107: Het chlorofylgehalte in meetpunt 911.

Het meest zuidelijke punt 912 wordt zowel qua geomorfologie als ecotoop vanaf 2011 geclassificeerd als (pionier-)schor. Dit gaat echter niet gepaard met een verhoging van het (reeds hoge) lutumgehalte. Opmerkelijk is het dalende voorkomen van Corophium sinds 2011. De stijging van het chlorofylgehalte is hier minder uitgesproken dan in meetpost 911.

Nabijgelegen meetpunten 913 en 914 zijn vrij stabiel doorheen de beschouwde periode 2008-2013, met uitzondering van 914 waar eind 2008 een snelle evolutie plaatsvindt van open water naar een laagdynamische plaat. Beide punten behoren in de periode 2009-2013 tot het laagdynamisch middenlitoraal. De geomorfologische (sub-) classificering verraadt het zandige karakter. Dit wordt bevestigd door de bodemmonsters, die voor beide punten echter ook een lichte stijging van het slibgehalte aangeven in de periode 2008-2013. Het voorkomen van kokkels en Corophium neemt af, terwijl wadpieren frequenter *veel* voorkomen. De seizoenale chlorofylpieken lijken in amplitude af te nemen, al kan dit ook te maken hebben met de minder frequente staalnames (Figuur 5-108) waardoor een deel van de variabiliteit verloren gaat.

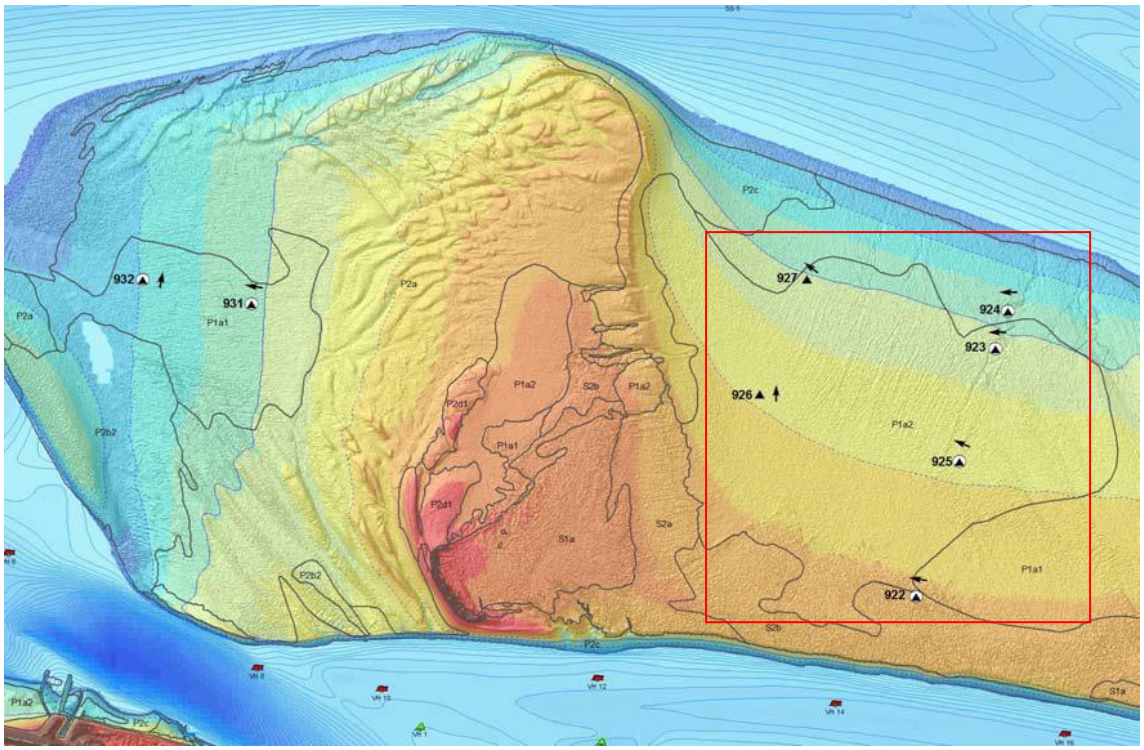


Figuur 5-108: Het chlorofylgehalte in meetpunt 913.

Meetpunt 915 behoort ook tot het laagdynamisch middenlitoraal. De geomorfologische (sub-) eenheid en het dalende lutumgehalte tonen het toenemende zandige karakter aan. Ook de stijging van het aantal wadpieren sinds eind 2010 wijst in deze richting.

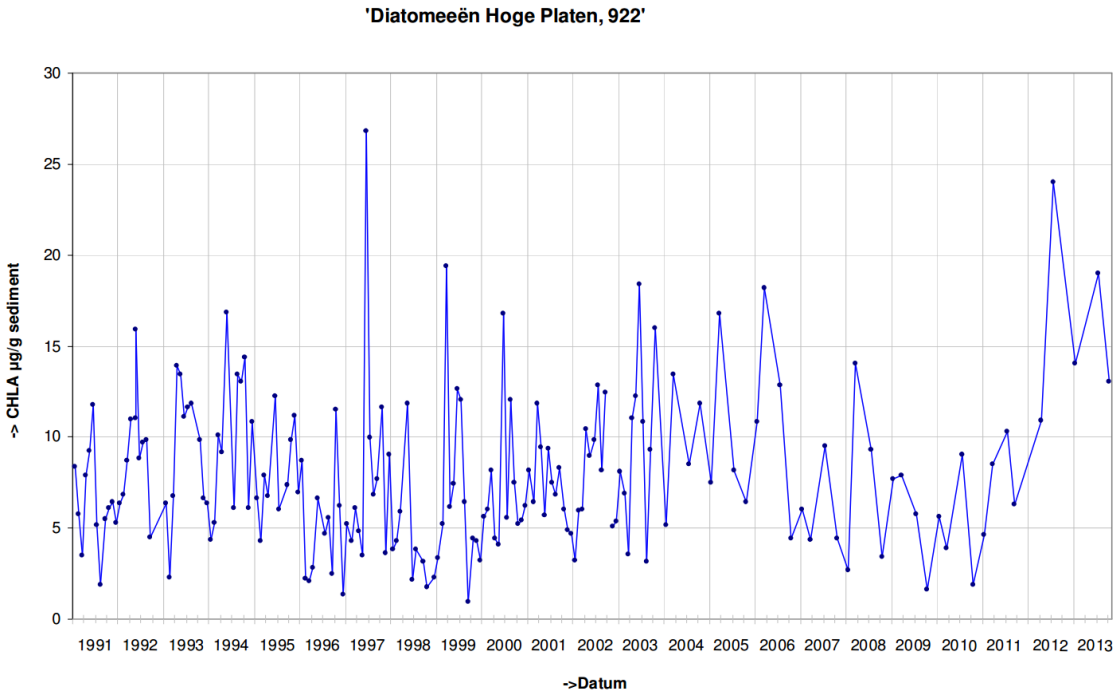
Op de hoger gelegen locatie 916 geldt een omgekeerde evolutie: hier wordt de bodem slibrijker. Indicatoren hiervoor zijn het stijgende lutumgehalte, de geomorfologische klasseverschuiving naar slibrijk zand en het verminderd voorkomen van wadpieren.

5.3.2.3 Westelijke meetpunten



Figuur 5-109: Ligging van de zes meetpunten op Hooge Platen Noord / Westelijk.

De ophoging van de zuidelijke rand gaat gepaard met (pionier-)schorvorming ter hoogte van punt 922. Hierdoor stijgt ook het lutumgehalte, en wordt de bodem dus slibrijker (sedimentsamenstelling), waardoor er minder wadpieren voorkomen. Verder komen er geen kokkels voor en is het bodemleven er *gemiddeld* tot *rijk*. Het chlorofylgehalte lijkt sinds 2010 een stijgende trend te vertonen (Figuur 5-110).

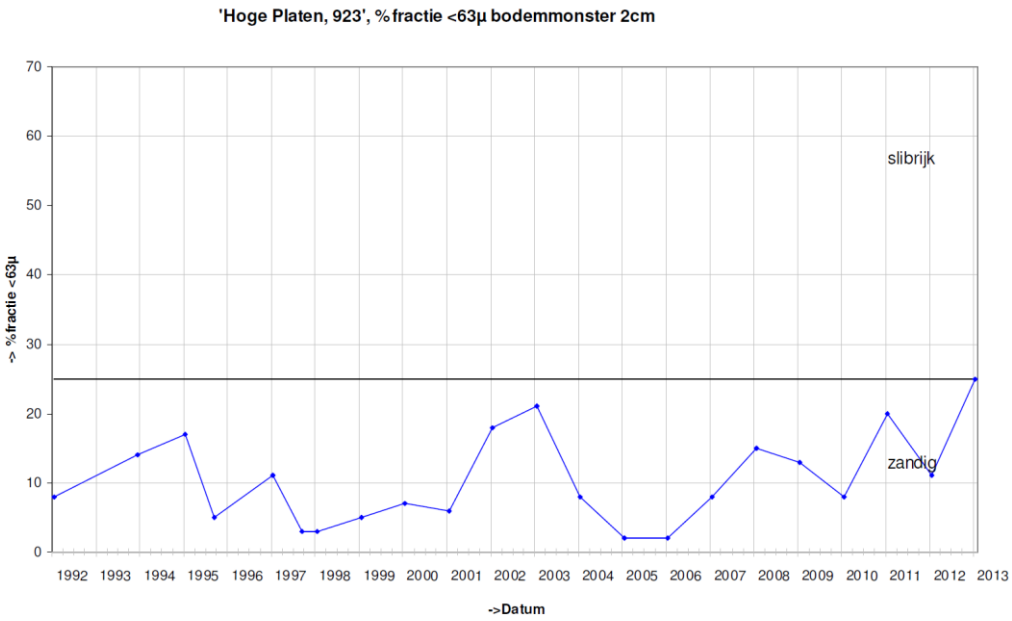


Figuur 5-110: Het chlorofylgehalte in meetpunt 922.

Noordelijker, in meetpunten 923, 924 en 925 leidt men vanuit geomorfologisch oogpunt (type P1a1) en de evolutie van het lutumgehalte af dat de bodem zandig is. De laatste jaren werd echter in laboratorium omstandigheden een licht slibrijker en fijnkorreliger sediment geanalyseerd (Figuur 5-111). In locaties 923 en 924 treft men sinds 2009 meer wadpieren aan, punt 925 toont een abundanter voorkomen van de wadpieren wanneer het lutumgehalte 0-5 % bedraagt. Hoe hoger op de plaatrand (van laag naar hoog: 924, 923, 925), hoe meer Corophium, kokkels en bodemleven er voorkomt. De chlorofyl tijdreeks toont geen trendverandering.

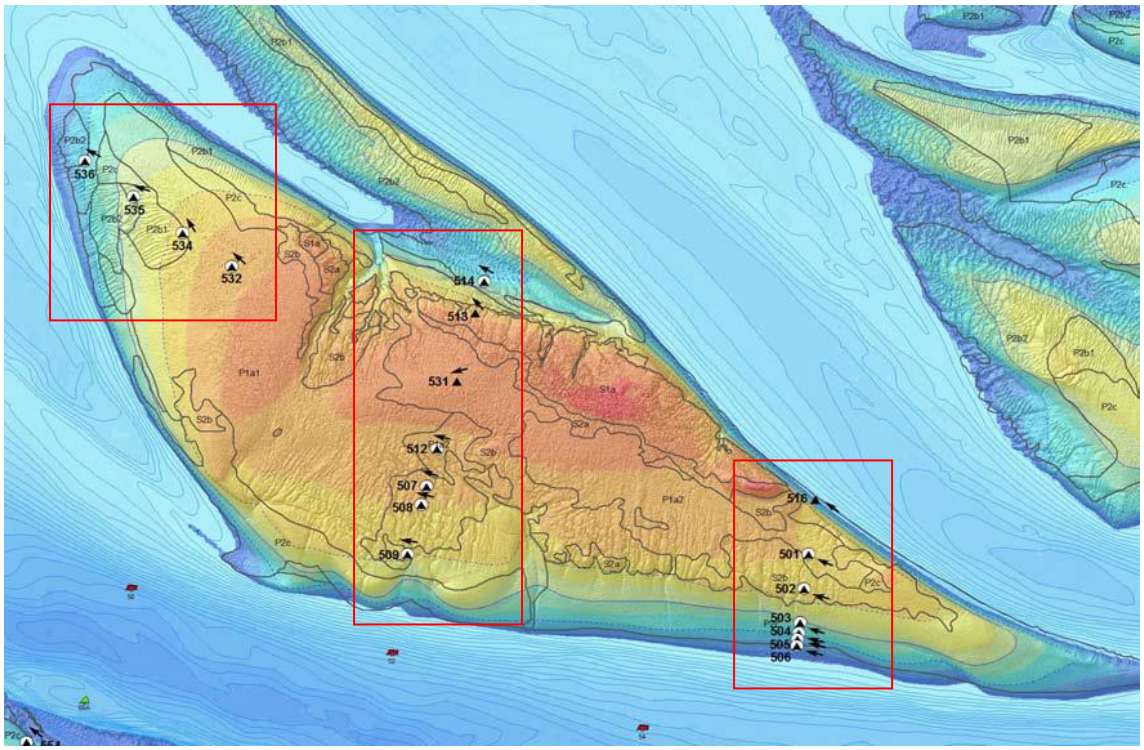
In de periode 2009-2013 varieert de geomorfologische (sub-)classificatie van punt 926 tussen zand en slibrijk zand, wat weerspiegelt wordt in het percentage lutum en het voorkomen van wadpieren. Er heerst over het algemeen een *rijk* bodemleven.

Punt 927 is stabieler, maar ook hier kan men enig verband tussen het aantal wadpieren, de geomorfologische klasse en het lutumgehalte aantreffen. Sinds 2008 lijken wadpieren meer voor te komen.



Figuur 5-111: Fractie fijner dan 63 µm op meetpunt 923

5.3.3 Plaat van Walsoorden

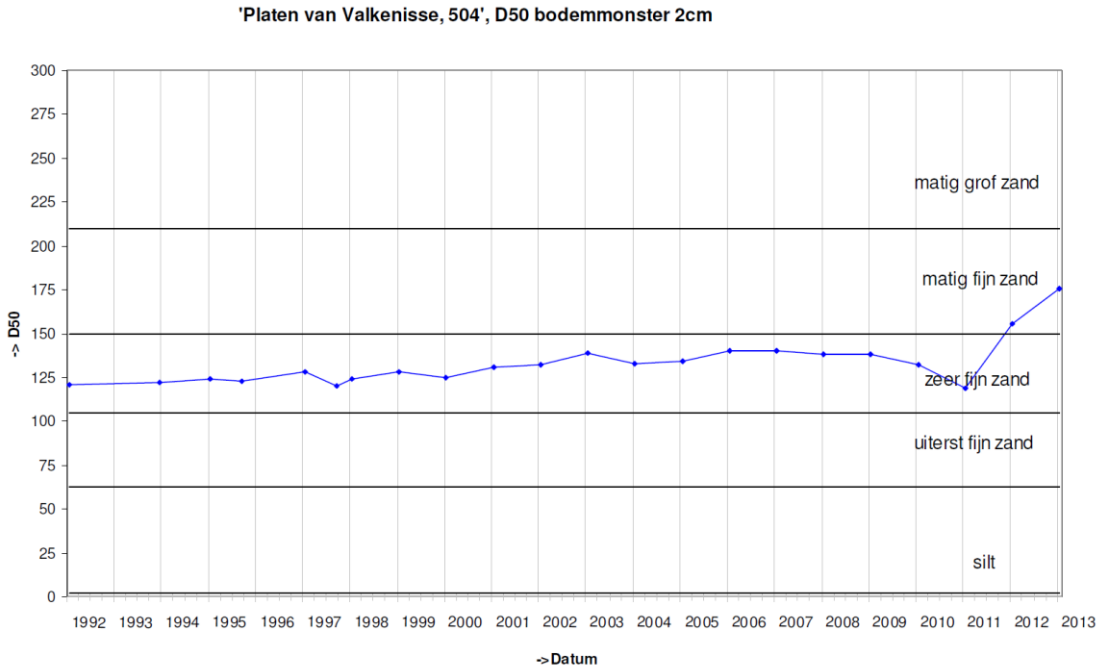


Figuur 5-112: Ligging van de meetpunten op Plaat van Walsoorden.

5.3.3.1 Oostelijke meetpunten

In punt 501 verandert het ecotopentype en geomorfologisch type van laagdynamisch littoraal naar schor. Dit gaat gepaard met een algemene afname van het bodemleven. Ondanks de evolutie naar schor neemt het lutumgehalte af. De analyse van de bodemmonsters op 2cm en 10cm bevestigen dit.

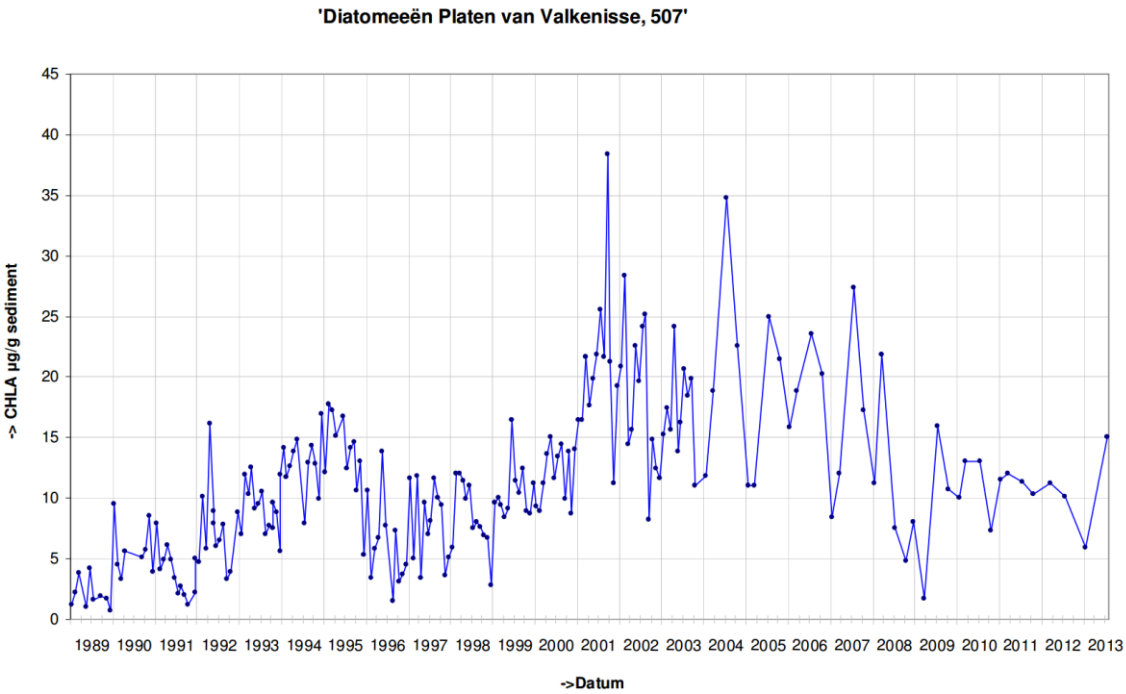
De punten 502, 503, 504, 505 en 506 vertonen in 2013 een sterke afname van de bodemhoogte door het uitruimen van de zuidoostelijke plaattip van de Plaat van Walsoorden. Dit gaat gepaard met de overgang van een laagdynamische naar een hoogdynamische omgeving. Dit heeft zijn weerslag op het bodemleven, dat sindsdien minder frequent aanwezig is. Bodemstaalnames geven een toename van de korrelgrootte weer voor de 5 meetpunten (Figuur 5-113). Er is geen algemene trendverandering waar te nemen met betrekking tot het chlorofylgehalte.



Figuur 5-113: Mediaan korreldiameter op meetpunt 504.

5.3.3.2 Centrale meetpunten

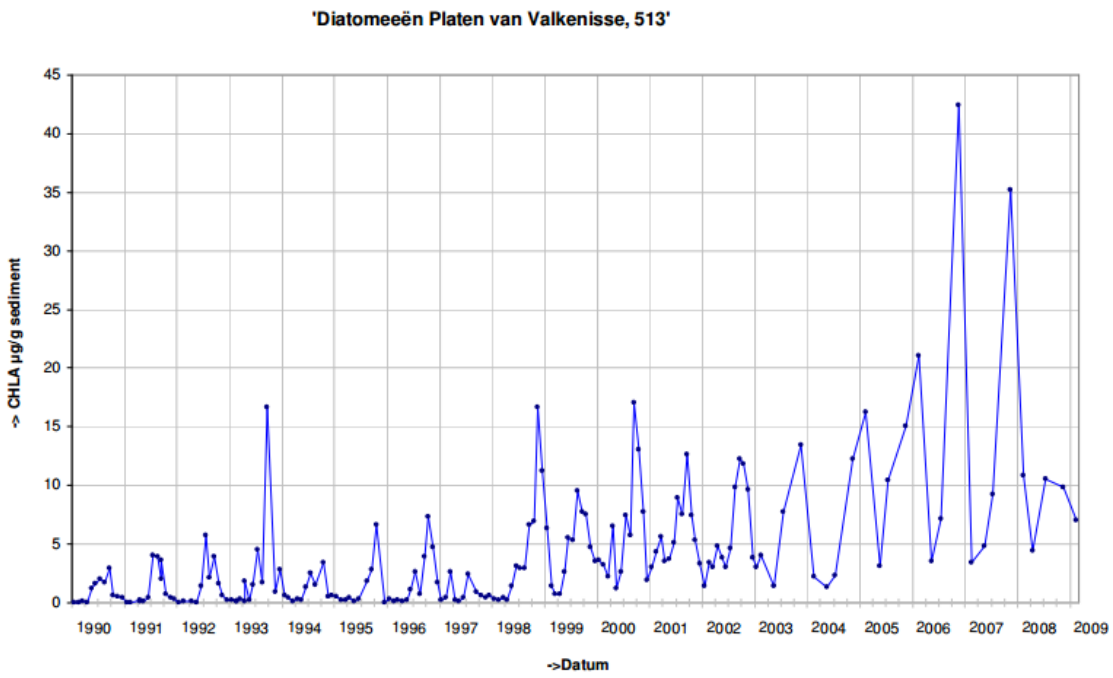
Meetposten 507, 508 en 509 tonen een evolutie van schor naar laagdynamisch litoraal. Hierdoor wordt er minder fijn sediment gevangen en vastgehouden, zodat het lutumgehalte afneemt en de sedimentsamenstelling eerder een zandig karakter uitwijst. De laatste jaren lijkt de korrelgrootte vrij stabiel. Deze ontwikkeling geeft aanleiding tot de aanwezigheid (in beperkte mate) van wadpieren. Het is niet duidelijk waarom de punten een tijdelijke verhoging van het chlorofylgehalte vertonen gedurende 2000-2008 (Figuur 5-114). Opnieuw is het moeilijk om (langjarige) trends te vergelijken voor en na 2003 door de wijziging van het bemonsteringsinterval.



Figuur 5-114: Het chlorofylgehalte in meetpunt 507.

Op het midden van de Plaat van Walsoorden, in punt 512, neigt de geomorfologische ontwikkeling naar schorvorming. Dit gaat echter nog niet gepaard met een verhoging van het lutumgehalte, maar de bodemanalyses wijzen wel al in deze richting. Het bodemleven wordt nog niet sterk beïnvloed door deze overgang. Er komen geen wadpieren en kokkels voor, maar wel veel Corophium. Ook hier ziet men de tijdelijke verhoging in chlorofylgehalte in de periode 2000-2008.

Meetlocatie 513 blijft in de bestudeerde periode schor, ondanks de lichte bodemdaling. Hoewel het lutumgehalte daalt, treft men er toch slibrijker en fijner materiaal aan bij analyse van de bodemmonsters. Hoewel de tijdreeks in 2009 stopt, kan men vanaf 2005 wel een stijging van het chlorofylgehalte waarnemen (Figuur 5-115). De overige parameters blijven ongeveer status quo.



Figuur 5-115: Het chlorofylgehalte in meetpunt 513.

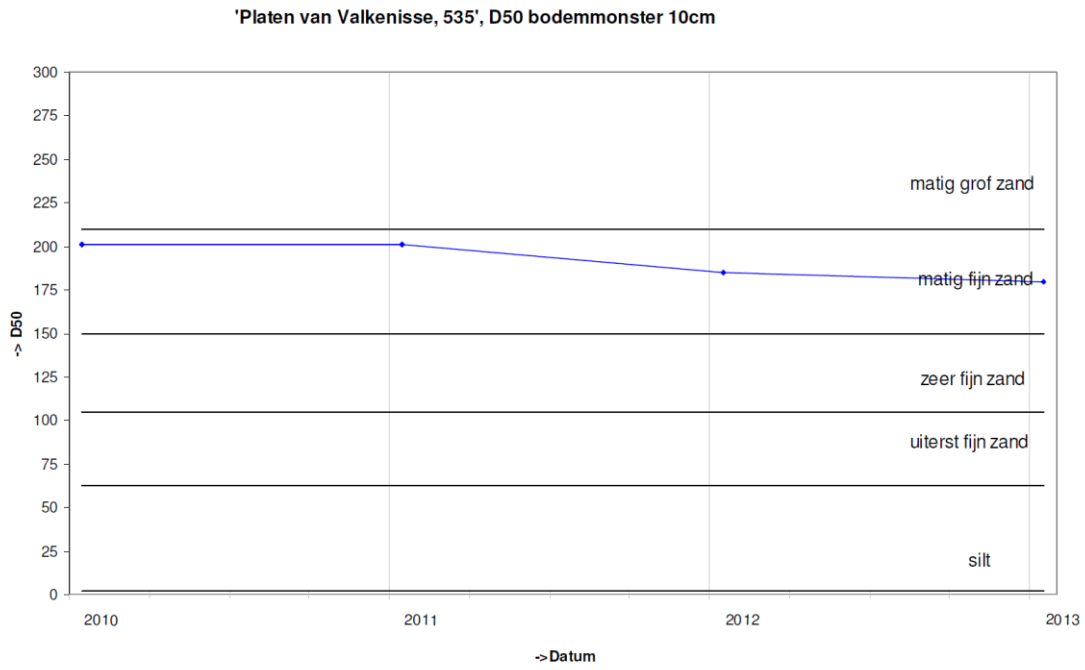
Ondanks een vrij constante bodemdaling, werd meetpost 514 in 2010 en 2011 tijdelijk tot het laagdynamisch litoraal gerekend. Het is dan ook in deze periode dat het bodemleven een lichte stijging kent. Eind 2013 bevindt het milieu zich terug in een hoogdynamische omgeving, waardoor het bodemleven terug afneemt. De bodemsamenstelling (matig fijn zand) is er stabiel.

Punt 531, gelegen centraal op de plaat, ontwikkelde zich gedurende 2009-2013 van pionierschor tot schor. Daar meer fijn sediment wordt gevangen door de dichtere begroeiing, stijgt het lutumgehalte. De sedimentsamenstelling blijft nagenoeg hetzelfde. Het bodemleven is er marginaal, enkel Corophium komt er sporadisch voor.

5.3.3.3 Westelijke meetpunten

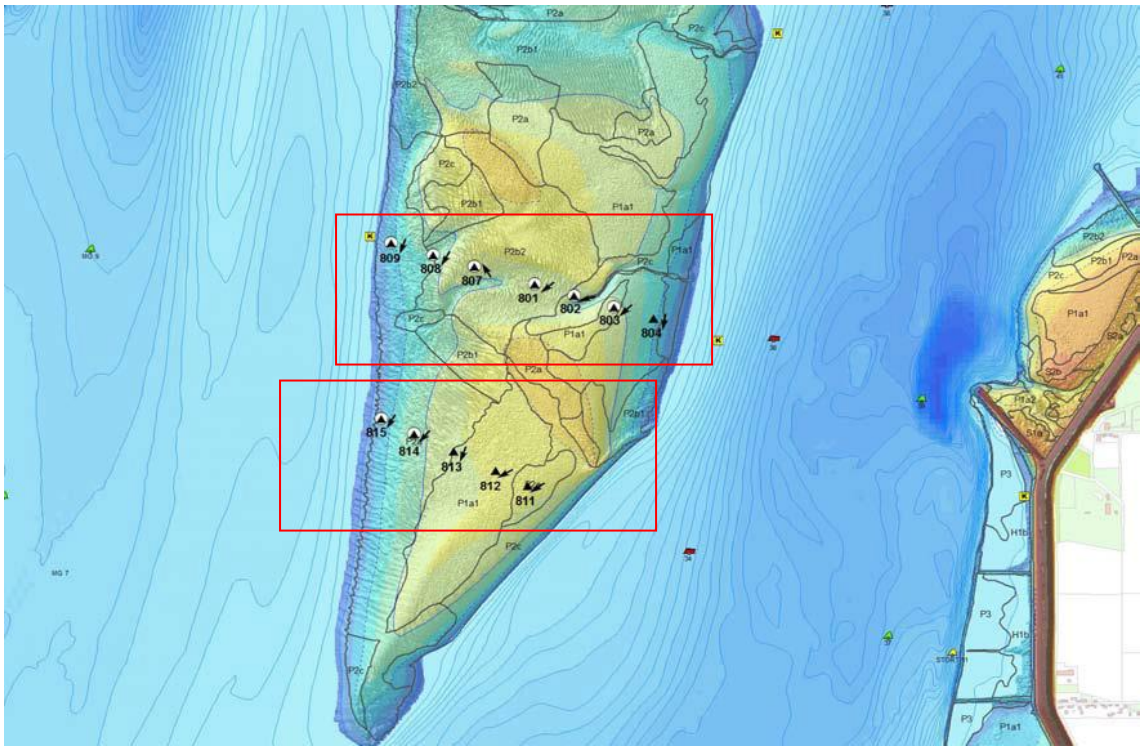
Meetpunt 532 kent een stabiel bodemhoogte in de beschouwde periode. De andere indicatoren vertonen hierdoor weinig variatie. De locatie behoort tot het laagdynamisch hooglitoraal met een zandig substraat. Bodemstalen geven een lichte daling van de korrelgrootte (d_{50}) aan. Hier komen *veel* wadpieren voor en treft men ook regelmatig Corophium aan. Het chlorofylgehalte kent in 2012 een seizoenale uitschieter.

De meetlocaties 534, 535 en 536 vertonen allen een evolutie van een hoogdynamische naar een laagdynamische omgeving. De verandering grijpt chronologisch aan van hoog naar laag. Vermoedelijk is dit mede dankzij de plaatrandstortingen in de buurt. Deze ontwikkeling heeft niet zozeer invloed op het lutumgehalte. De korrelgroottes (matig fijn zand) dalen er licht (Figuur 5-116). Het heeft echter wel een positief effect op het voorkomen van wadpieren, Corophium en het bodemleven in het algemeen.



Figuur 5-116: Mediaan korreldiameter Meetpunt 535

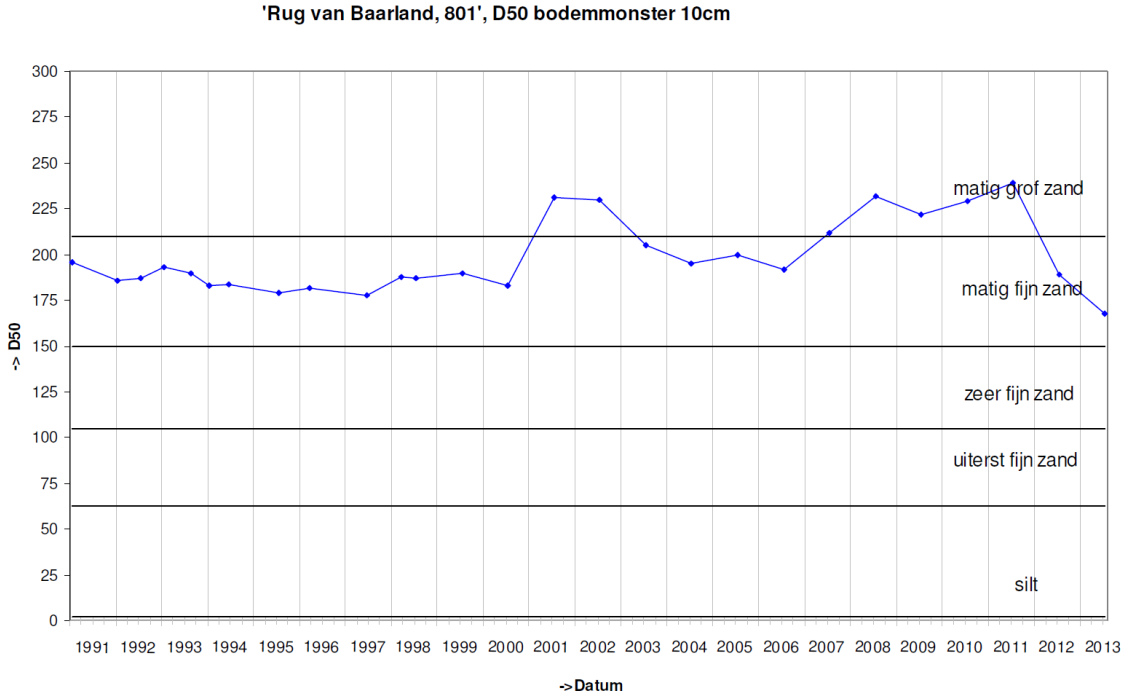
5.3.4 Rug van Baarland



Figuur 5-117: Meetpunten op de Rug van Baarland / Centraal-Zuidelijk (bovenste rij) en Zuidelijk (onderste rij).

5.3.4.1 Centraal-zuidelijke meetpunten

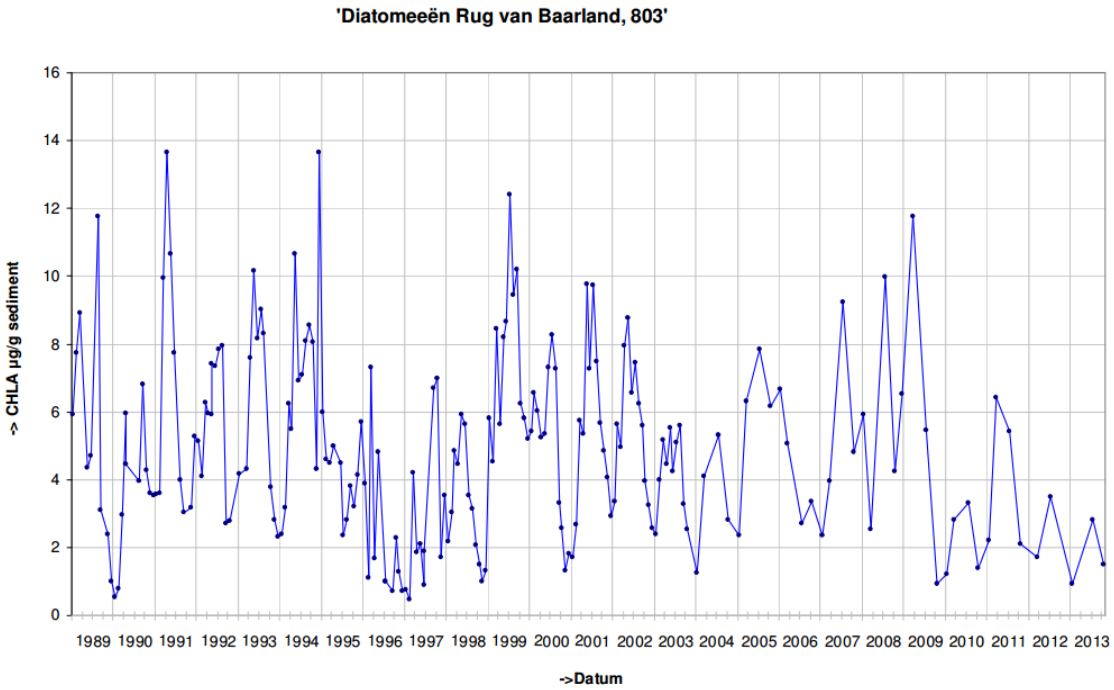
Punt 801, centraal op de rug, is gedurende de periode 2009 - 2013 afwisselend gelegen in een hoog en laagdynamische omgeving. Gedurende de laagenergetische periodes stijgt het voorkomen van wadpieren. Het lutumgehalte blijft zeer laag. Bodemstaalnames geven sinds 2011 een daling van de korrelgroottes aan, al blijft de bodem zandig (Figuur 5-118). Het chlorfylgehalte toont geen abrupte veranderingen.



Figuur 5-118: Mediaan korreldiameter meetpunt 801

Meer oostelijk evolueert punt 802 zich - mede door een continue bodemstijging - naar een eerder laagdynamische zandige omgeving. Dit heeft een positief effect op het aantal wadpieren. Vreemd genoeg lijkt het bodemleven er af te nemen.

Meetlocaties 803 en 804 tonen - ondanks de bodemdaling - een stabiele omgeving. Punt 803 is gelegen in laagdynamisch gebied waar *veel* wadpieren voorkomen in de zandige bodem. Het bodemleven is er *gemiddeld* aanwezig. Meetpost 804 daarentegen ligt in een hoogdynamisch gebied. Hier komt het bodemleven sporadischer voor. De korrelgrootte op meetpunt 804 blijft stabiel (matig fijn zand). Punt 803 toont licht verminderde chlorofylgehaltes sinds 2009 (Figuur 5-119).



Figuur 5-119: Het chlorofylgehalte in meetpunt 803.

Ondanks een verschillende hoogteontwikkeling kennen de punten 807 en 808 gedurende de laatste jaren een opmerkelijke groei van bodemleven, waarschijnlijk door de verandering van een hoog- naar een laagdynamische omgeving.

In het lager gelegen punt 809, waar een hoogenergetisch regime geldt door een continue bodemdaling, treft men mettertijd minder bodemleven aan. De korrelgrootte (matig grof zand) neemt er licht toe.

5.3.4.2 Zuidelijke meetpunten

Ondanks de lichte bodemstijging, maakt meetpunt 811 aan de oostelijke plaatrand, vanaf 2012 de overgang van een laag- naar een hoogdynamische omgeving. Hierdoor verdwijnt heel wat bodemleven. Zowel het bestand aan wadpieren, Corophium als kokkels neemt er af.

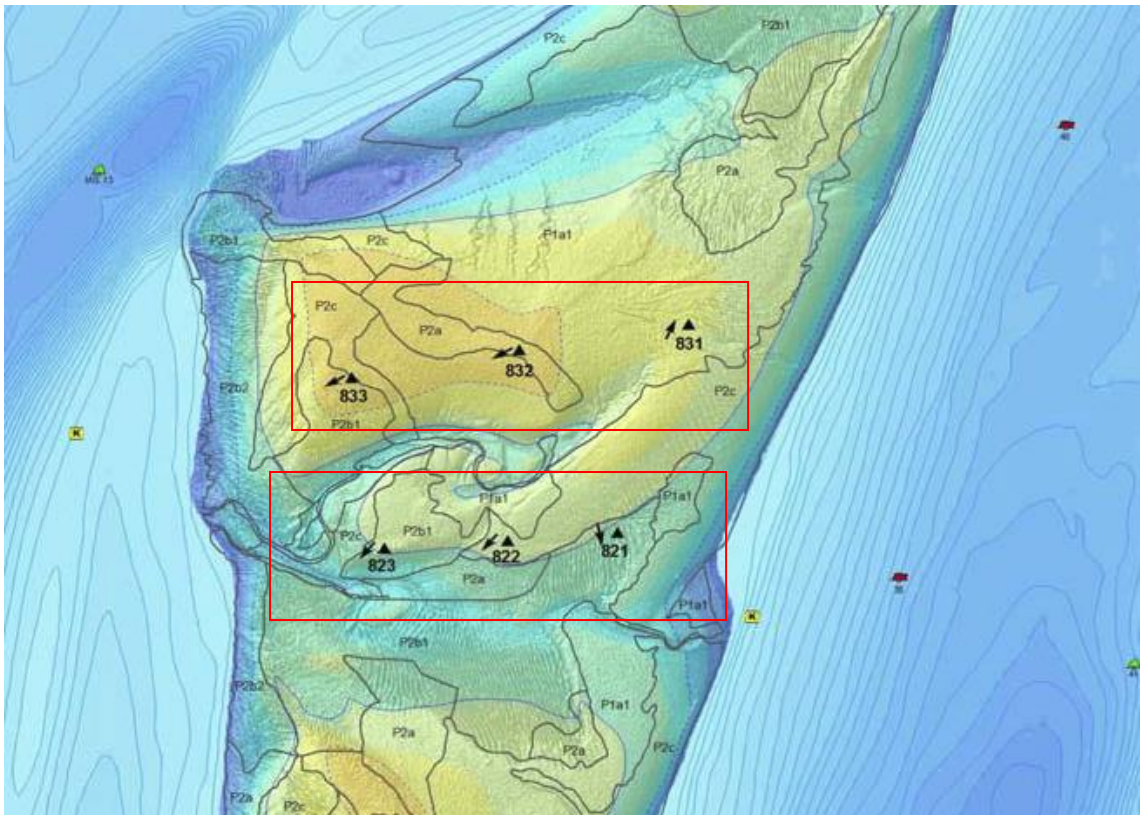
Punt 812 blijft heel stabiel in de beschouwde periode: het behoort tot het laagdynamisch middenlitoraal met een eerder zandig karakter. Gezien de abundantie van wadpieren vormt dit voor hen een ideale habitat. Ook ander bodemleven komt hier relatief veel voor.

Ter hoogte van punt 813 kent de tijdelijke terugval naar een hoogenergetisch milieu zijn negatieve weerslag op het bodemleven. Nadien zorgt de laagdynamische omgeving voor een algemene toename.

Ondanks de lichte bodemdaling, behoort meetlocatie 814 sinds 2011 tot het laagdynamisch middenlitoraal. Dit gaat gepaard met een algemene toename van het bodemleven. Enkel Corophium komt mettertijd minder voor. De bodem wordt in 2013 slibrijker en fijnzandiger.

Meetpost 815, gelegen aan de westelijke plaatrand, behoort afwisselend tot een hoog- en een laagdynamisch milieu. Deze fluctuaties vindt men ook - in mindere mate - terug in het lutumgehalte en de sedimentsamenstelling. Ook het bodemleven houdt hiermee verband. Opmerkelijk is de piek van kokkels tijdens 2011.

5.3.4.3 Centraal-noordelijke meetpunten



Figuur 5-120: Ligging van meepunten op Rug van Baarland / Centraal-noordelijk (onderste rij) en Noordelijk (bovenste rij).

Centraal op de Rug van Baarland, in de punten 821 en 822 geldt een vrij stabiel - laagdynamisch - milieu. Wadpieren komen er *veel* voor, evenals het bodemleven in het algemeen (*gemiddeld* tot *rijk*). Opmerkelijk verschil is het *veel* voorkomen van kokkels in punt 822, tegenover *weinig* in 821. Punt 823 lijkt sinds 2010 ook naar deze stabiele laagdynamische leefomgeving geëvolueerd te zijn. Vanaf dan is ook daar het waargenomen bodemleven fors in aantal toegenomen.

5.3.4.4 Noordelijke meetpunten

Meetlocatie 831 heeft dezelfde kenmerken als de meer zuidelijk gelegen punten (centraal-noord). Ook dit punt bevindt zich in een laagenergetisch zandig milieu. Dit kan ook gezegd worden van meetpost 832. Verschillend is de mindere aanwezigheid van het aantal wadpieren en het bodemleven in het algemeen.

Meetlocatie 833 evolueert medio 2009 naar een hoogenergetische omgeving. Daar het bodemleven voordien al in beperkte mate aanwezig was, wordt dit niet weerspiegeld in de kwalitatieve tijdreeksen.

5.3.5 Samenvatting

Op basis van de figuren in Bijlage Q, afgeleid uit Jentink (2014e) en de sedimentsamenstellingen en chlorofylgehalte weergegeven in Jentink et al. (2014) werden onderstaande overzichtstabellen (Tabel 5-4 tot Tabel 5-6) opgesteld, geordend volgens de locatie van het meetpunt. Hierin wordt de evolutie tussen 2009 en 2013 weergegeven door de heersende trends met symbolen (+, =, -, /) weer te geven. Merk op dat het tijdsverloop van de gemeten indicatoren niet vervat kunnen worden in een enkel symbool. De bedoeling is om een synthese te maken, zodat de belangrijkste signalen er kunnen uitgefilterd worden. Tabel 5-3 geeft de verklaring van de symbolen, waarin volgende afkortingen gebruikt:

- h.: hoogteligging
- geo: gemorfologisch type (- = evolutie naar laagdynamisch, + = evolutie naar hoogdynamisch; indien schor wordt dit aangeduid)
- eco: ecotoopklasse afgeleid van de ecotopenkaarten 2010, 2011, 2012
- lut: % lutumgehalte
- sed: sedimentsamenstelling
- wp: wadpieren
- Cor: Corophium
- kok: kokkels
- bl: bodemleven
- chl : chlorofylgehalte

Tabel 5-3: Verklaring van gebruikte symbolen

	EVOLUTIE 2009-2013			
afkorting	+	=	-	/
h.	bodemhoogte stijgt	blijft gelijk	bodemhoogte daalt	geen data
geo	laagdynamischer	blijft gelijk	hoogdynamischer	geen data
eco	laagdynamischer	blijft gelijk	hoogdynamischer	geen data
lut	lutumgehalte stijgt	blijft gelijk	lutumgehalte daalt	geen data
sed	fijnkorreliger en slibrijker	blijft gelijk	grofkorreliger en slibarmer	geen data
wp	voorkomen stijgt	blijft gelijk	voorkomen daalt	afwezig
Cor	voorkomen stijgt	blijft gelijk	voorkomen daalt	afwezig
kok	voorkomen stijgt	blijft gelijk	voorkomen daalt	afwezig
bl	voorkomen stijgt	blijft gelijk	voorkomen daalt	afwezig
chl	chlorofylgehalte stijgt	blijft gelijk	chlorofylgehalte daalt	geen data

5.3.5.1 Hooge Platen

Tabel 5-4: Analyse parameters voor Hooge Platen in de periode 2009-2013.

punt	h.	geo	eco	lut	sed	wp	Cor	kok	bl	chl
Hooge Platen West										
931	+	-	=	-	=	=	/	-	-	=
932	+	-	=	-	+	=	/	=	=	=
Hooge Platen Noord (oost)										
906	=	- (← schor)	=	=	/	=	=	=	=	/
907	+	= (schor)	=	+	/	/	=	/	=	/
908	+	= (schor)	=	=	/	/	=	/	=	/
Hooge Platen Noord (centraal)										
909	+	+	=	+	+	-	=	/	=	=
910	+	+	=	+	+	-	-	=	=	=
911	+	+ (→ schor)	+	+	+	-	-	/	-	+
912	+	+ (→ schor)	+	=	+	/	-	/	-	+
913	+	=	=	=	-	=	-	-	=	-
914	+	+	=	=	-	+	/	/	=	=
915	+	=	=	-	/	+	=	=	=	/
916	+	+	=	+	/	-	-	-	+	/
Hooge Platen Noord (west)										
922	+	+ (→ schor)	=	+	+	-	=	/	+	+
923	+	=	=	-	+	+	-	=	=	=
924	+	=	=	-	=	+	/	=	+	=
925	+	=	=	+	+	-	-	-	=	=
926	+	=	=	=	/	-	=	-	=	/
927	+	=	=	=	/	+	+	=	+	/

Ondanks de bodemstijging op de Hooge Platen West, bevinden de punten op de plaatrand zich eind 2013 in een hoogdynamische, zandige omgeving. Mogelijk zorgt erosie van eerder gestort materiaal voor minder beschutting en worden ze blootgesteld aan de dynamische omgeving. Dit zorgt voor een algemene daling van het bodemleven en het lutumgehalte.

In het oosten van de Hooge Platen Noord komt schorvegetatie voor. Dit bevordert de neerslag van fijner sediment en aldus sedimentatie van slibrijker materiaal. Met uitzondering van de continue bodemstijging is het milieu er vrij stabiel.

Algemeen genomen wordt de bodem centraal op de Hooge Platen Noord hoger, slibrijker en fijnkorreliger. Op de hoger gelegen punten gaat dit veelal gepaard met schorvorming. De evolutie naar een slibrijkere omgeving heeft een negatieve impact op het aantal wadpieren, die zandigere omstandigheden verkiezen. Ook het bodemleven in het algemeen wordt door schorvorming negatief beïnvloed. Het chlorofyl gehalte lijkt echter toe te nemen bij zich ontwikkelende schorren. Meer noordelijk en westelijk is de omgeving stabiel laagdynamisch.

Ook in het westen van de Hooge Platen Noord hoogt de plaat verder op. Hier geldt een stabiel laagdynamisch milieu, waar kleine variaties in sedimentsamenstelling nauw verbonden zijn met het aanwezige bodemleven, zowel Corphium als wadpieren komen meer voor tijdens periodes met een laag lutumgehalte. De ophoging van de zuidelijke rand gaat gepaard met (pionier-)schorvorming. Hierdoor stijgt ook het lutumgehalte, en wordt de bodem slibrijker. Ook hier ziet men het chlorofylgehalte de laatste jaren toenemen.

5.3.5.2 Plaat van Walsoorden

Tabel 5-5 Analyse parameters voor Plaat van Walsoorden in de periode 2009-2013.

punt	h.	geo	eco	lut	sed	wp	Cor	kok	bl	chl
Plaat van Walsoorden (oost)										
501	+	+ (→ schor)	+	-	-	-	-	/	-	=
502	-	-	=	-	-	/	-	/	-	=
503	-	-	=	-	-	-	-	/	-	=
504	-	-	+	-	-	-	-	/	-	=
505	-	-	=	-	-	-	-	/	-	-
506	-	-	=	-	-	-	-	/	-	-
Plaat van Walsoorden (centraal)										
507	=	- (← schor)	=	-	=	+	=	/	=	=
508	=	- (← schor)	-	-	-	+	=	/	-	=
509	=	- (← schor)	=	-	=	=	+	/	=	=
512	=	+ (→ schor)	=	=	+	/	=	/	=	=
513	-	= (→ schor)	=	-	+	/	=	/	=	/
514	-	-	=	=	=	-	=	/	-	=
531	+	+ (→ schor)	+	+	/	/	-	/	-	/
Plaat van Walsoorden (west)										
532	=	=	=	=	=	=	=	/	=	=
534	=	+	=	=	=	+	=	/	=	=
535	+	+	+	=	=	+	+	/	=	=
536	+	+	+	=	=	+	+	/	=	=

De algemene trend aan het zuidoosten van de Plaat van Walsoorden wordt beheerst door het uitruimen van de zuidoostelijke plaatpunt. Hierdoor belanden de punten in een hoogdynamische omgeving, wat op zijn beurt weer negatieve gevolgen heeft voor het bodemleven. Daarnaast gelden in het noordelijke punt atypische waarnemingen bij de schorontwikkeling in vergelijking met de Hooge Platen Noord. Ondanks de schorvorming, vermindert het aandeel fijn sediment en wordt de bodem zandiger, toch geeft dit geen aanleiding tot meer wadpieren. Dit valt allicht te verklaren door de dichte schorbegroeiing die daar aanwezig is. Ondanks de vegetatie komt hier wel Corophium voor. Wel in lijn met de waarnemingen op de Hooge Platen, is het verminderde algemene bodemleven.

Ondanks de vrij stabiele hoogte centraal op de plaat, geldt naar het zuiden toe een omzetting van schorvegetatie naar laagdynamisch litoraal. Deze ontwikkeling gaat hier en daar reeds gepaard met de komst van meer wadpieren en Corophium. Meer noordwaarts geldt over het algemeen het omgekeerde, schorontwikkeling of -behoud lijkt het bodemleven - wadpieren in het bijzonder - af te remmen en zelfs weg te houden.

In het algemeen grijpt ter hoogte van het westelijke deel van de Plaat van Walsoorden een overgang plaats van een hoog- naar een laagenergetisch milieu. Vermoedelijk is dit te danken aan de plaatrandstortingen, die ter plekke een luwe zone creëren. Deze verschuiving heeft geen invloed op de sedimentsamenstelling of het lutumgehalte: de aanwezigheid van fijn materiaal blijft zeer marginaal. Naar verwachting heeft dit een positieve impact op de abundantie van wadpieren en Corophium. Op de hele Plaat van Walsoorden worden geen kokkels waargenomen, ook hier zijn deze dus afwezig.

5.3.5.3 Rug van Baarland

Tabel 5-6 Analyse parameters voor Rug van Baarland in de periode 2009-2013.

punt	h.	geo	eco	lut	sed	wp	Cor	kok	bl	chl
Rug van Baarland (centraal-zuid)										
801	+	+	=	=	=	+	=	+	+	=
802	+	+	=	=	=	+	=	-	-	=
803	-	=	+	=	=	+	=	=	=	-
804	-	=	+	=	=	=	=	=	=	=
807	=	+	+	=	=	+	=	+	+	=
808	+	=	=	=	=	+	=	+	+	=
809	-	-	=	=	=	=	/	+	+	=
Rug van Baarland (zuid)										
811	+	-	-	=	/	-	-	=	-	/
812	=	=	=	=	/	=	-	=	-	/
813	-	=	=	=	/	+	-	=	+	/
814	-	=	+	=	+	+	-	+	=	=
815	=	=	=	=	-	+	/	+	+	=
Rug van Baarland (centraal-noord)										
821	=	+	=	-	/	+	-	-	=	/
822	=	=	=	=	/	=	-	-	-	/
823	-	+	+	=	/	+	=	+	+	/
Rug van Baarland (noord)										
831	+	=	=	=	/	=	-	-	-	/
832	=	=	=	=	/	+	-	-	-	/
833	-	-	=	=	/	+	+	/	+	/

Op het zuidelijke centrale deel van de Rug van Baarland bestaat de bodem uit vrij grof zand en is slibarm. Deze sedimentsamenstelling is zeer constant in de bestudeerde periode. Ondanks de verschillende hoogteontwikkelingen kan men algemeen stellen dat de creatie en instandhouding van laagdynamisch milieu bevorderlijk is voor het bodemleven. Uitzondering hierop vormt punt 809, dat in een hoogenergetisch regime is beland.

Ook op het zuidelijke deel van de Rug van Baarland blijft het relatief grofzandige karakter behouden. Het zuidelijke deel ligt op de grens tussen een hoog- en een laagdynamsich milieu. Getuige hiervan zijn de afwisselende variaties in geomorfologisch (sub-)type. In laagenergetische periodes wordt het bodemleven positief beïnvloed. De zuidelijke punten aan de westkant, aan de zijde van de plaatrandstorting, tonen dit aan.

Op het noordelijke centrale deel heerst een laagdynamisch, stabiel milieu. Wadpieren komen hier uitzonderlijk *veel* voor. Het westwaarts gelegen punt 823 lijkt sinds 2010 ook naar deze stabiele laagdynamische leefomgeving geëvolueerd te zijn. Vanaf dan wordt de wadpier en Corophium frequenter waargenomen en is het waargenomen bodemleven fors in aantal toegenomen.

Op het noordelijke deel van de Rug van Baarland geldt ook een laagenergetische omgeving. Met uitzondering van het westelijk gelegen punt 833 - waar een hoogdynamisch klimaat heerst - komt de wadpier er veelvuldig voor. Het lutumgehalte en de morfologische (sub-)klassen wijzen op een vrijwel ongewijzigde sedimentsamenstelling.

5.4 WATERVOLUME IN DE GEULEN

Het criterium Instandhouding Meergeulenstelsel omvat één kwaliteitsparameter: het watervolume in de nevengeul (§2.3.2). 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. In deze rapportage beperkt men zich tot de bespreking van het watervolume en de kantelindex.

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. (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.

De berekening van de kantelindex en de onder- en waarschuwingsgrens wordt hieronder beschreven en werd overgenomen uit Schrijver (2014b). Niet onbelangrijk is het onderzoek dat momenteel loopt voor het aanpassen van het criterium (zie Overleg Flexibel Storten, 2013):

"Aan de projectgroep Veiligheid & Toegankelijkheid wordt gevraagd om naar aanleiding van het advies van de Commissie het huidige criterium nader te onderzoeken en te bepalen op welke wijze dit criterium eventueel aangepast kan worden, zodat op een betere manier rekening gehouden kan worden met de plaatrandstortingen langs de nevengeulen."

Aangezien er nog geen uitsluitsel bestaat over de nieuwe vooropgestelde methodiek (in concept) van het LTV-consortium (2014), worden de resultaten nog gerapporteerd en beoordeeld volgens het klassieke criterium.

5.4.1 Maximaal toegelaten verandering

De maximaal toegelaten verandering in het watervolume van een nevengeul, $V_{max\ toelaatbaar}$, vanaf 2010 tot tenminste het einde van de vergunningsperiode (2015), zoals vastgelegd in het Protocol Kwaliteitsparameters, is:

$$MC = \{\text{macrocel 1, macrocel 3, …, macrocel 7}\}$$

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

Waarbij geldt:

i	=	de macrocel.
V_{max}	=	max(V_{2005} … V_{2009}), het maximale watervolume over de periode 01/01/2006 - 01/01/2010.
V_{min}	=	min(V_{2005} … V_{2009}), het minimale watervolume over de periode 01/01/2006 - 01/01/2010.
NV	=	stdev(V_{2005} … V_{2009}), de standaarddeviatie van het watervolume over de periode 01/01/2006 - 01/01/2010.
$V_{max\ stort}$	=	de maximale jaarlijkse stortcapaciteit voor de nevengeul zoals vastgelegd in de vergunning

De periode waarover het V_{max}, V_{min} en NV 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. Hierbij worden V_{max}, V_{min} en NV berekend over de periode van 01/01/2001 tot en met 01/01/2010. Dit is louter ter informatie omdat het Overleg Flexibel Storten inzicht wilde krijgen of het beschouwen van een langere termijn beter zou zijn.

5.4.2 Ondergrens en waarschuwingsgrens

De ondergrens (OG) wordt bepaald door de maximaal toelaatbare afwijking ten opzichte van het grootste gemeten watervolume

De ondergrens voor het volume van een nevengeul is het minimale volume van de voorafgaande vijf jaar (V_{min}), met daarvan afgetrokken de standaarddeviatie van de voorafgaande vijf jaar (NV) en het maximaal toegelaten stortvolume in de nevengeul volgens vergunning ($V_{max\ stort}$):

$$\begin{aligned} \forall i \in MC : OG(i) &= Vmax(i) - Vmax\ toelaatbaar(i) \\ &= Vmax(i) - (\ Vmax(i) - Vmin(i) + NV(i) + Vmax\ stort(i)\ ) \\ &= Vmin(i) - NV(i) - Vmax\ stort(i) \end{aligned}$$

De ondergrens voor het nevengeulvolume ligt dus altijd onder het kleinste nevengeulvolume zoals gemeten tijdens de referentieperiode 2006-2010 (of 2001-2010).

Het waarschuwingsniveau (WG) 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.

5.4.3 Kantelindex

De kantelindex is een maat voor de verhouding van de diepte van de eb- en vloedgeul:

$$\forall i \in MC : Kantelindex(i) = \ln [diepte\ ebgeul(i) / diepte\ vloedgeul(i)]$$

Hierbij is de diepte van de eb- of vloedgeul de gemiddelde diepte die wordt berekend door het watervolume te delen door het natte oppervlak van die geul.

De kantelindex is dus een maat voor hoe de diepte van de eb- en vloedgeul zich ten opzichte van elkaar verhouden

5.4.4 Getijvolume

Van iedere macrocel wordt iedere 3 jaar gedurende één eb- en één vloedperiode (13 uur) de stroomsnelheid over de raai in de verticale gemeten. Op basis van de meetgegevens wordt het getijvolume zowel in de ebgeul als in de vloedgeul berekend. Jaarlijks wordt eveneens het getijvolume berekend met behulp van een WAQUA model (ScalWest).

In Tabel 5-7 is aangegeven welke raai hoort bij elke macrocel. Binnen het monitoringsprogramma worden nog andere raaien in de Westerschelde en de monding gemeten: voor een volledig overzicht wordt verwezen naar Schrijver & Plancke (2008).

Tabel 5-7: Raai per macrocel waar het getijvolume wordt bepaald.

macrocel	Raai
1	9
3	7
4	6
5	5a
6	2
7	1

De getijvolume-grafieken werden opgesteld door Schrijver (2014b) die ze beschrijft als volgt:

“In de grafieken wordt weergegeven:

- De gemeten en berekende verdeling van het vloedvolume in de eb- en de vloedgeul;
- De gemeten en berekende verdeling van het ebvolume in de eb- en de vloedgeul;
- Het totale getijvolume in de eb- en de vloedgeul. Hierbij wordt het berekende percentage in 1996 als 100 % aangehouden, indien er geen metingen zijn uitgevoerd in dat jaar wordt dit bepaald in de jaren 1994 of 1995.”

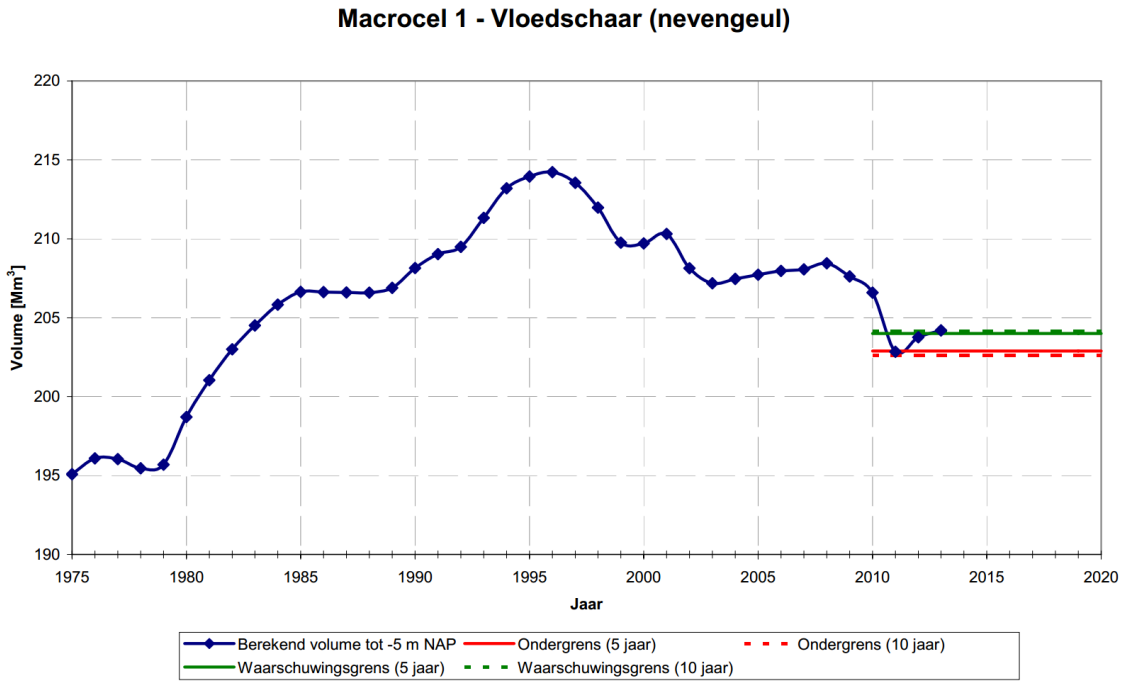
Per macrocel wordt op basis van deze figuren het getijvolume besproken in zijn respectieve raai. Daarbij wordt ook gekeken naar de verhouding of verdeling van het getijvolume tussen hoofdgeul en nevengeul: het is niet wenselijk dat het getijvolume in de hoofdgeul toeneemt ten koste van het getijvolume in de nevengeul.

5.4.5 Toetsing

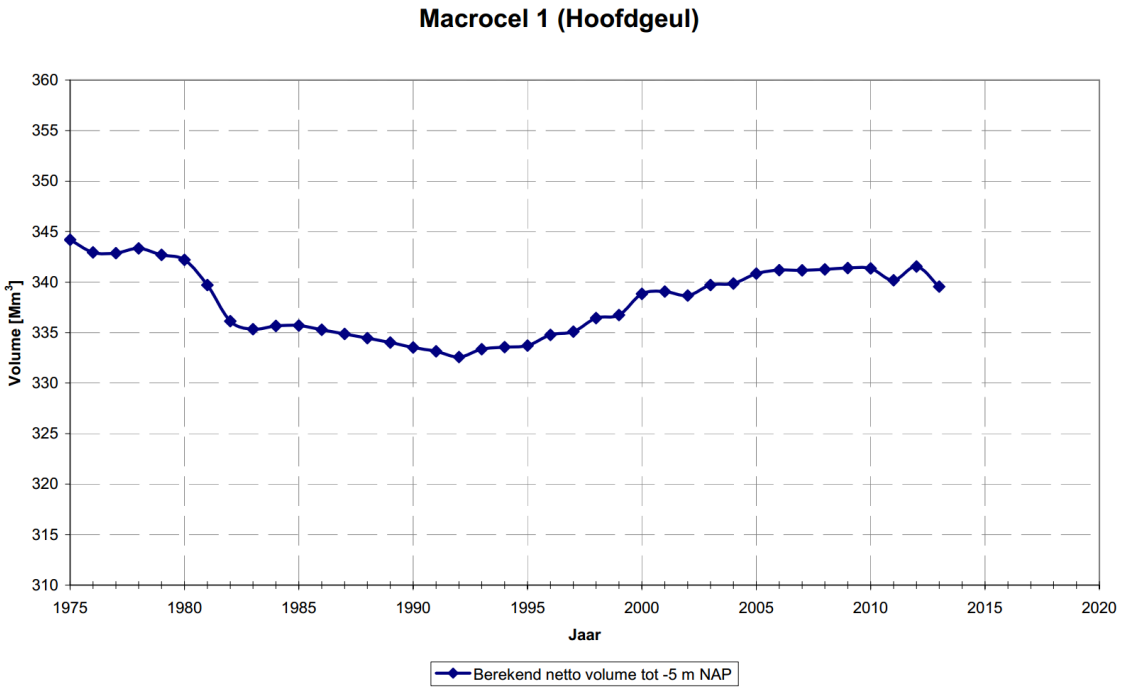
De resultaten betreffende dit criterium staan in het rapport “Monitoring meergeulensysteem Westerschelde – Toetsing criteria nevengeulen” (Schrijver, 2013, 2014b). In wat volgt is een selectie van de resultaten getoond die wat meer aandacht verdienen. Voor de volledige resultaten wordt verwezen naar Schrijver (2013, 2014b). Getoetst wordt of het natte volume in een nevengeul groter is dan een voor iedere macrocel gedefinieerd minimaal volume. Indien dit niet zo is, geldt dit als de ongewenste situatie. Bovendien definieert het Protocol ook een waarschuwingscriterium waarop wordt getoetst. In wat volgt wordt de ontwikkeling van de watervolumes bij de respectieve balansdatums per 1 januari 2012 en 2013 besproken.

Macrocel 1

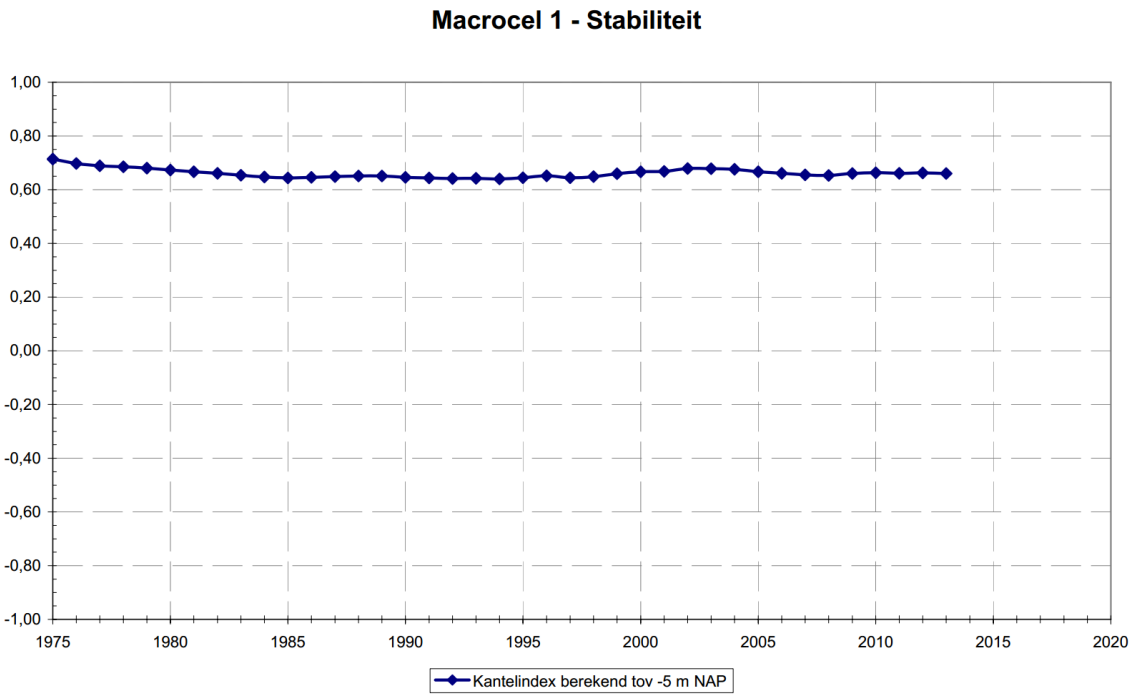
- De grote afname van het watervolume van de nevengeul in macrocel 1 gedurende 2010 - 2011 - te wijten aan de plaatrandstortingen (IMDC, 2013a) - is tijdens 2012 en 2013 veranderd in een toename. Daar waar het volume in 2012 de waarschuwingsgrens nog onderschreed, voldoet de vloedschaar van macrocel 1 in 2013 aan het criterium. De trend is dus licht positief geworden en het berekende volume ligt net boven de waarschuwingsgrens (Figuur 5-121). Deze trendverandering kan (deels) verklaard worden door de afnemende plaatrandstortingen ter plaatse van HPW en HPN en erosie van eerder gestort materiaal (zie verschilkaart 2011-2012 in Bijlage J).
- Het watervolume in de hoofdgeul van macrocel 1 vertoont sinds 2010 een licht negatieve trend (Figuur 5-122). Aangezien de ingrepen in de hoofdgeul niet in die mate voorkomen, is deze ontwikkeling te beschouwen als een natuurlijke evolutie. Mogelijk speelt hier de relatieve toename van aanzanding aan de binnenbocht van de Honte (zie verschilkaart 2012-2013 in Bijlage J).
- Figuur 5-123 toont een stabiele kantelindex voor macrocel 1.
- De laatste ADCP meting ter hoogte van het Vaarwater langs Hoofdplaat toont zowel voor het procentueel eb- als vloedvolume een afname (Figuur 5-124). Deze daling bevestigt de waarnemingen in § 5.1.1.2 waar reeds vermeld werd dat het Vaarwater langs Hoofdplaat ook na de verruiming te maken heeft met aanhoudende sedimentatie, en dus een debietsafname kent.



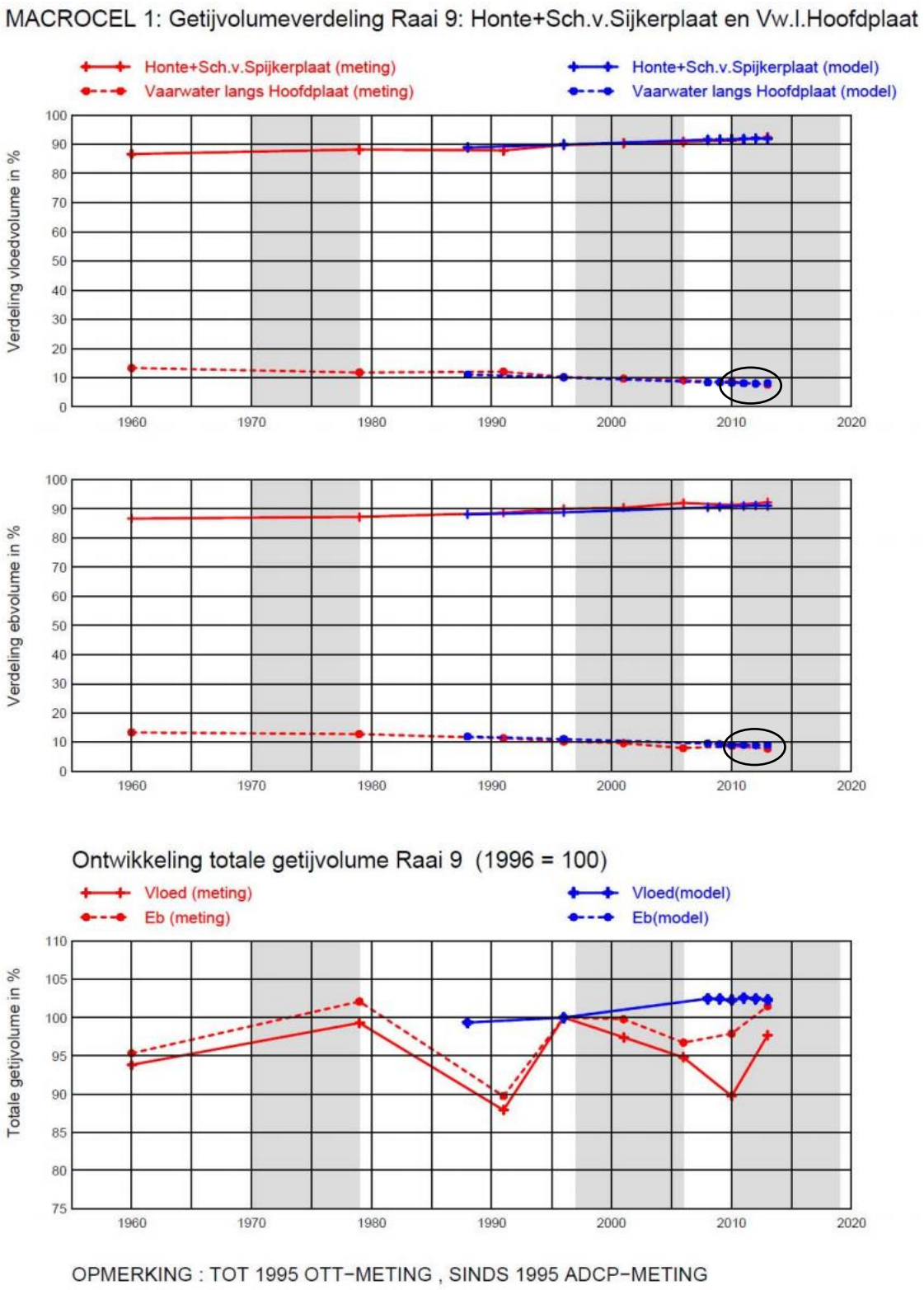
Figuur 5-121: Netto volume vloedschaar nevengeul macrocel 1 (bron: Schrijver, 2014b)



Figuur 5-122: Netto volume ebschaar hoofdgeul macrocel 1 (bron: Schrijver, 2014b)



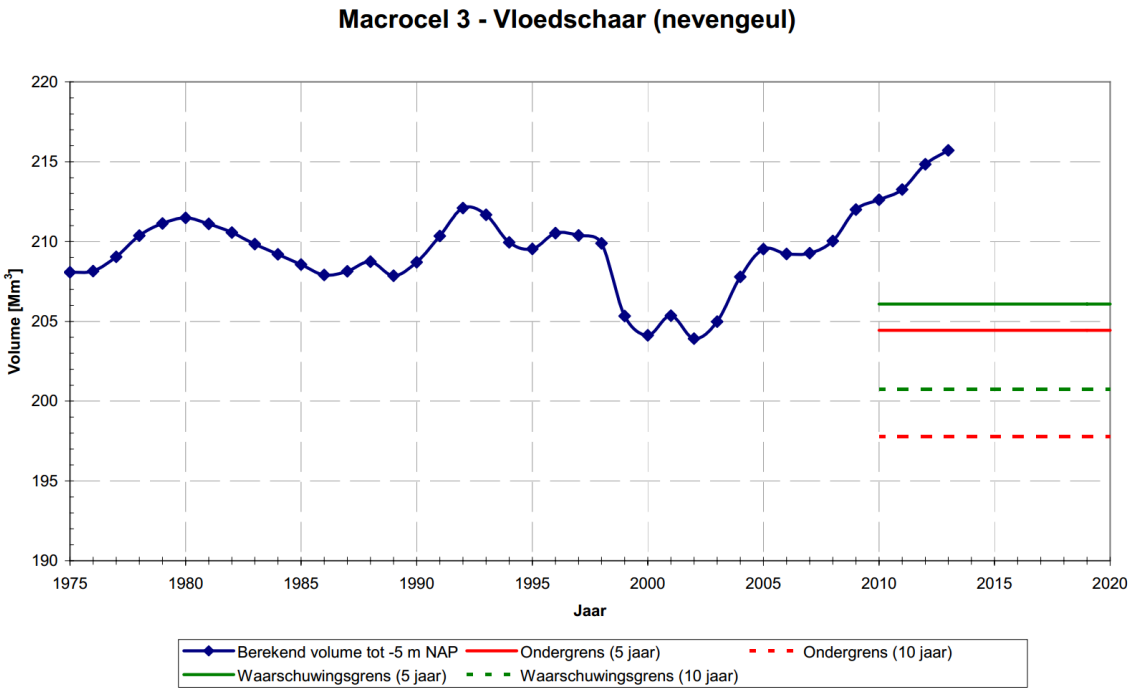
Figuur 5-123: De evolutie van de kantelindex voor macrocel 1 (bron: Schrijver, 2014b)



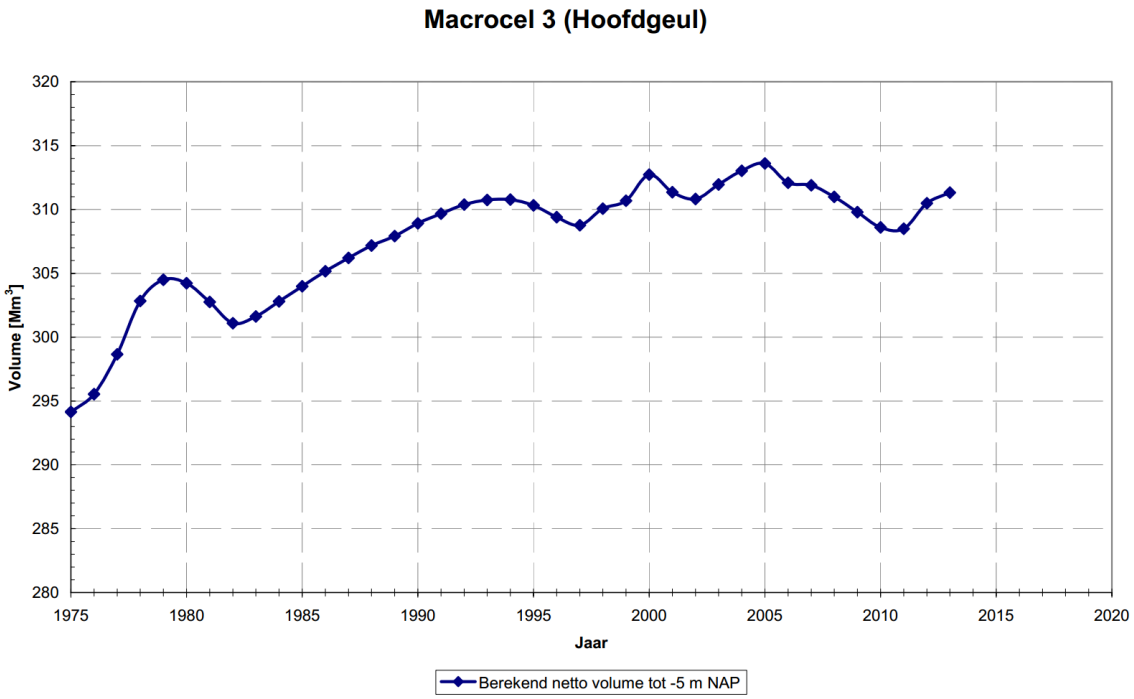
Figuur 5-124: Getijvolumeverdeling Raai 9 in macrocel 1 (bron: Schrijver, 2014b)

Macrocel 3

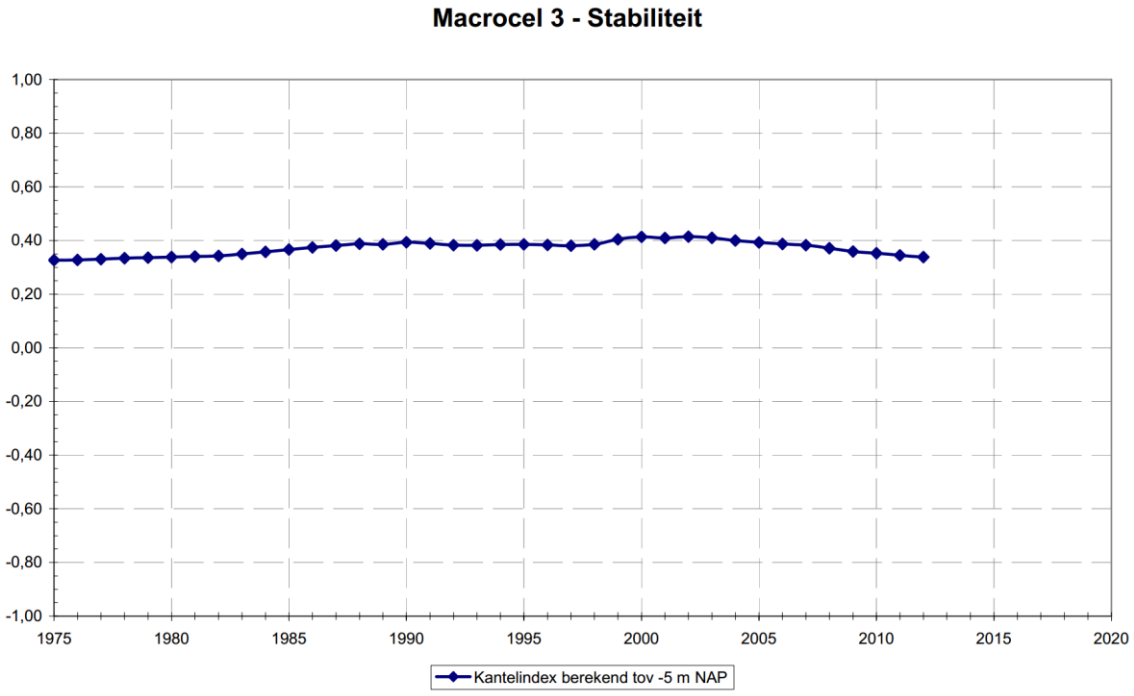
- De stijgende trend in de nevengeul van macrocel 3 zet zich verder. De nevengeul ruimt verder uit en het watervolume stijgt. Het watervolume bevindt zich dan ook ver boven de vijfjarige waarschuwingsgrens (Figuur 5-125).
- De hoofgeul kent - na een daling tussen 2005 en 2010 en daaropvolgende stabilisatie in 2011 - een toename van het watervolume in 2012 en 2013 (Figuur 5-126). Evenals de nevengeul, wordt de hoofdgeul dus iets ruimer.
- De kantelindex vertoont een negatieve trend, wat er op wijst dat de nevengeul aan volume 'wint' ten opzichte van de hoofdgeul (Figuur 5-127).
- De stortintensiteitskaart van SN31 toont aan dat er enkel nog maar in het oostelijk deel van het vak gestort werd. In § 5.1.1.3 werd reeds aangehaald dat migratie van de gestorte specie mogelijks aanleiding geeft tot verhoogde sedimentatie in (en aan de westelijke rand van) het plaatrandstortvak RvB (macrocel 4). Storten in het westelijk deel van SN31 zouden deze ontwikkeling kunnen afremmen.
- De ADCP metingen tonen dat het relatieve getij-aandeel van de nevengeul (Everingen) licht afneemt (Figuur 5-128).



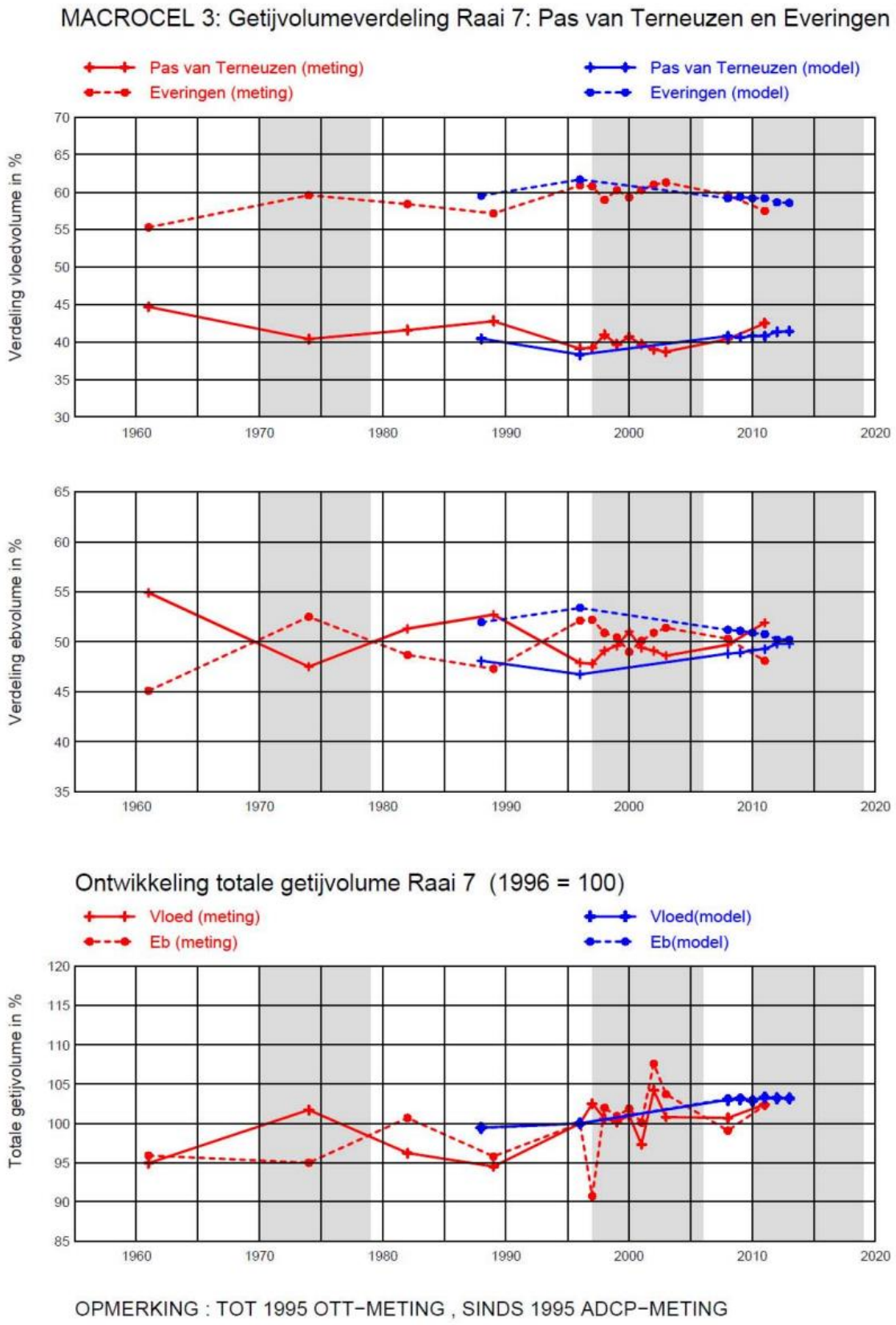
Figuur 5-125: Netto volume vloedschaar nevengeul macrocel 3 (bron: Schrijver, 2014b)



Figuur 5-126: Netto volume ebschaar hoofdgeul macrocel 3 (bron: Schrijver, 2014b)



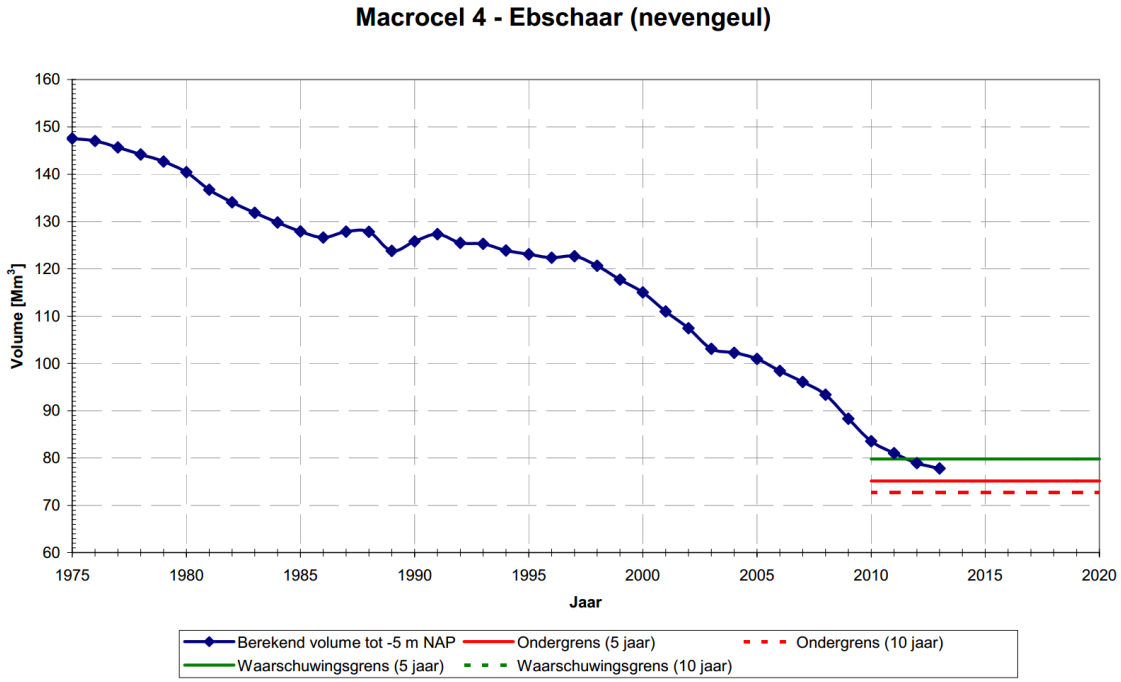
Figuur 5-127: De evolutie van de kantelindex voor macrocel 3 (bron: Schrijver, 2014b)



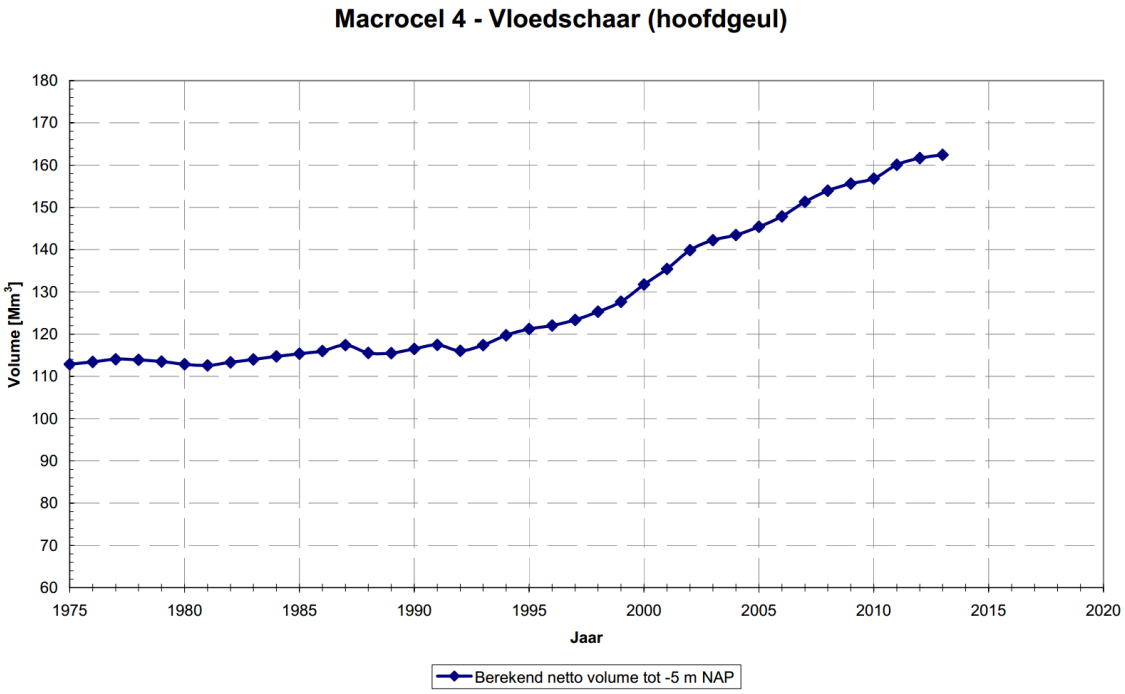
Figuur 5-128: Getijvolumeverdeling Raai 7 in macrocel 3 (bron: Schrijver, 2014b)

Macrocel 4

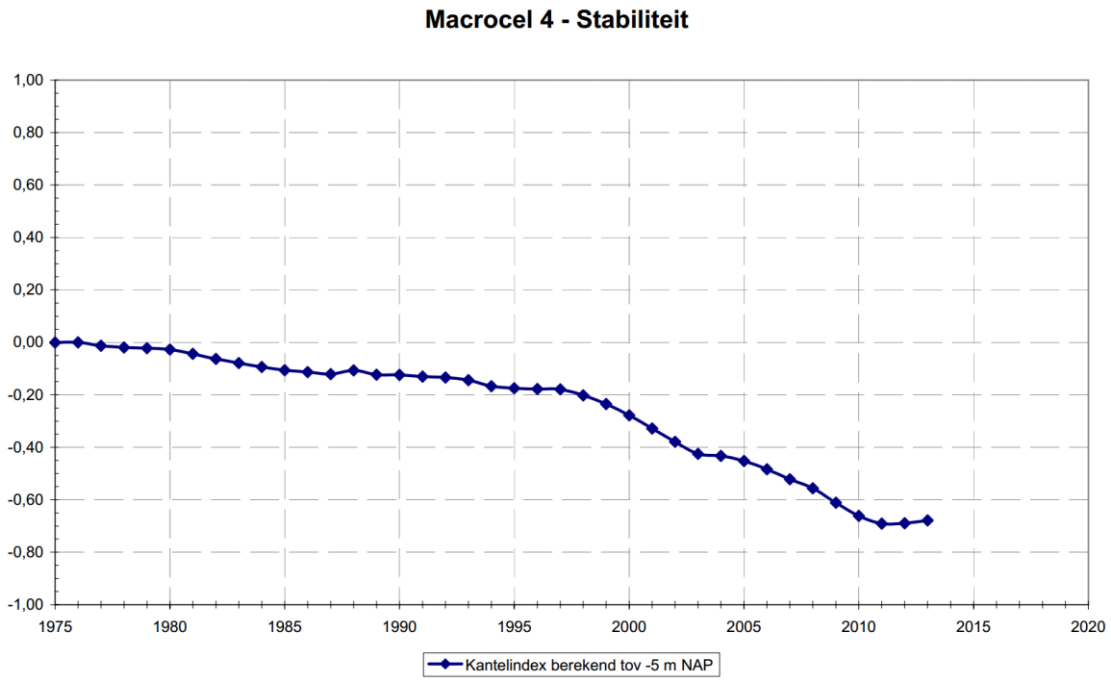
- De neerwaartse trend in macrocel 4 zet zich voort in 2012 en 2013. Het volume bevindt zich nog boven de ondergrens, maar reeds onder de waarschuwingsgrens. Het berekende watervolume dreigt in de toekomst dus niet meer aan het opgelegde criterium te voldoen. Ondanks het niet storten in de nevengeul van macrocel 4, neemt het watervolume er nog steeds af. Men kan echter wel afleiden dat de sedimentatiesnelheid ter hoogte van het Middelgat gedaald is doordat de ebgeul gespaard is gebleven van verdere stortingen (Figuur 5-129).
- Het uitruimen van de Overloop van Hansweert wordt deels gecompenseerd door een verhoogde stortintensiteit in SH41. Hierdoor kent het watervolume van de hoofdgeul een vertraagde toename, en hiermee gepaard een daling van de verdiepingssnelheid (Figuur 5-130).
- De lichte stijging van de kantelindex lijkt sterk beïnvloed door het stopzetten van de plaatrandstortingen aan RvB en de verhoogde stortfrequentie in SH41 (Figuur 5-131).
- Figuur 5-132 toont de verdeling van het getijvolume over het Middelgat en het Gat van Ossenisse. Uit de metingen blijkt dat het Middelgat bij zowel eb- als vloed steeds minder debiet verwerkt. De modelberekeningen tonen een min of meer gestagneerd ebvolume tussen 2012 en 2013.



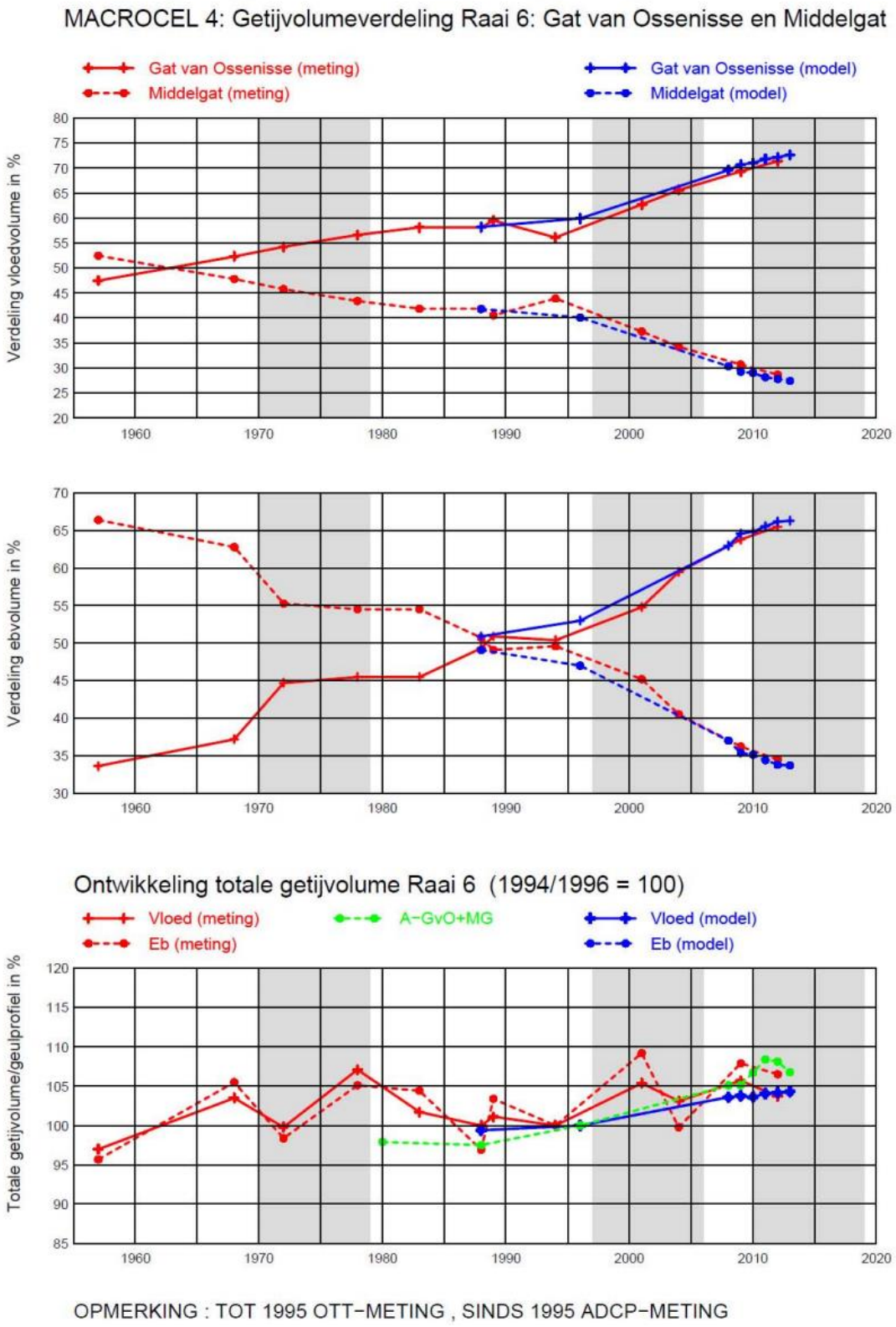
Figuur 5-129: Netto volume ebschaar nevengeul macrocel 4 (bron: Schrijver, 2014b)



Figuur 5-130: Netto volume vloedschaar hoofdgeul macrocel 4 (bron: Schrijver, 2014b)



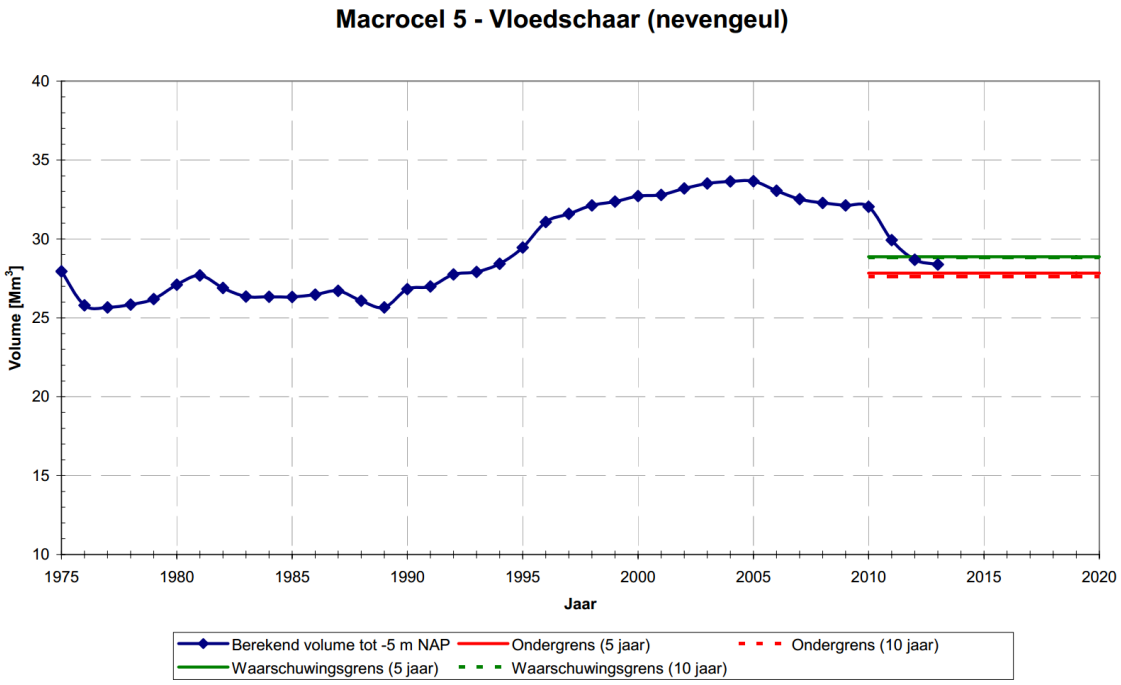
Figuur 5-131: De evolutie van de kantelindex voor macrocel 4 (bron: Schrijver, 2014b)



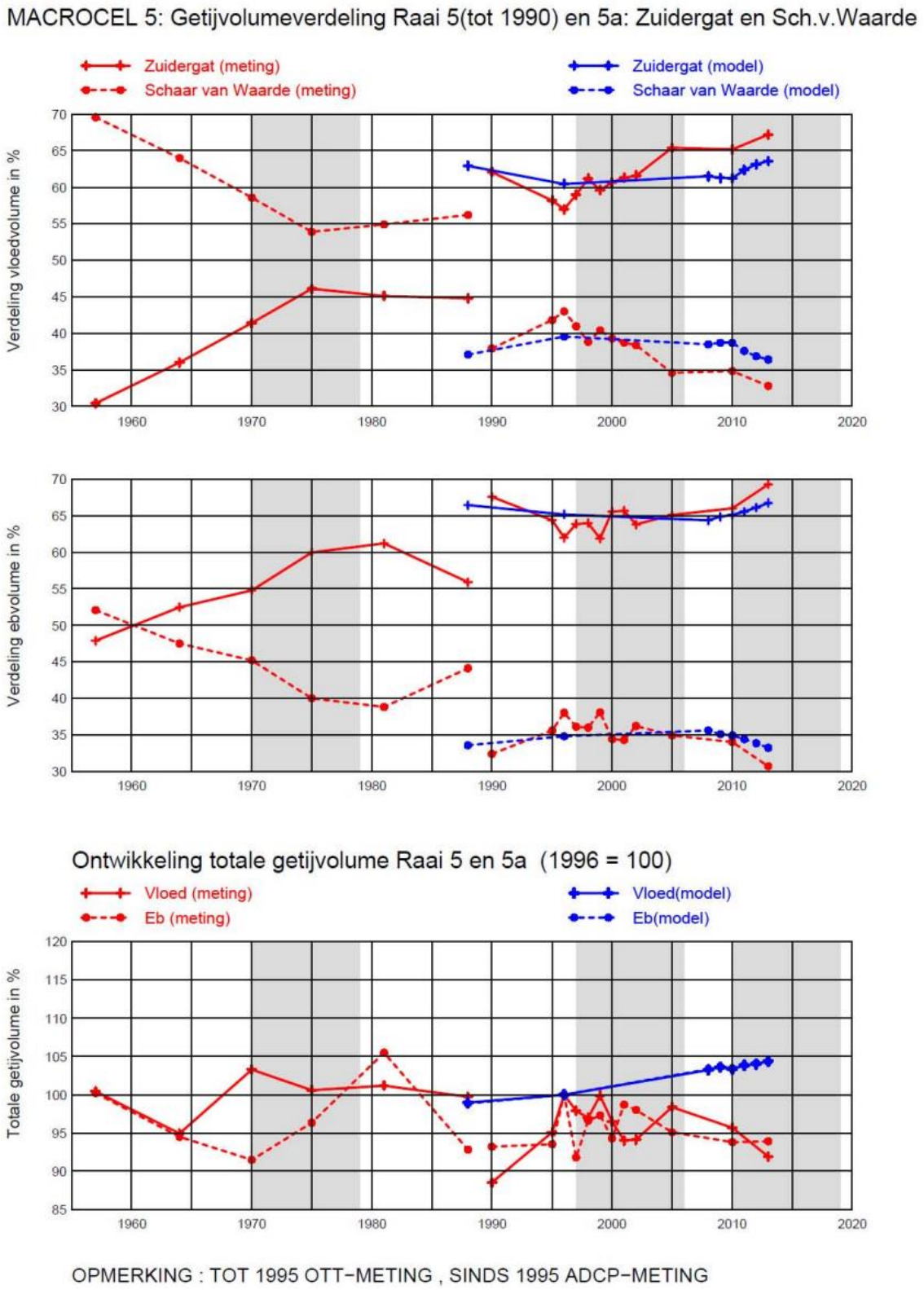
Figuur 5-132: Getijvolumeverdeling Raai 6 in macrocel 4 (bron: Schrijver, 2014b)

Macrocel 5

- In macrocel 5 zet de daling van het watervolume in de nevengeul zich voort in 2012 en 2013 (Figuur 5-133). Net als bij macrocel 4, bevindt het volume zich nog boven de ondergrens, maar reeds onder de waarschuwingsgrens. Tussen 2011 en 2012 echter, kan men het effect van een lagere stortfrequentie in SN51 waarnemen: de steile dalende trend sinds 2010 wordt recent vlakker.
- Zowel bij eb als bij vloed verwerkt de Schaar van Waarde minder debiet in de recentste metingen. Bij vloed is de daling meer uitgesproken (Figuur 5-134).



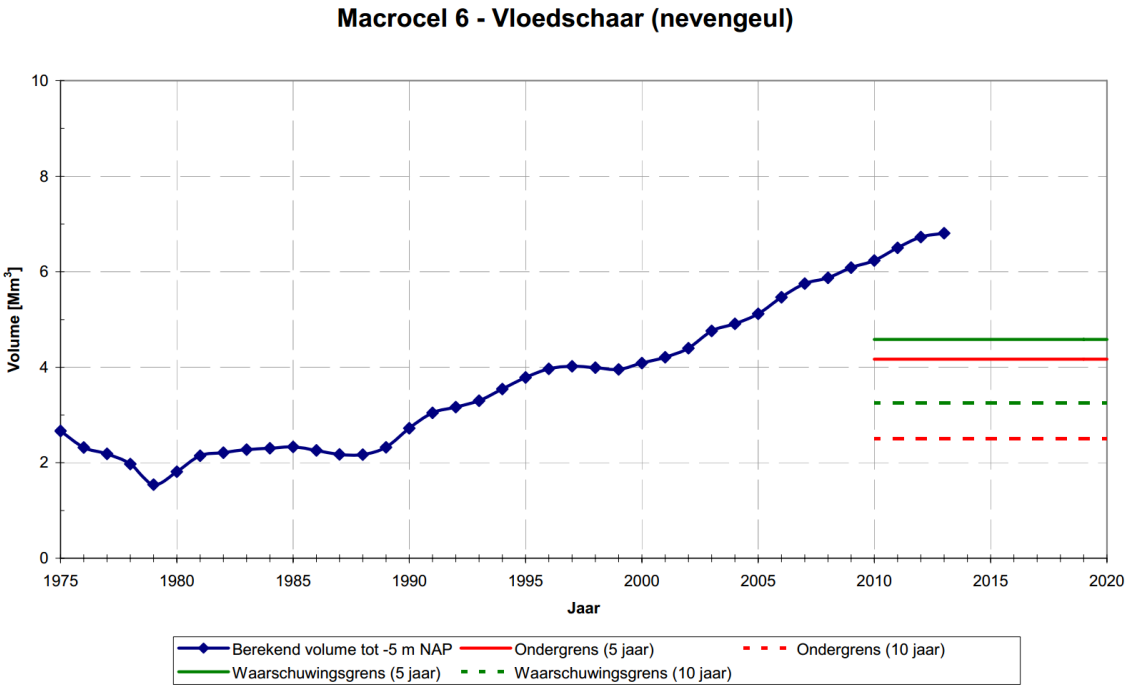
Figuur 5-133: Netto volume vloedschaar nevengeul macrocel 5 (bron: Schrijver, 2014b)



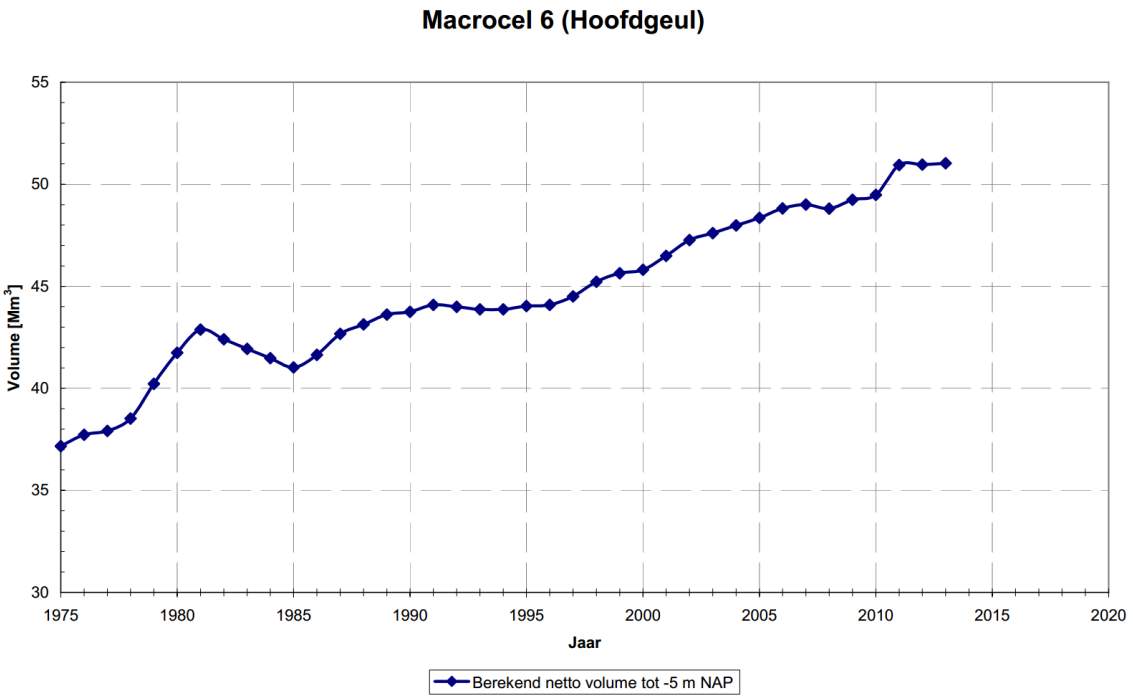
Figuur 5-134: Getijvolumeverdeling Raai 5 en 5a in macrocel 5 (bron: Schrijver, 2014b)

Macrocel 6

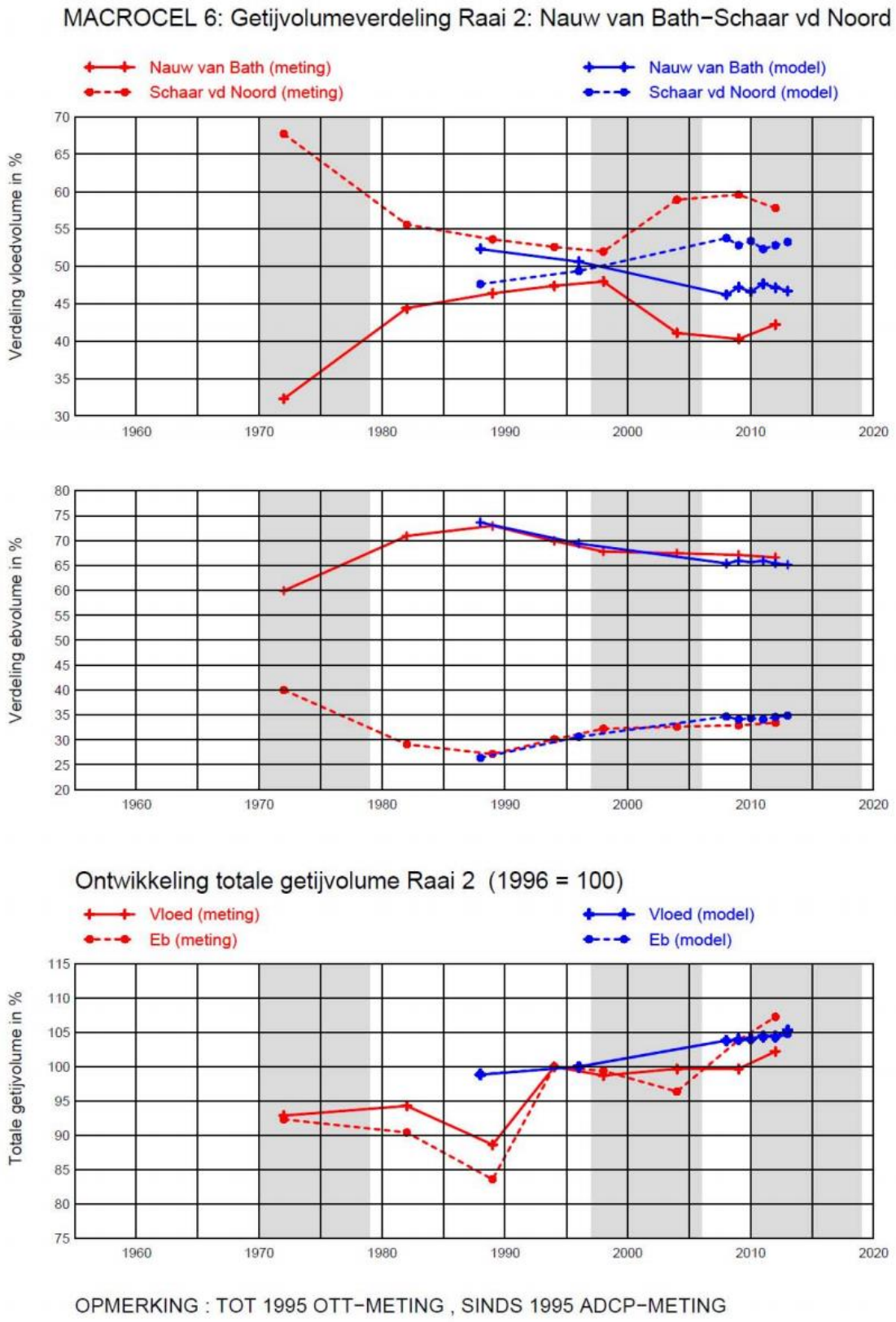
- Daar de Schaar van de Noord voornamelijk onderhevig is aan erosie (§ 5.1.1.6), zet de stijgende trend in de nevengeul van macrocel 6 zich onverminderd voort: het watervolume stijgt en voldoet ruim aan het strengste criterium (Figuur 5-135).
- Figuur 5-136 weerspiegelt het effect van de recente stortingen in SH61. De sterke toename van het watervolume onder invloed van de verruimingswerken in 2010-2011, stabiliseert in de daaropvolgende jaren door stortingen ter hoogte van het Nauw van Bath (zie verschilkaarten 2011-2012 en 2012-2013 in Bijlage J).
- Het effect van de verruiming is ook waarneembaar in Figuur 5-137: door baggerwerken krijgt de ebgeul meer debiet te verwerken tijdens vloed. Het relatieve aandeel tijdens eb blijft echter vrij stabiel.



Figuur 5-135: Netto volume vloedschaar nevengeul macrocel 6 (bron: Schrijver, 2014b)



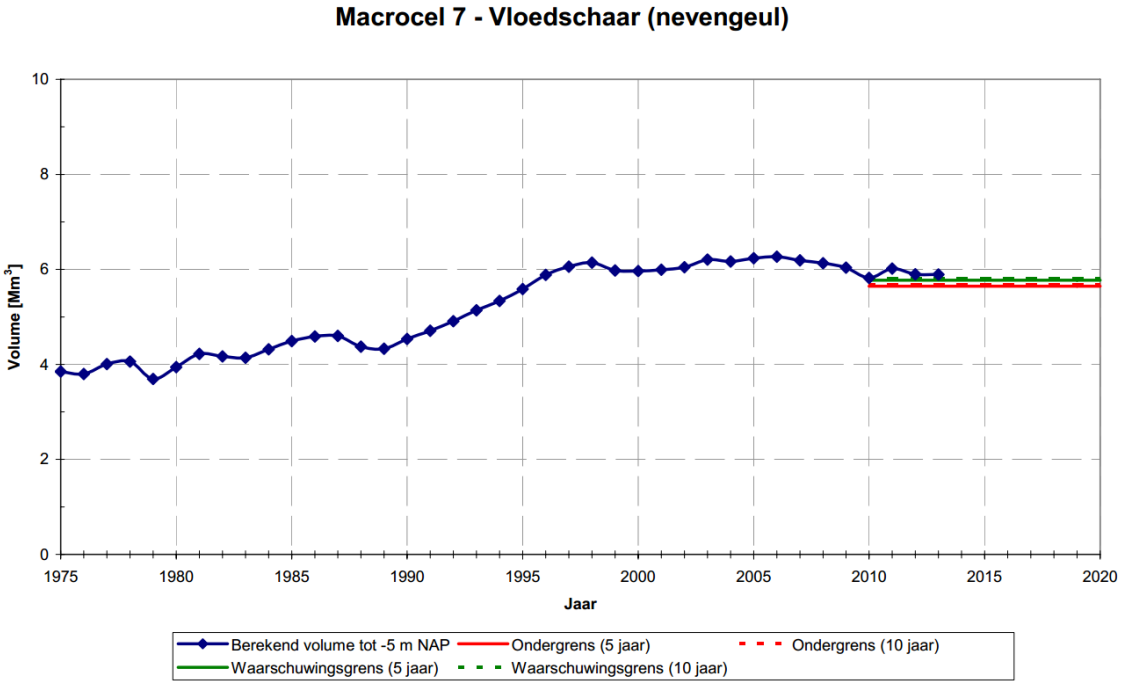
Figuur 5-136: Netto volume ebschaar hoofdgeul macrocel 6 (bron: Schrijver, 2014b)



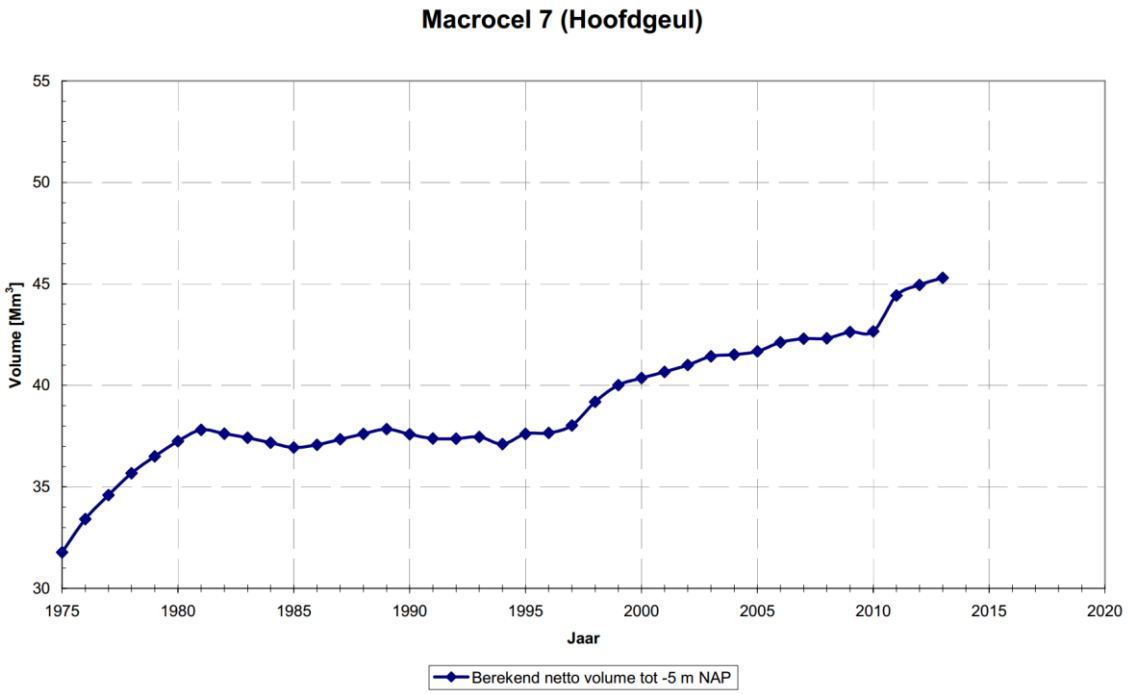
Figuur 5-137: Getijvolumeverdeling Raai 2 in macrocel 6 (bron: Schrijver, 2014b)

Macrocel 7

- Na een lichte stijging tussen 2010-2011 door erosie aan de Ballastplaat, kent het berekende watervolume terug een lichte daling door sedimentatie van de Appelzak (§ 5.1.1.6). Hiermee flirt het volume met de waarschuwingsgrens, maar wordt ze niet onderschreden (Figuur 5-138).
- Het watervolume in de hoofdgeul wordt in sterke mate beïnvloed door de baggerwerken die ter plaatse worden uitgevoerd. Zo kent het watervolume in 2010-2011 een sterke stijging door de verdiepingswerken op de Drempel van Bath en de Drempel van Zandvliet. De daaropvolgende jaren zorgen additionele baggerwerken voor een minder uitgesproken toename (Figuur 5-139).



Figuur 5-138: Netto volume vloedschaar nevengeul macrocel 7 (bron: Schrijver, 2014b)



Figuur 5-139: Netto volume ebschaar hoofdgeul macrocel 7 (bron: Schrijver, 2014b)

5.5 STABILITEIT VAN DE 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 Tabel 5-8 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.

Tabel 5-8: 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 natuurlijke sedimentatie- en erosieprocessen. Naast de gewone peilingen die plaatsvinden, en tot een diepte van -2 m NAP peilen, zijn er ook zesmaandelijks zogenaamde grote peilingen die tot -1 m NAP peilen, wat kan leiden tot kleine variaties in de volumeberekeningen. De volumeveranderingen in de peilingen worden berekend binnen 'rekenpolygonen' die gelijk zijn aan de stortzones inclusief een buffer van 100 m. Deze volumeveranderingen worden vergeleken met de storthoeveelheden die door aMT geregistreerd werden.

Voor elk van de plaatrandstortzones worden hieronder resultaten weergegeven die het verloop van de stort- en peilvolumes tonen, en het verloop van de stabiliteit. De stabiliteit is bepaald als quotiënt van het gepeilde volume (= in situ bodemveranderingen) en het gestorte volume (= aangevoerde hoeveelheden, omgerekend naar in situ volume).

Het referentietijdstip komt overeen met de start van de verdiepingsstortingen op 12 februari 2010. De toetsing gebeurt dan per 12 februari van elk volgend jaar (of een nabijgelegen voorgaande of volgende peiling).

Voor elk van de vier platen HPW, HPN PWA en RVB worden maandelijks rapporten opgesteld met daarin de ontwikkeling van de bodemdiepte in de stortzone en de plaatranden. In wat volgt worden de bevindingen en resultaten integraal overgenomen vanuit het statusrapport vier jaar na de start van de verdiepingsstortingen (IMDC, 2014d). Voor elk van de vier platen werden twee dieptekaarten opgemaakt: de situatie rond 12 februari 2010 en de situatie 4 jaar later, in 2014. Om de evolutie weer te geven van de plaatrandstortingen in deze periode, werden verschilkaarten opgemaakt tussen 2010-2014. Deze kaarten zijn opgenomen in Bijlage L.

5.5.1.1 Hooge Platen West

De stortingen op Hooge Platen West zijn uitgevoerd in 3 periodes. De eerste periode liep van 12/02/2010 tot 10/05/2010; er werd een volume van 1.95 Mm³ gestort. Kort na de stortingen (30/05/2010) was nog 97 % van het gestorte materiaal aanwezig. Na 1 jaar (T16, 16/02/2011) was dit nog 62 % met een vrijwel lineaire terugval vanaf 30/05/2010.

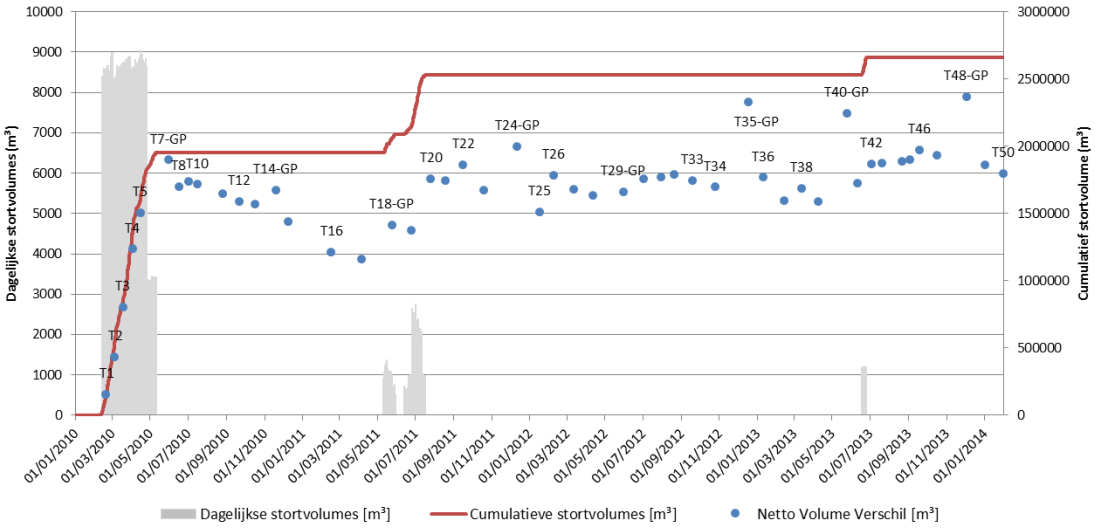
De tweede stortperiode liep van 11/05/2011 tot 17/07/2011 en omvatte het storten van fijne onderhoudsbaggerspecie afkomstig van de Drempel van Borssele. Kort na deze bijkomende stortingen (T20, 26/07/2011) was de stabiliteit van het totale gestorte volume opnieuw gestegen tot 70 %. Aan het einde van het tweede vergunningsjaar (T26, 08/02/2012) lag de stabiliteit van de gestorte specie nog steeds op 70 %, alhoewel de stabiliteit tussen T20 en T26 varieerde tussen 60 % en 80 %.

De derde stortperiode liep van 18/06/2013 tot 25/06/2013; er werd ca. 130 000 m³ specie gestort, afkomstig van de Drempel van Vlissingen. Kort na de stortingen, bij T42 (3/07/2013) bedroeg de stabiliteit 70 %. Deze stabiliteit lijkt op langere termijn vrij constant te blijven en bedraagt op 31/01/2014 (T50) 68 %. De stabiliteit afgeleid uit deze peiling wordt als toetswaarde gebruikt.

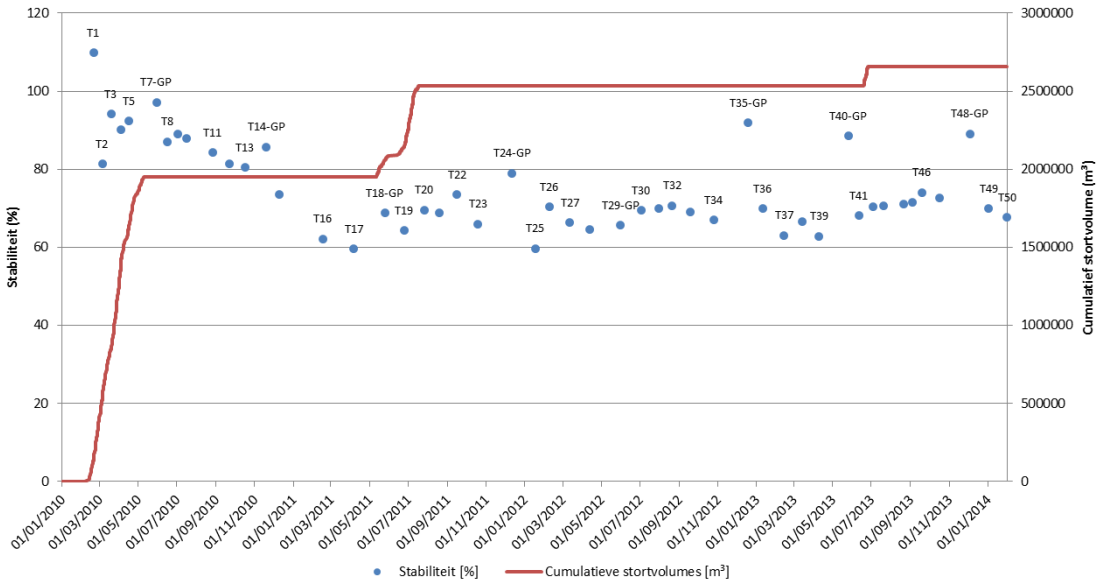
Het verloop van de stortingen en de gepeilde volumeverschillen wordt weergegeven in Figuur 5-140. De stabiliteit van de gestorte baggerspecie is voorgesteld in Figuur 5-141. De stabiliteit op enkele bovenvermelde tijdstippen wordt samengevat in Tabel 5-9.

Tabel 5-9: Samenvatting van de stabiliteit van de plaatrandstortingen op Hooge Platen West. Volumes in m³. Toetswaarden staan in vet gedrukt. Grote peilingen worden in de nummering met '-GP' aangeduid.

Datum	Peiling	Gepeild	Gestort	Stabiliteit
04/02/2010	T0	0	0	100 %
12/02/2010	T_{start}	Aanvang plaatrandstorting		
30/05/2010	T7-GP	1 898 215	1 952 569	97 %
16/02/2011	**T16**	**1 214 198**	**1 952 569**	**62 %**
26/07/2011	T20	1 761 692	2 532 354	70 %
08/02/2012	**T26**	**1 783 120**	**2 532 354**	**70 %**
20/08/2012	T32	1 790 500	2 532 354	71 %
13/02/2013	**T37**	**1 597 878**	**2 532 354**	**63 %**
3/07/2013	T43	1 871 435	2 660 047	70 %
31/01/2014	**T50**	**1 799 806**	**2 660 047**	**68 %**



Figuur 5-140: Verloop van het dagelijks en cumulatief volume gestort materiaal (m³) en het volumeverschil op basis van de peilingen (ten opzicht van de beginsituatie) (m³) voor de stortzone Hooge Platen West.



Figuur 5-141: Verloop van de stabiliteit (%) van het gestorte volume en het cumulatief stortvolume (m³) voor de stortzone Hooge Platen West.

5.5.1.2 Hooge Platen Noord

De stortingen op Hooge Platen Noord zijn in verschillende fasen uitgevoerd. De stortingen werden gestart op 5/05/2010. Op 25/01/2011 (T17) was het gepeilde en gestorte volume (3.46 Mm³) bijna gelijk (stabiliteit 101 %).

Sindsdien is nog verder gestort, maar minder intensief. In de eerste peiling na de eerste reeks van plaatrandstortingen (T23, 02/08/2011) bedroeg de stabiliteit 104 %; er was 4.01 Mm³ gestort, terwijl in de peilingen een volumetoename van 4.16 Mm³ werd geregistreerd.

Bijna twee jaar na de start van de plaatrandstortingen (T29, 17/02/2012) is het volumeverschil verder toegenomen als gevolg van natuurlijke sedimentatie, tot 4.22 Mm³ wat een stabiliteit van 105 % oplevert.

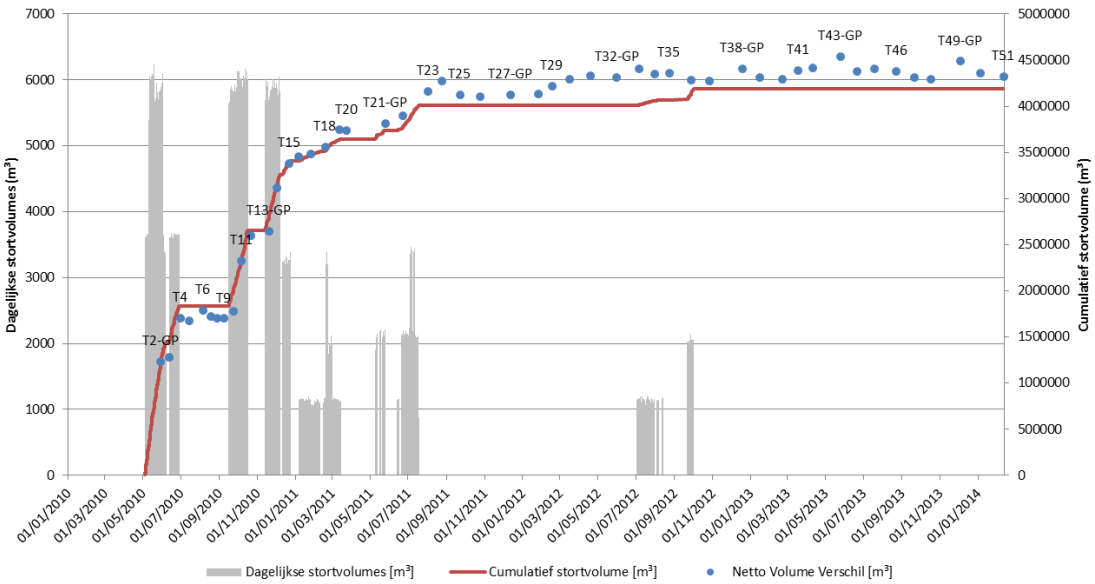
Tijdens het derde vergunningsjaar werd in ondiep water gestort tussen de plaatrand en de oostelijke aangelegde arm om dit deel van het gebied verder te verondiepen. De omvang van deze stortingen was te klein om gelijktijdige autonome erosie tegen te gaan, waardoor het peilvolumeverschil en de gehele stabiliteit licht afnam.

Gedurende het vierde vergunningsjaar werden geen verdere stortingen uitgevoerd op de plaatrand. De stabiliteit van de stortingen fluctueert tussen 100 % en 105 %. Enkel bij grote peilingen T43 (25/05/2013) en T49 (3/12/213) ligt het opgemeten volume hoger, op 108 % resp. 107 %. De stabiliteit bij peiling T51 (11/02/2014) wordt gebruikt als toetswaarde en bedraagt 103 %.

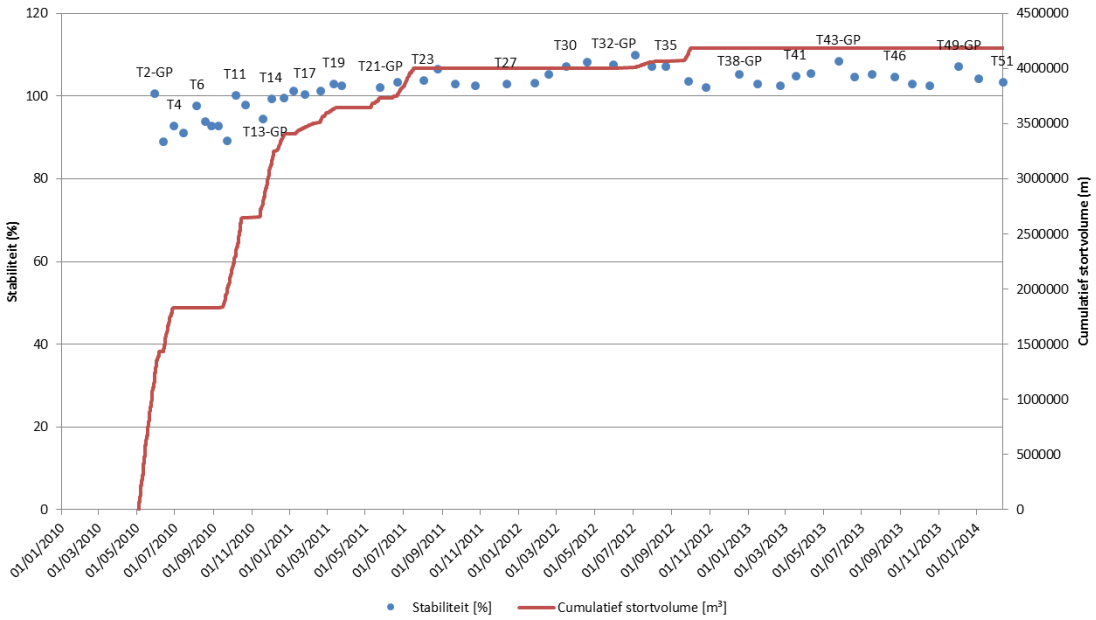
Het verloop van de stortingen en de gepeilde volumeverschillen wordt weergegeven in Figuur 5-142. De stabiliteit van de gestorte baggerspecie is voorgesteld in Figuur 5-143. De stabiliteit op enkele bovenvermelde tijdstippen wordt samengevat in Tabel 5-10. Hieruit blijkt dat gedurende de volledige gerapporteerde periode, de stabiliteit van de gestorte baggerspecie in de buurt van 100 % ligt.

Tabel 5-10: Samenvatting van de stabiliteit van de plaatrandstortingen op Hooge Platen Noord. Volumes in m³. Toetswaarden staan in vet gedrukt.

Datum	Peiling	Gepeild	Gestort	Stabiliteit
25/04/2010	T0		0	100 %
05/05/2010	T_{start}	Aanvang plaatrandstorting		
25/01/2011	T17	3 481 438	3 468 262	100 %
25/05/2011	T21	3 815 873	3 735 451	102 %
02/08/2011	T23	4 157 902	4 005 770	104 %
17/02/2012	T29	4 219 753	4 005 770	105 %
23/08/2012	T36	4 359 163	4 007 044	107 %
21/02/2013	T41	4 295 173	4 185 575	103 %
23/08/2013	T46	4 379 044	4 185 575	105 %
11/02/2014	T51	4 323 818	4 185 575	103 %



Figuur 5-142: Verloop van het dagelijks en cumulatief volume gestort materiaal en het volumeverschil op basis van de peilingen (ten opzicht van de beginsituatie) voor de stortzone Hooge Platen Noord.



Figuur 5-143: Verloop van de stabiliteit (%) van het gestorte volume en het cumulatief stortvolume (m³) voor de stortzone Hooge Platen Noord.

5.5.1.3 Plaat van Walsoorden

De stortingen aan de Plaat van Walsoorden is in twee periodes uitgevoerd. De eerste periode startte op 12/02/2010 en nam in intensiteit toe gedurende de zomer van 2010 (juni en juli). Vanaf augustus nam de stortintensiteit weer af. De laatste storting vond plaats op 25/09/2010. In totaal werd 3.72 Mm³ gestort. De eerste hierop volgende peiling is T16 (2/10/2010) waaruit blijkt dat 74 % van de gestorte specie stabiel is. Ongeveer een jaar na het starten van de plaatrandstortingen, op 8/2/2011 (T22) blijkt nog steeds 74 % van de gestorte specie aanwezig.

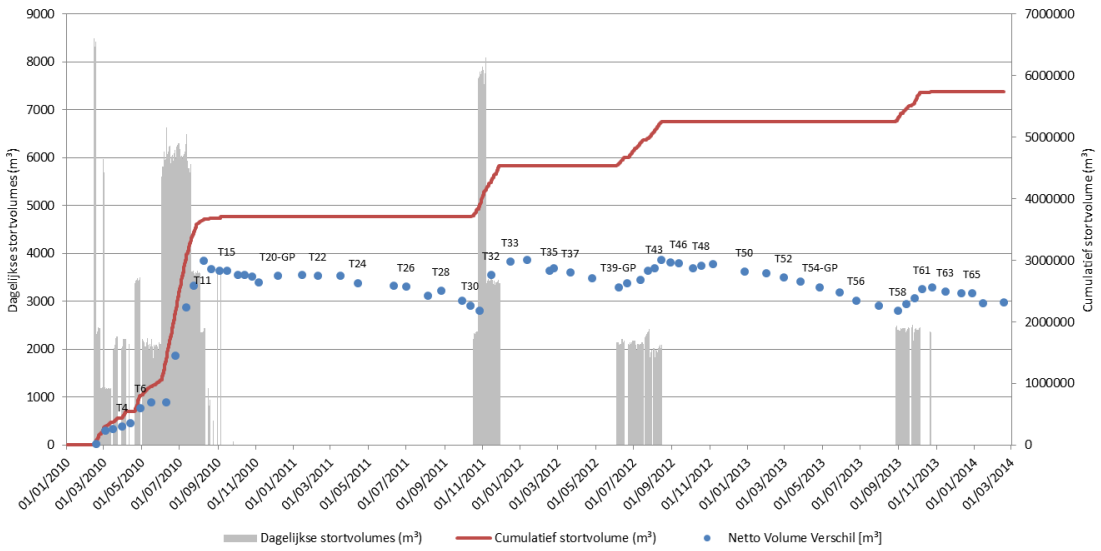
De tweede stortperiode liep van 16/10/2011 tot 28/11/2011 en omvatte een volume van ruim 820 000 m³. De eerste peiling die volgt op de plaatrandstortingen (T33, 15/12/2011) toont een totale stabiliteit van 66 %. Uit de peiling net voor het begin van deze stortingen (T30, 12/10/2011) bleek een stabiliteit van 61 %. Twee jaar na het start van de plaatrandstortingen was de totale stabiliteit van gestorte specie 62 %, wat blijkt uit peiling T35 van 17/02/2011. Tijdens het derde vergunningsjaar is verder gestort in de zuidelijke vloedschaar op de plaatrand. Dit heeft geleid tot een netto volumetoename maar niet tot een toename van de totale stabiliteit.

Tijdens het vierde vergunningsjaar werden stortingen uitgevoerd in de periode augustus-september 2013. Tussen T57 (31/07/13) en T62 (25/10/2013) is 496 000 m³ gestort. Deze recente stortingen werden uitgevoerd langs de -6 tot -7 m LAT contour in het westelijke deel van de stortzone, langsheen het vroeger aangelegde sedimentlichaam. Dit heeft geleid tot een kortstondige volumetoename en een licht verhoogde stabiliteit. Bij T67 (17/02/2014) is het netto volume-effect van de stortingen reeds weggeëbd, de stabiliteit bedraagt 40 %.

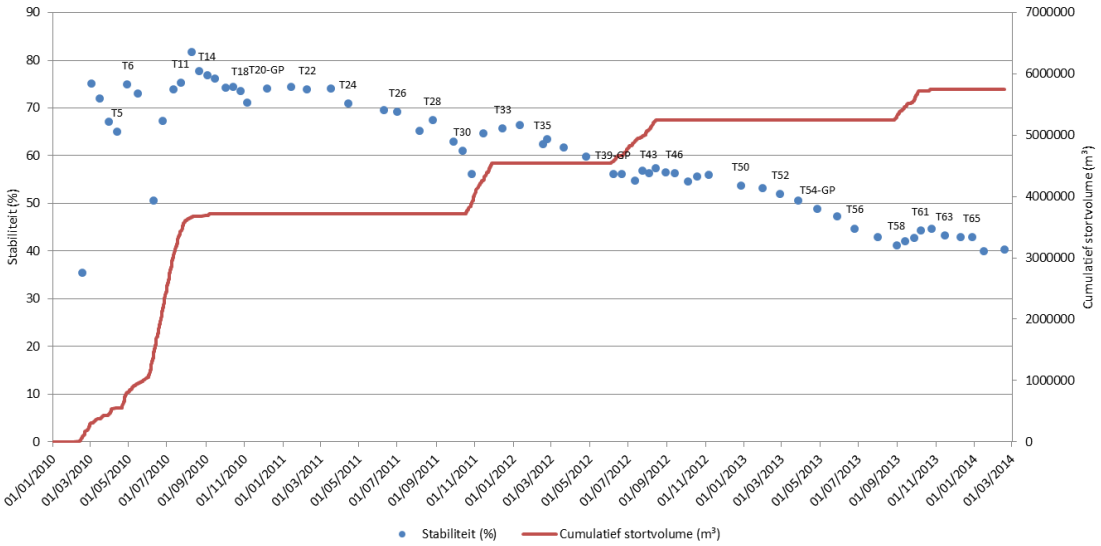
Het verloop van de stortingen en de gepeilde volumeverschillen wordt weergegeven in Figuur 5-144. De stabiliteit van de gestorte baggerspecie is voorgesteld in Figuur 5-145. Enkele belangrijke tijdstippen worden samengevat in Tabel 5-11.

Tabel 5-11: Samenvatting van de stabiliteit van de plaatrandstortingen op de Plaat van Walsoorden. Volumes in m³. Toetswaarden staan in vet gedrukt.

Datum	Peiling	Gepeild	Gestort	Stabiliteit
01/02/2010	T0	0	0	100 %
12/02/2010	T_{start}	Aanvang plaatrandstortingen		
02/10/2010	T16	2 760 957	3 717 468	74 %
08/02/2011	T22	2 746 777	3 717 468	74 %
12/10/2011	T30	2 268 680	3 717 467	61 %
15/12/2011	T33	2 983 328	4 538 290	66 %
17/02/2012	T35	2 832 188	4 538 290	62 %
29/08/2012	T45	2 963 865	5 251 512	56 %
27/02/2013	T52	2 726 383	5 251 512	52 %
31/07/2013	T57	2 258 471	5 251 512	43 %
08/10/2013	T61	2 534 326	5 724 504	44 %
17/02/2014	T67	2 318 163	5 747 386	40 %



Figuur 5-144: Verloop van het dagelijks en cumulatief volume gestort materiaal en het volumeverschil op basis van de peilingen (ten opzicht van de beginsituatie) voor de stortzone aan de Plaat van Walsoorden.



Figuur 5-145: Verloop van de stabiliteit (%) van het gestorte volume en het cumulatief stortvolume (m³) voor de stortzone aan de Plaat van Walsoorden

5.5.1.4 Rug van Baarland

De stortingen op de rand van de Rug van Baarland zijn verspreid in de tijd uitgevoerd. In totaal werd 1.27 Mm³ gestort over een periode van 2 jaar.

Eén jaar na de start van de verdiepingswerken (T9, 02/02/2011) bleek dat de stabiliteit van de gestorte specie bijna 250 % was, wat betekent dat naast de stortingen ook natuurlijke netto sedimentatie optreedt. Er werd op het Overleg Flexibel Storten besloten verder te storten.

Na bijna twee jaar (T19, 26/01/2012) is de stabiliteit toegenomen tot 268 %. Uit de gegevens en de grafiek in Figuur 5-147 blijkt wel dat deze waarde in het jaar daarvoor schommelde tussen 240 en 280 %.

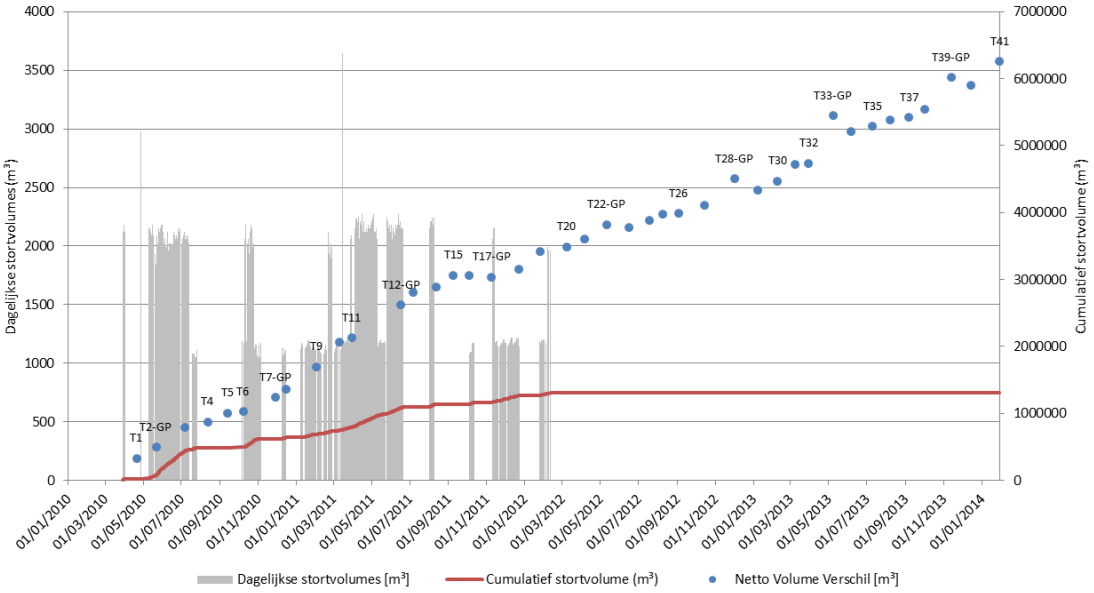
Om de natuurlijke processen te monitoren, is besloten op het Overleg Flexibel Storten van 28/02/2012 om gedurende het derde vergunningsjaar niet verder in dit gebied te storten. Tijdens het derde vergunningsjaar heeft de autonome sedimentatie zich voortgezet. Op 08/02/2013 (T30) bedroeg de stabiliteit binnen het stortgebied 343 %.

Ook in het vierde vergunningsjaar werden geen stortingen uitgevoerd, de autonome sedimentatie zet zich onverminderd voort en de stabiliteit bedraagt reeds 480 %.

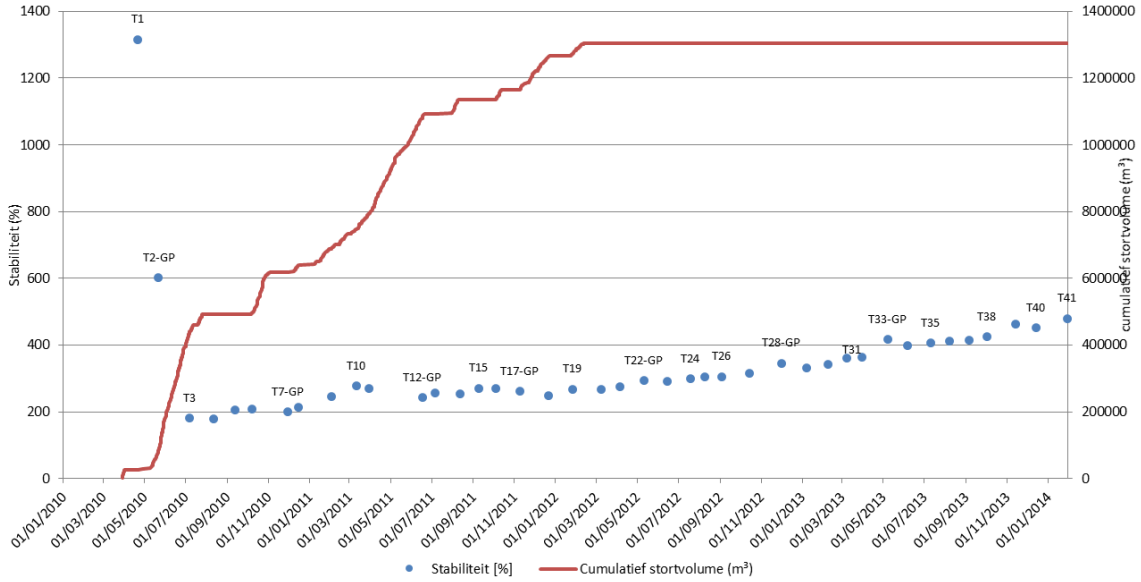
Het verloop van de stortingen en de gepeilde volumeverschillen wordt weergegeven in Figuur 5-146. De stabiliteit van de gestorte baggerspecie is voorgesteld in Figuur 5-147. Enkele belangrijke tijdstippen worden samengevat in Tabel 5-12.

Tabel 5-12: Samenvatting van de stabiliteit van de plaatrandstortingen op de Rug van Baarland. Volumes in m³. Toetswaarden staan in vet gedrukt.

Datum	Peiling	Gepeild	Gestort	Stabiliteit
12/02/2010	T0	0	0	100 %
29/03/2010	T_{start}	Aanvang plaatrandstortingen		
2/02/2011	T9	1 697 903	688 780	247 %
26/01/2012	T19	3 413 582	1 272 388	268 %
08/02/2013	T30	4 474 282	1 305 019	343 %
29/01/2014	T41	6 261 111	1 305 019	480 %



Figuur 5-146: Verloop van het dagelijks en cumulatief volume gestort materiaal en het volumeverschil op basis van de peilingen (ten opzicht van de beginsituatie) voor de complete stortzone aan de Rug van Baarland.



Figuur 5-147: Verloop van de stabiliteit (%) van het gestorte volume en het cumulatief stortvolume (m³) voor de complete stortzone aan de Rug van Baarland

5.5.1.5 Toetsing

De T0 komt overeen met de start van de verdiepingsstortingen op 12 februari 2010. Vanaf dan wordt er gekeken hoe de stabiliteit van de plaatranden evolueert.

De toetswaarden voor de stabiliteit van de gestorte specie na 4 jaar worden samengevat in Tabel 5-13. Deze waarden dienen vergeleken te worden met de grenswaarde van 50 % zoals vastgelegd in het Protocol Voorwaarden voor Flexibel Storten. In het protocol is beschreven dat het ongewenst is als de specie minder goed blijft liggen dan voorzien in Tabel 5-8.

De toetsing van de resultaten gebeurt door het Overleg flexibel storten en wordt in een toetsingsverslag gerapporteerd (Overleg Flexibel Storten, 2014). 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.

Tabel 5-13: Toetswaarden stabiliteit plaatrandstortingen.
Volumes in m³.

Stortzone	Datum	Peiling	Gepeild	Gestort	Stabiliteit
HPW	31/01/2014	T50	1 799 806	2 660 047	68 %
HPN	11/02/2014	T51	4 323 818	4 185 575	103 %
PWA	17/02/2014	T67	2 318 163	5 747 386	40 %
RVB	29/01/2014	T41	6 261 111	1 305 019	480 %

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 zgn. 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 worden zien in de stroomsnelheden, oordeelde 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.

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.

5.6 ECOTOOPAREALEN

5.6.1 Westerschelde

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

De ecotopenkaarten voor de Westerschelde kunnen geraadpleegd worden in Bijlage Q. Hier is ook de ecotoop turn-over kaart van de periode 2010-2012 ingesloten. Deze kaart toont waar de wijzigingen zijn opgetreden en waar de ecotoop hetzelfde is gebleven.

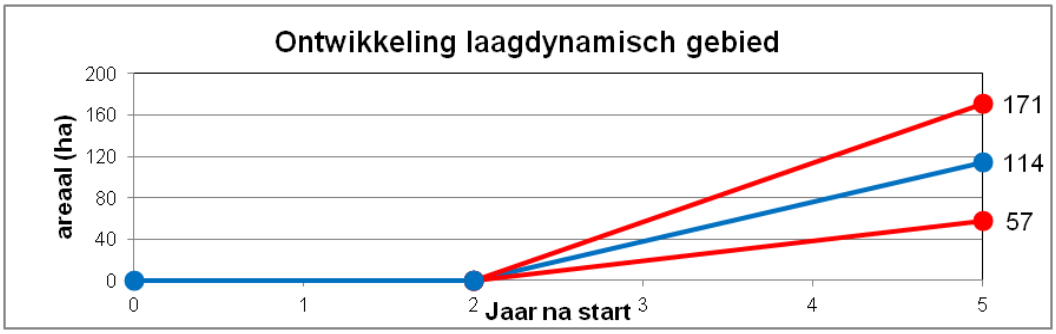
In wat volgt wordt nagegaan hoe de totale oppervlakte laagdynamisch gebied in de Westerschelde en - meer specifiek - ter hoogte van de plaatrandstortingen in de loop der jaren is geëvolueerd. Speciale aandacht gaat naar de evolutie van het laagdynamisch areaal na de verruiming. Hierbij geldt de ecotopenkaart van 2010 als referentiesituatie.

De Commissie Monitoring Westerschelde merkte in haar verslag dd. 13/02/2015 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 voorliggende Voortgangsrapportage valt, maar in de toekomst wel onderzocht zou moeten worden. Eén van de aandachtspunten is ook of dit in de doelstellingen van het Protocol Voorwaarden voor Flexibel Storten is in rekening gebracht.*

5.6.1.1 Toetsmethodiek

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

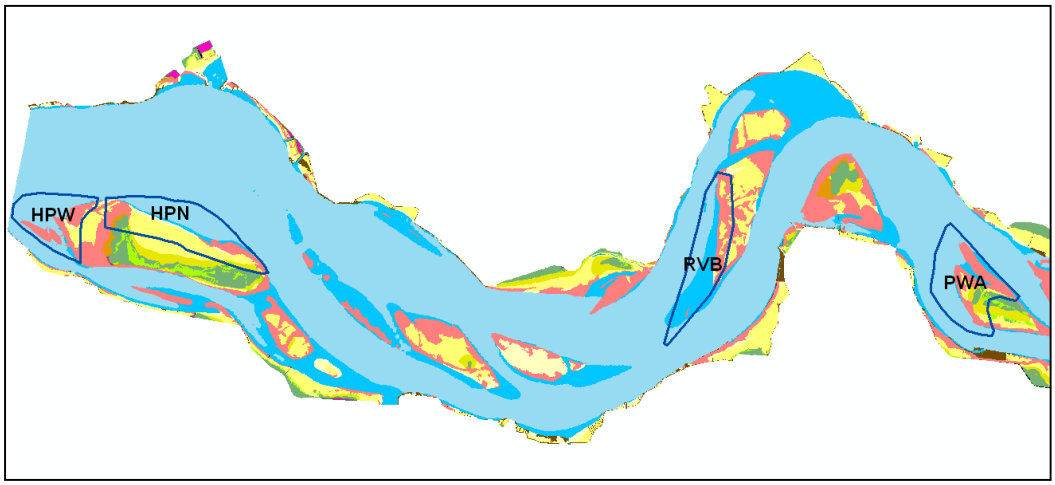
Op basis van de ecotopenkaart wordt de totale oppervlakte laagdynamisch gebied nabij de plaatranden bepaald, met behulp van polygonen die de zones voorstellen waarbinnnen een effect van de plaatrandstortingen kan verwacht worden (Figuur 5-149). Deze polygonen zijn bepaald door het Overleg flexibel storten. 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 (Figuur 5-148) waarin ook grenzen zijn opgenomen.



Figuur 5-148: Gewenste ontwikkeling laagdynamisch gebied.
T0 is 12/02/10, T5 is 12/02/15.

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.



Figuur 5-149: Afbakening rekenpolygonen laagdynamisch gebied
op de ecotopenkaart 2010 (bron: IMDC, 2013a).

5.6.1.2 Resultaten

5.6.1.2.1 Westerschelde

Tabel 5-14 kan worden gelezen in combinatie met de ecotopen turn-over kaart in Bijlage O. Een uitgebreide analyse van de evolutie van de ecotooparealen sinds 1996 werd uitgevoerd door Arcadis (2014). Uit de gegevens en de literatuur werden de volgende conclusies afgeleid:

- Het aandeel laagdynamisch areaal in het sublitoraal (de geulen) breidt uit (van 742 ha naar 812 ha), ten koste van het hoogdynamisch areaal (-128 ha). Deze toename vindt vooral plaats 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). Door de sedimentatie en het minder belangrijk worden van de nevengeulwerking in deze zones (zie §5.1.1) nemen de stroomsnelheden er immers af. Het laagdynamisch areaal is echter slechts een kleine fractie van het totaal sublitoraal areaal.
- Het schor en pionierschor kennen ten opzichte van 2010 in 2012 een areaaluitbreiding, resp. van 2909 ha naar 3023 ha en van 213 ha naar 239 ha. Deze evolutie gaat ten koste van het aandeel laagdynamisch hooglitoraal en supralitoraal. Het gebied rondom de Hooge Platen en Plaat van Walsoorden illustreert deze evolutie (Figuur 5-150 en Figuur 5-152). Voor 2004 kwam op de platen in de Westerschelde vrijwel geen vegetatie voor, behalve op het westelijk deel van de Hooge Platen. Sindsdien is het areaal schor en pioniershor op de platen sterk toegenomen. De aanwezigheid van vegetatie heeft een zelfversterkend karakter, waardoor het nieuwe areaal schor naar verwachting blijvend zal zijn (Arcadis, 2014). De evolutie van (pionier)schor langs de oevers van de Westerschelde (bvb. de achteruitgang van de schorranden) is relatief klein in vergelijking met de grote veranderingen op de platen.
- *Het areaal hard substraat neemt toe*. Dit gebeurt voornamelijk in het oosten van de Westerschelde waar hard substraat aan de oppervlakte komt. Deze areaalstijging is sinds ca. 2004 aan de gang.
- *Op het litoraal nemen de hoogdynamische delen af.* De interpretatie van het hoog- en laagdynamisch litoraal is echter zeer complex. De bandbreedte voor deze ecotopen over de gehele Westerschelde bedraagt ca. 375 ha (Arcadis, 2014). De grootste uitwisseling treedt op tussen hoogdynamisch litoraal en laagdynamisch middenlitoraal. Netto breidt het laagdynamisch middenlitoraal licht uit. Tussen het hoogdynamisch sublitoraal en litoraal vinden ook veel veranderingen plaats.
- *Het totale areal sublitoraal (geulen) neemt licht af.* Het totale natte areaal in de Westerschelde kan worden opgesplitst in droogvallende delen en altijd natte delen (geulen, sublitoraal). De uitwisseling tussen deze twee categorieën is hoofdzakelijk het gevolg van veranderingen in de hoog- en laagwaterstanden. Door de toename in de getijslag (onder meer door de 18,6-jarige cyclus) worden de laagwaters lager (§4.1.2.3) en daalt het areaal onder -2 m NAP. Dit heeft een lichte daling van het totale areaal sublitoraal tot gevolg.
- De grootste wijzigingen treft men aan in de buurt van de plaat- en schor gebieden (Hooge Platen, Lage Springer, Middelplaat, Plaat van Baarland, Rug van Baarland, Plaat van Ossenisse, Molenplaat, Plaat van Walsoorden, Plaat van Valkenisse en Land van Saeftinge).

Deze bevindingen sluiten nauw aan bij het T2009-rapport (T2009 Consortium, 2013), waar volgende conclusies werden getrokken:

1. Uitwisseling areaal droogvallende delen (plaat, slik en schor) met areaal geulen;

2. Toename laagdynamisch delen in de geulen (sublitoraal);

3. Toename areaal schor;

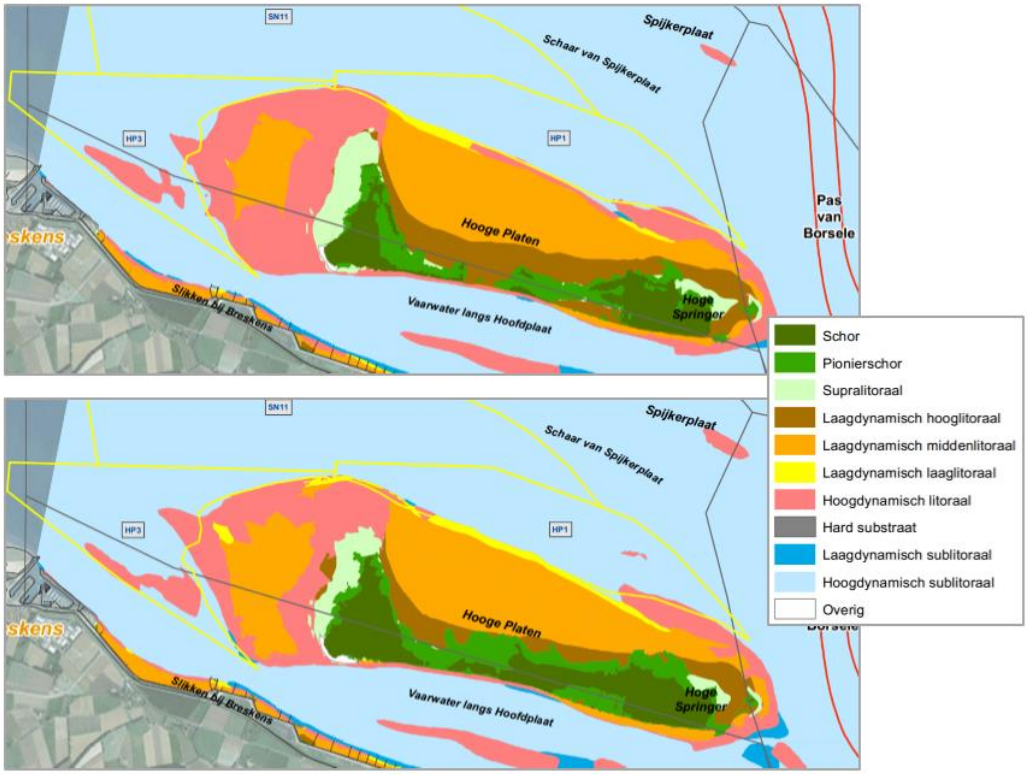
4. Afname areaal natuurlijk hard substraat, gevolgd door geleidelijke toename;

5. Afname hoogdynamische delen op de droogvallende delen (litoraal).

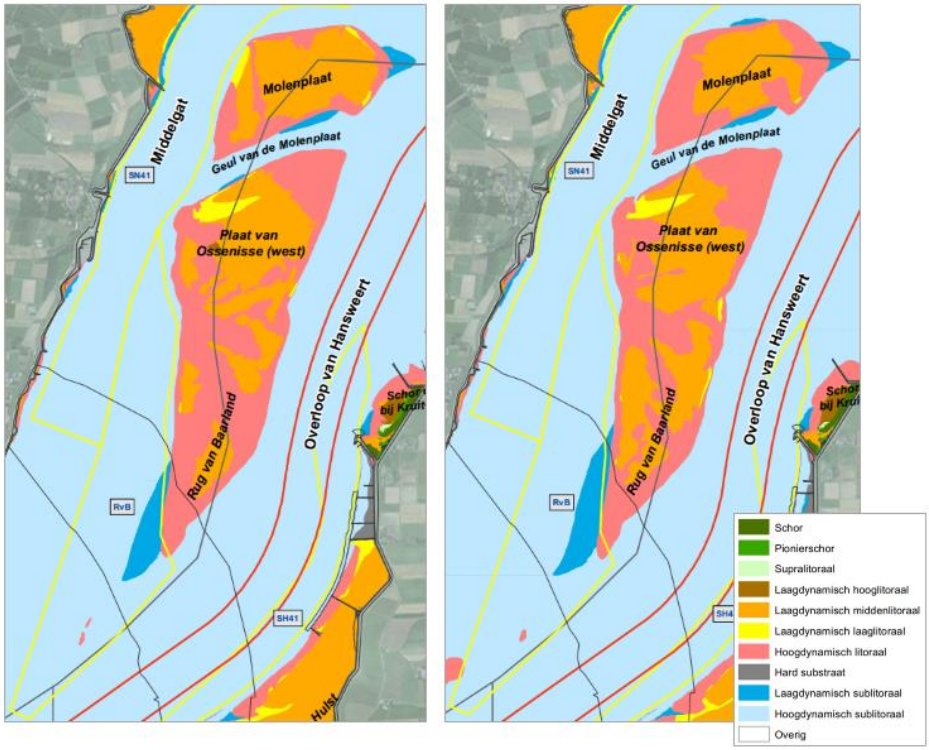
Tabel 5-14: Ecotopen turnover in de periode 2010-2012 voor de Westerschelde (in ha)[9].

Overgang 2010-2012		NAAR (2012)											
		HDS	**LDS**	**HS**	**HDL**	**LDL**	**LDM**	**LDH**	**SL**	**PI**	**S**	**O**	**T**
VAN (2010)	**Hoogdynamisch sublitoraal (HDS)**	**19563**	128	15	252	16	1	-	0	-	-	-	**19974**
	Laagdynamisch sublitoraal (LDS)	50	**653**	3	21	14	1	-	0	-	-	-	**742**
	Hard substraat (HS)	8	3	**254**	16	4	10	0	0	0	2	0	**298**
	Hoogdynamisch litoraal (HDL)	184	19	22	**2579**	54	461	36	5	1	1	-	**3363**
	Laagdynamisch laaglitoraal (LDL)	6	8	9	73	**212**	39	-	0	-	-	-	**347**
	Laagdynamisch middenlitoraal (LDM)	1	1	5	359	21	**2501**	39	1	12	4	0	**2943**
	Laagdynamisch hooglitoraal (LDH)	-	-	1	11	-	32	**428**	16	102	24	0	**615**
	Supralitoraal (SL)	0	0	2	15	0	4	33	**156**	26	8	2	**248**
	Pionierschor (PI)	-	-	0	3	-	12	8	6	**68**	113	2	**213**
	Schor (S)	-	-	0	4	0	2	1	3	29	**2871**	0	**2909**
	Overig (O)	-	0	1	0	0	0	0	1	0	0	**85**	**88**
	Totaal (T)	**19812**	**812**	**312**	**3334**	**321**	**3063**	**546**	**190**	**239**	**3023**	**89**	**31741**

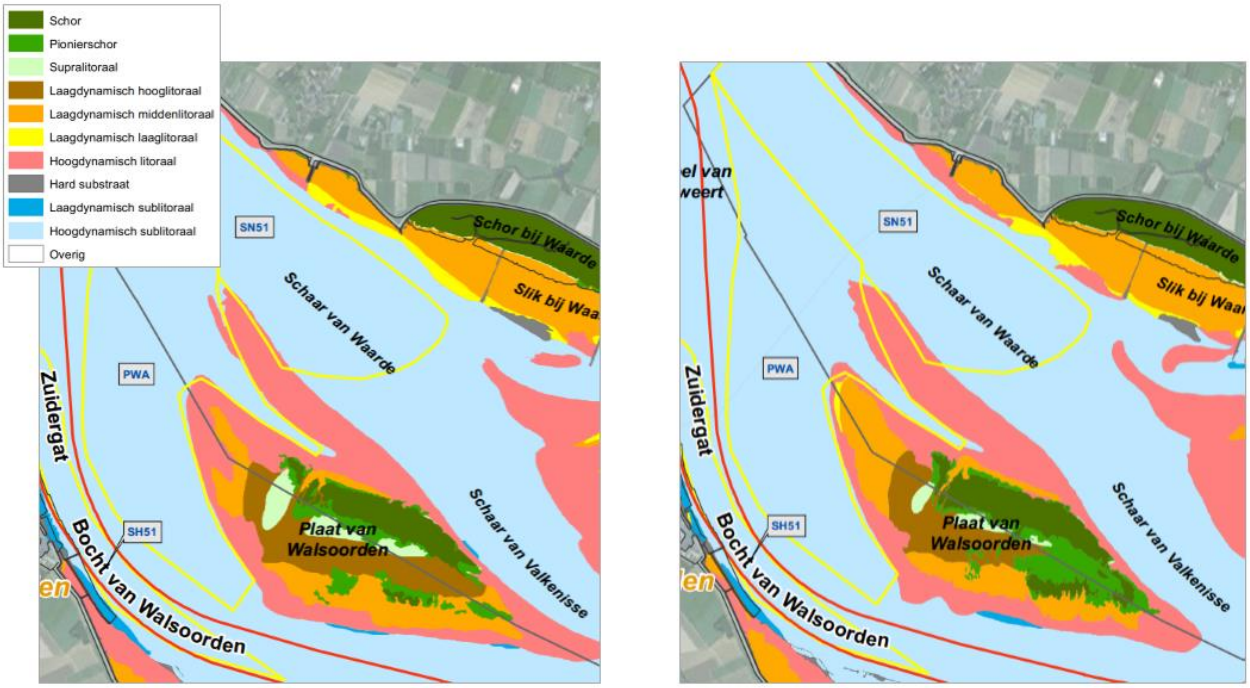
[9] Merk op dat het totaal areaal kan afwijken ten opzichte van andere rapporten (e.g. Arcadis, 2014) door andere afbakening. In voorliggend rapport werd geen begrenzing van de Westerschelde opgenomen en werd gewerkt met alle beschikbare data. De cijfers van andere rapporten zijn dus niet één op één te vergelijken.



Figuur 5-150: Ecotopenkaart 2010 (boven) versus 2012 (onder) ter hoogte van de Hooge Platen.



Figuur 5-151: Ecotopenkaart 2010 (links) versus 2012 (rechts) ter hoogte van de Rug van Baarland.



Figuur 5-152: Ecotopenkaart 2010 (links) versus 2012 (rechts) ter hoogte van de Plaat van Walsoorden.Laagdynamisch areaal plaatranden

De oppervlaktes van het laagdynamisch gebied zijn afgeleid van de beschikbare ecotopenkaarten tussen 1996 en 2012 (Rijkswaterstaat, 2014f). De waargenomen veranderingen zijn ontwikkelingen die hebben plaatsgevonden sinds de plaatrandstortingen. Bij de interpretatie mag men de voorafgaande trend echter niet uit het oog verliezen. Hieronder worden Tabel 5-15 tot en met Tabel 5-22 besproken. Per plaatrand volgen twee tabellen waarvan de eerste de evolutie sinds 1996 weergeeft van het oppervlakte laagdynamisch gebied aan de plaatranden (in ha). Aangezien de ecotopenkaarten op dezelfde manier zijn aangemaakt, kan men de areaaloppervlaktes kwantitatief vergelijken. De tweede tabel toont de evolutie van het waardevol areaal in 2012 sinds de referentiesituaties 2008 en 2010. Beide kaarten gelden als de voorstelling van de normale trend vóór de verruiming (cfr. IMDC, 2013a).

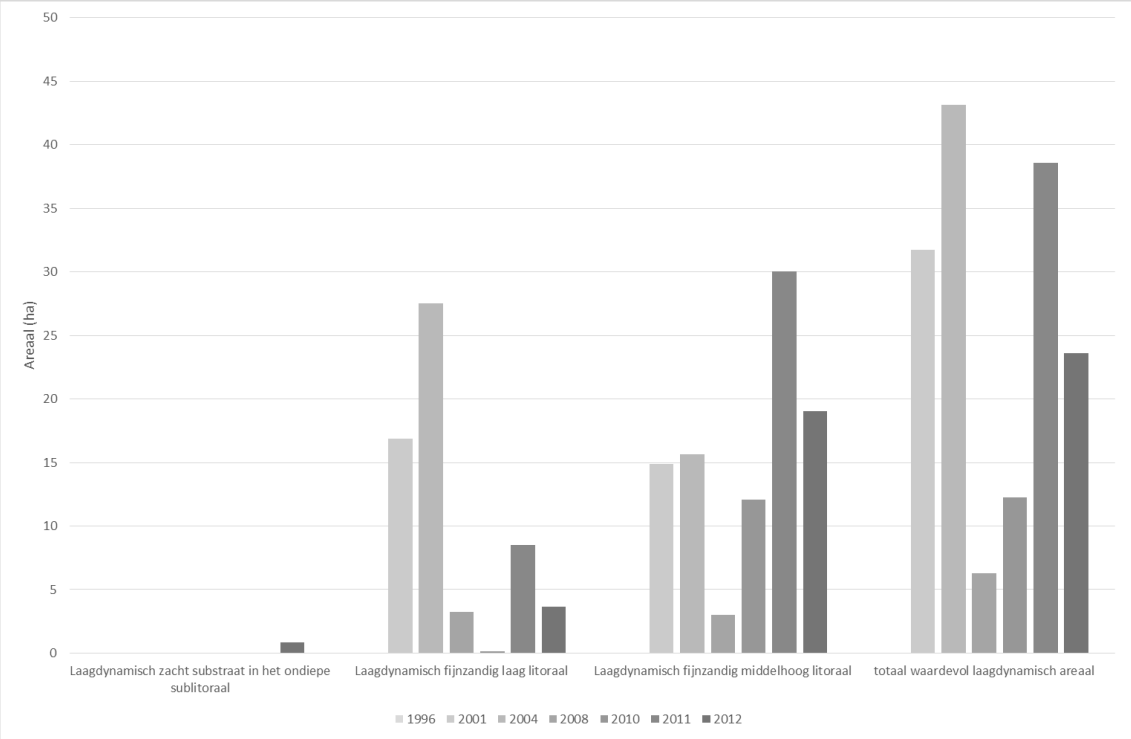
Voor een makkelijkere interpretatie werden deze tabellen grafisch voorgesteld in Figuur 5-153 tot en met Figuur 5-156. Onderstaande tabellen en figuren zijn opgesteld op basis van de brondata uit Rijkswaterstaat (2014f).

Op Hooge Platen West is het totaal waardevol laagdynamisch areaal in 2011 en 2012 sterk toegenomen, zowel ten opzichte van 2008 als 2010 (in vorig rapport aangesteld als de situaties voor de verruiming). Merk op dat in de jaren 2008 en 2010 het areaal een dieptepunt bereikte. Het grootste aandeel van deze stijging is afkomstig van een toename van het laagdynamisch middelhoog litoraal. Tussen 2011 en 2012 neemt zowel het aandeel laag als middelhoog litoraal 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. Na een sterke 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.

Het totaal waardevol laagdynamisch areaal op de Plaat van Walsoorden is in 2012 hoger dan de referentiesituatie 2010. Na een sterke stijging tussen 2010 en 2011, neemt het areaal slechts licht toe in 2012. Dit is opmerkelijk aangezien het areaal een dalende trend kende vanaf 1996 en in 2010 een dieptepunt bereikte. De sterke stijging situeert zich vooral in de toename van de fijnzandig middelhoog litoraal klasse, mogelijks ten koste van het fijnzandig hoog litoraal. Hoewel in 2001 en 2004 nog een significant aandeel bestond uit slibrijk middelhoog en hoog litoraal, is dit in de volgende jaren nagenoeg compleet verdwenen. Het ondiepe sublitoraal en laag litoraal zijn geheel of slechts in zeer geringe mate aanwezig.

Ter hoogte van de Rug van Baarland neemt het totaal waardevol laagdynamisch areaal zeer sterk toe sinds 2001, nadat het een terugval kende ten opzichte van de oppervlakte in 1996. Ook in 2011 en 2012 stijgt het areaal fors ten aanzien van de referentiesituatie 2010. De toename van het fijnzandig middelhoog litoraal is hier grotendeels voor verantwoordelijk. In mindere mate zorgt ook de toename van het areaal laagdynamisch sublitoraal voor een stijgende trend. Hoewel sinds 1996 hier een sterke toename aanwezig is, neemt het areaal ondiep sublitoraal licht af tussen 2011 en 2012. Het fijnzandig laag litoraal herstelt zich na een dip in 2004, 2008 en 2010 terug naar het niveau van voorheen. Hoewel al in zeer beperkte mate aanwezig, wordt de slibrijke variant niet meer waargenomen in 2012. Ten opzichte van 1996 valt het aandeel slibrijk middelhoog volledig terug. In de laatste jaren werd ook - zij het in geringe mate - fijnzandig hoog litoraal gevormd, hetgeen voordien niet bestond.



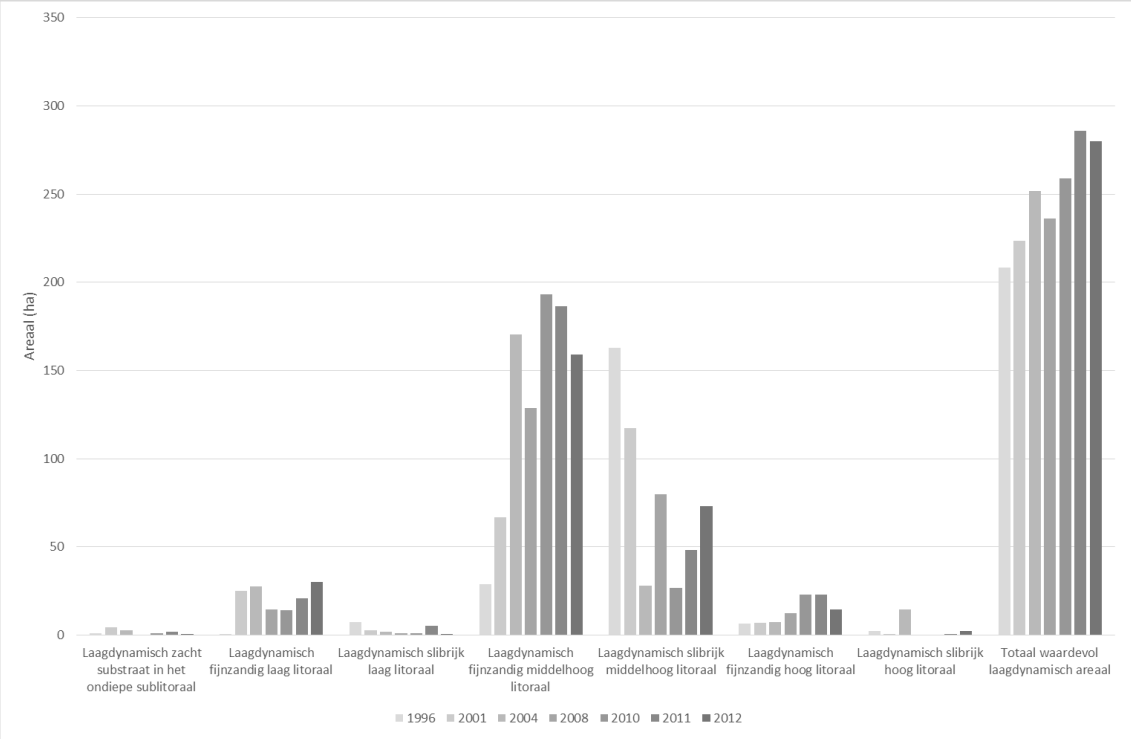
Figuur 5-153: Evolutie van het laagdynamische ecotoopareaal op de Hooge Platen West

Tabel 5-15: 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

Tabel 5-16: 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**



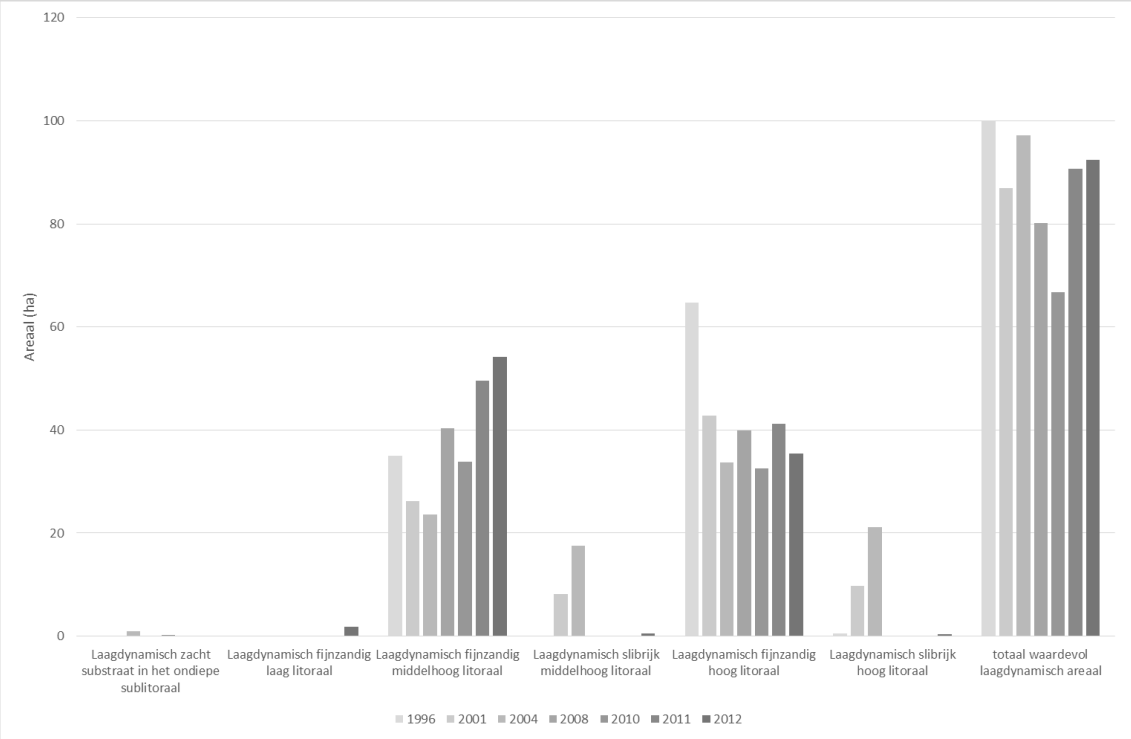
Figuur 5-154: Evolutie van het laagdynamische ecotoopareaal op de Hooge Platen Noord

Tabel 5-17: 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**

Tabel 5-18: 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**



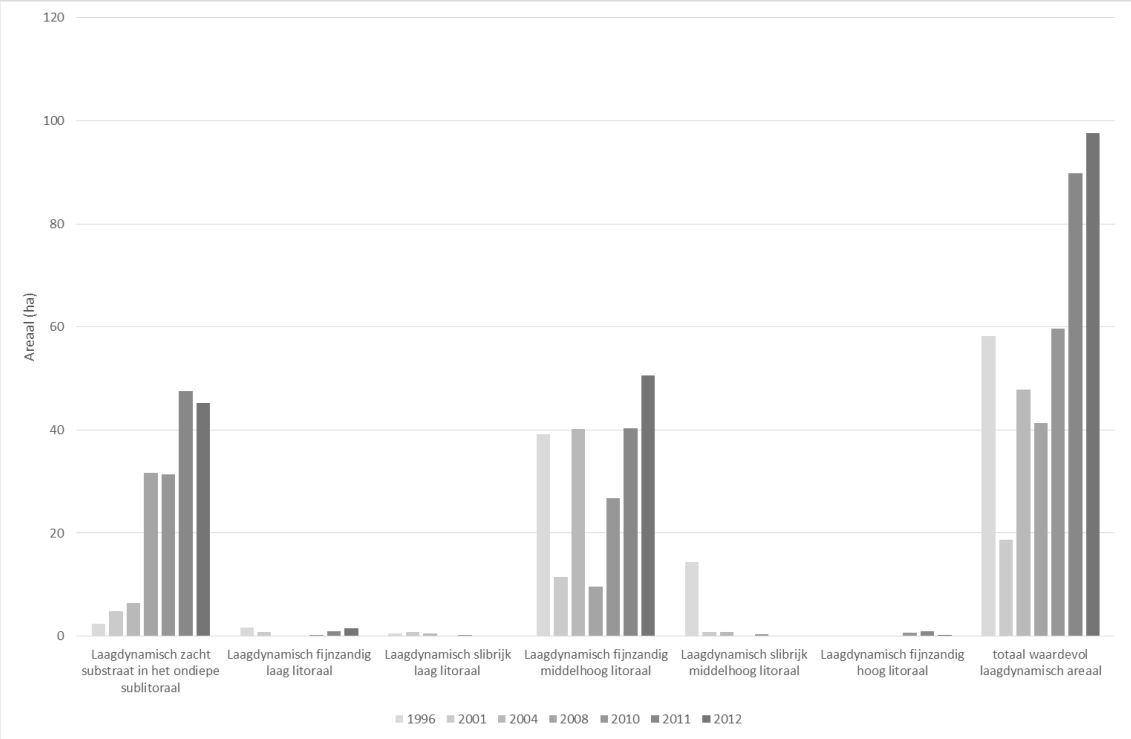
Figuur 5-155: Evolutie van het laagdynamische ecotoopareaal op de Plaat van Walsoorden

Tabel 5-19: 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

Tabel 5-20: 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**



Figuur 5-156: Evolutie van het laagdynamische ecotoopareaal op de Rug van Baarland

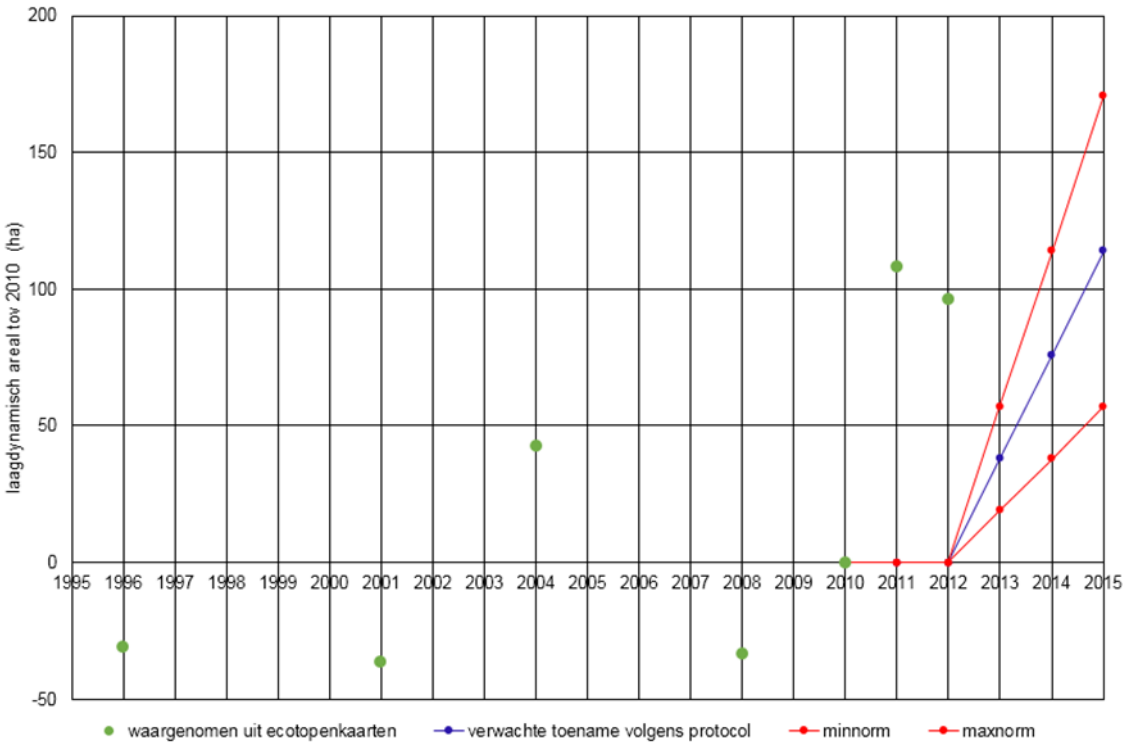
Tabel 5-21: Samenvatting waardevol laagdynamisch areaal op de Rug van Baarland (opp. in ha).

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**

Tabel 5-22: 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**

Onderstaande figuur geeft de toetsing aan het criterium weer, waarvoor de som van de arealen bij de 4 plaatrandzones wordt gebruikt:



Figuur 5-157: Evolutie van het waargenomen laagdynamisch areaal tov 2010 (T0) vs de verwachte toename op de plaatranden volgens het Protocol Flexibel Storten.

Rekening houdend met de manier waarop ecotopenkaarten tot stand komen, is het niet zinvol om cijfers tot op één hectare nauwkeurig weer te geven. In dit verband rapporteert (Arcadis, 2014) over de bandbreedte, opgebouwd uit natuurlijke fluctuaties en het waarnemingsbias. Zonder kennis van de bandbreedte kan men geen uitspraken doen over waargenomen trends of veranderingen. De bandbreedte ter plaatse van de plaatranden is nog niet bepaald, maar werd voor de Westerschelde in zijn geheel geschat op ca. 375 ha.

Hoe dan ook is de ontwikkeling van het areaal laagdynamisch areaal 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.

Tot slot wordt opgemerkt dat een deel van de toename van het areaal tussen 2010 en 2012 ook zou kunenn verklaard worden door een toename van de getijslag onder invloed van de 18,6-jarige cyclus. Bijkomend studiewerk wordt aanbevolen om dit effect te kwantificeren.

5.6.2 Beneden-Zeeschelde

Eerder werd al gesteld dat de fysiotopenkaarten - samen met de geomorfologische kaart - als basis dient voor het opstellen van de ecotopenkaart. Daarom zullen deze hier samen worden besproken.

In **Bijlage** N zijn de ecotopenkaarten van 2010 en 2012 opgenomen. Naast de areaaloppervlaktes, kunnen ook de ecotoop oppervlakte-veranderingen hiervan worden afgeleid (turnover). Hoewel de fysiotopenkaart dient als basislaag voor de ecotopenkaart kan de trend van de verschillende ecotopen binnen de fysiotopen wel verschillen.

In Bijlage M zijn de fysiotoopkaarten opgenomen van de jaren 2010, 2011 en 2012. Ook hier is de turnover tussen de beschouwde periodes opgenomen. Voor de schorgebieden Groot Buitenschoor, de Paardenschor en de Galgenschoor werden ook de oppervlaktes begroot waar de overgangen in de periode 2010-2012 (turnover) plaatsvonden. Deze worden gepresenteerd in tabelvorm. Hierbij kan men nagaan van welke klasse er (netto) meer overgang plaatsvindt naar een andere klasse.

5.6.2.1 Ecotopen turnover

Uit Tabel 5-23 en INBO (2014a) kan men afleiden dat het areaal van het ondiep en diep subtidaal in beperkte mate toenemen. Hetzelfde geldt voor de zachte substraten, waarbij het hoog slik zacht substraat zelfs met een derde toeneemt. Het beperkte areaal middelhoog slik hard natuurlijk substraat neemt af (-1.0 ha). De antropogeen verharde substraten zijn bij het laag slik met bijna een derde toegenomen. De afname van de potentiële pionierzone (-4.0 ha) valt vermoedelijk deels te verklaren door een overgang naar schorvegetatie (+5.9 ha).

Specifiek ter hoogte van het Groot Buitenschoor wordt de toename van het diep subtidaal verklaard door een afname van het matig diep subtidaal. Het matig subtidaal verkleint eveneens door het ontstaan van bijkomend ondiep subtidaal, maar de overgang in de omgekeerde richting is bijna even groot. Het ondiep subtidaal neemt echter voornamelijk toe door een afname van laag slik (zacht substraat). Dit ecotoop groeit netto echter door een overgang van middelhoog slik naar laag slik. Potentiële pionierzone werd deels omgezet naar hoog slik en schor. Het schor zelf nam in omvang toe, vooral door omzetting van hoog supralitoraal en hoog slik.

Op het Paardeschoor neemt het diep subtidaal amper toe (<1 ha), maar er is wel uitwisseling (ca 6 ha) met het matig diep subtidaal dat afneemt in areaal door een overgang naar ondiep subtidaal (+2 ha). Tegelijk wordt dit ondiep subtidaal voor een gelijkaardige mate naar laag slik omgezet (+1,7 ha). Het laag slik wint ook 3 ha in omvang door verlaging van het middelhoog slik. Ook hier neemt het potentieel in omvang af, vooral door schorvorming (1,2 ha).

Aan het Galgenschoor wordt ook matig diep subtidaal omgezet naar diep subtidaal (3 ha) en wisselt ook areaal uit met ondiep subtidaal (ca 1 ha). Ook ca 1 ha ondiep subtidaal wisselt uit met het laag slik. Het laag slik neemt licht in omvang af door overgang naar het middelhoog slik. Het pionierschor halveert in omvang (-6 ha) waarvan 3 ha is omgezet in schor.

Tot slot wordt opgemerkt dat een deel van de toename van het intertidaal gebied tussen 2010 en 2012 ook zou kunnen verklaard worden door een toename van de getijslag onder invloed van de 18,6-jarige cyclus. Bijkomend studiewerk wordt aanbevolen om dit effect te kwantificeren.

Tabel 5-23: Evolutie van de ecotopen in de Beneden-Zeeschelde tussen 2010 en 2012 (in ha) (INBO, 2014a).

Ecotoop	2010	2012	2012-2010
diep subtidaal	1964.6	1967.1	2.5
matig diep subtidaal	369.0	395.8	-0.2
ondiep subtidaal	242.3	250.8	8.5
laag slik zacht substraat	146.8	150.4	3.6
middelhoog slik zacht substraat	210.7	194.1	5.8
hoog slik zacht substraat	35.5	47.4	11.9
laag slik hard natuurlijk	14.0	14.7	0.7
middelhoog slik hard natuurlijk	3.5	2.6	-1.0
hoog slik hard natuurlijk	0	0	0
laag slik hard antropogeen	15.5	19.9	4.4
middelhoog slik hard antropogeen	48.8	46.8	-2.0
hoog slik hard antropogeen	10.8	10.9	0.0
supralitoraal hard antropogeen	13.5	14.2	0.4
potentiële pionierzone	22.9	18.9	-4.0
schor	217.2	223.1	5.9
hoog supralitoraal	9.1	9.8	0.7
antropogeen	0.9	0.8	-0.1

5.6.2.1.1 Groot Buitenschoor

Tabel 5-24: Omzetting van de ecotopenarealen op het Groot Buitenschoor tussen 2010 en 2012 (in m²).

Overgang 2010-2012		NAAR (2012)													
		DS	MDS	OS	LSZS	LSHA	MSZS	MSHA	HSZS	HSHA	PP	S	SHA	HS	A	**Totaal**
VAN (2010)	diep subtidaal (DS)	738 693	7 583	154												**746 431**
	matig diep subtidaal (MDS)	29 886	592 475	33 054												**655 415**
	ondiep subtidaal (OS)		28 642	620 816	24 306	956										**674 723**
	laag slik zacht substraat (LSZS)			43 651	319 664	647	273									**364 236**
	laag slik hard antropogeen (LSHA)			1 654		12 922		104								**14 681**
	middelhoog slik zacht substraat (MSZS)			1 090	54 676		419 992	410	8 316			236				**484 720**
	middelhoog slik hard antropogeen (MSHA)			9	5	2 640	81	26 933	4	138		8				**29 828**
	hoog slik zacht substraat (HSZS)						942		163 191		67	4 144				**168 346**
	hoog slik hard antropogeen (HSHA)							86	41	1 734		46	95			**2 004**
	potentiele pionierzone (PP)	13							4 750		29 980	2 566	90			**37 423**
	schor (S)						54				773	157 475	292			**158 594**
	supralitoraal hard antropogeen (SHA)									147		227	4 219		12	**4 608**
	hoog supralitoraal (HS)										4	12 270	340	741		**13 357**
	Totaal	**768 599**	**628 708**	**700 436**	**398 652**	**17 165**	**421 342**	**27 534**	**176 303**	**2 019**	**30 824**	**176 972**	**5 036**	**741**	**12**	**3 354 384**

5.6.2.1.2 Paardeschoor

Tabel 5-25: Omzetting van de ecotopenarealen op het Paardeschoor tussen 2010 en 2012 (in m²).

Overgang 2010-2012		NAAR (2012)																
		DS	MDS	OS	LSZS	LSHA	LSHN	MSZS	MSHA	MSHN	HSZS	HSHA	PP	S	SHA	HS	A	**Totaal**
VAN (2010)	diep subtidaal (DS)	1 503 615	57 133															**1 560 748**
	matig diep subtidaal (MDS)	63 374	718 380	49 868	7													**831 627**
	ondiep subtidaal (OS)	222	22 588	165 293	22 592	1 162	231											**212 088**
	laag slik zacht substraat (LSZS)		787	17 711	128 621	71	11	1 180	13					2				**148 396**
	laag slik hard antropogeen (LSHA)		65	3 129	518	14 529		37	78									**18 356**
	laag slik hard natuurlijk (LSHN)			1 412			11 565											**12 978**
	middelhoog slik zacht substraat (MSZS)				32 570			487 062	2 067	0	1 751	28		96				**523 575**
	middelhoog slik hard antropogeen (MSHA)			26	139	934		5 106	8 461		49	473		243	28		192	**15 652**
	middelhoog slik hard natuurlijk (MSHN)						1 610		39	1 623								**3 271**
	hoog slik zacht substraat (HSZS)							3 525	80		58 061	427	1 134	1 990	7			**65 226**
	hoog slik hard antropogeen (HSHA)							25	1 081		671	5 214		976	287		228	**8 482**
	potentiele pionierzone (PP)							41	8		4 830	118	48 687	12 204	120	10		**66 018**
	schor (S)							150	6		908	17	1 223	502 114	2 022			**506 442**
	supralitoraal hard antropogeen (SHA)								19		86	2 116	27	1 631	4 150			**8 029**
	hoog supralitoraal (HS)													74	42	21 498	12	**21 631**
	antropogeen (A)																431	**431**
	Totaal	**1 567 213**	**798 952**	**237 441**	**184 448**	**16 696**	**13 418**	**497 127**	**11 852**	**1 623**	**66 356**	**8 393**	**51 072**	**519 331**	**6 660**	**21 671**	**865**	**4 003 121**

5.6.2.1.3 Galgenschoor

Tabel 5-26: Omzetting van de ecotopenarealen op het Galgenschoor tussen 2010 en 2012 (in m²).

Overgang 2010-2012		NAAR (2012)															
		DS	MDS	OS	LSZS	LSHA	LSHN	MSZS	MSHA	MSHN	HSZS	HSHA	PP	S	SHA	HS	Totaal
VAN (2010)	diep subtidaal (DS)	473 633	3 680	10													**477 324**
	matig diep subtidaal (MDS)	29 770	325 334	9 956													**365 061**
	ondiep subtidaal (OS)	57	12 705	281 654	10 688	36	203										**305 341**
	laag slik zacht substraat (LSZS)			6 872	167 014	0		14 346									**188 232**
	laag slik hard antropogeen (LSHA)			42	169	676		35	22								**945**
	laag slik hard natuurlijk (LSHN)			2 236			41 887										**44 123**
	middelhoog slik zacht substraat (MSZS)				22 012	31		201 100	259		256	3	2	61			**223 723**
	middelhoog slik hard antropogeen (MSHA)							721	21 122		6	796		19			**22 665**
	middelhoog slik hard natuurlijk (MSHN)						6 667		20	4 291							**10 978**
	hoog slik zacht substraat (HSZS)							161	28		10 443	661	9	937	1		**12 240**
	hoog slik hard antropogeen (HSHA)							20	815		544	13 752		395	85		**15 613**
	potentiele pionierzone (PP)							4			3 020	120	4 164	3 823	168		**11 298**
	schor (S)							96	2		2 570	895	748	399 134	399	8	**403 853**
	supralitoraal hard antropogeen (SHA)								0		67	821	51	839	2 852		**4 631**
	hoog supralitoraal (HS)															7 112	**7 112**
	antropogeen (A)													1	85		**86**
	Totaal	**505 086**	**341 878**	**300 964**	**199 883**	**743**	**48 756**	**216 484**	**22 269**	**4 291**	**16 907**	**17 049**	**4 975**	**405 210**	**3 589**	**7 562**	**2 095 646**

5.6.2.2 Fysiotopen

Tabel 5-27 kwantificeert de fysiotopen turnover in de periode 2010-2012. In Bijlage M is de fysiotopen turnover kaart 2010-2012 opgenomen. Hieruit kan men afleiden dat:

- De grootste wijzigingen optreden aan het Groot Buitenschoor, Paardeschoor en Galgenschoor (deze worden hieronder meer in detail besproken). Kleinere veranderingen treft men onder meer aan ter hoogte van de Ketelplaat, de Plaat van de Parel en de vml. Palingplaat.
- Hoe verder stroomopwaarts, hoe kleiner de areaalwijzigingen worden.
- Er zich een netto verschuiving voordoet van hoog (supralitoraal) naar laag (diep subtidaal). Dit gaat gepaard met:
  - een toename van het hoog slik (van 47 ha naar 68 ha) ten koste van het supralitoraal (-22 ha);
  - een afname van het middelhoog slik ten voordele van het laag slik (+ 22 ha);
  - een uitbreiding van het ondiep subtidaal, voornamelijk afkomstig uit het laag slik;
  - areaal uitwisseling tussen ondiep en matig diep subtidaal en ook tussen diep en matig diep subtidaal gebeurt in dezelfde mate;

Tabel 5-27: Fysiotopen turnover in de periode 2010-2012 voor de Beneden-Zeeschelde (in ha).

Overgang 2010-2012		NAAR (2012)							
		DS	MDS	OS	LS	MS	HS	SL	T
VAN (2010)	diep subtidaal (DS)	**1943**	21	1	0	0	0	0	**1965**
	matig diep subtidaal (MDS)	24	**356**	16	0	0	-	0	**396**
	ondiep subtidaal (OS)	0	18	**211**	11	0	-	0	**240**
	laag slik (LS)	0	1	22	**150**	5	0	0	**178**
	middelhoog slik (MS)	0	0	0	22	**236**	4	0	**263**
	hoog slik (HS)	0	0	0	0	3	**43**	1	**47**
	supralitoraal (SL)	0	0	0	0	2	22	**239**	**263**
	Totaal (T)	**1967**	**396**	**250**	**184**	**246**	**68**	**240**	**3352**

5.6.2.2.1 Groot Buitenschoor

Bijlage M toont dat de voornaamste wijzigingen zich voordoen op de rand tussen middelhoog en laag slik en op de grens van laag slik en ondiep subtidaal. Tabel 5-28 kwantificeert deze areaalverschuivingen: 6 ha van middelhoog slik naar laag slik en 2 ha (netto) van laag slik naar ondiep subtidaal. Verder is er een evenwicht in de uitwisseling tussen ondiep en matig diep subtidaal (3 ha).

Tabel 5-28: Fysiotopen turnover in de periode 2010-2012 voor Groot Buitenschoor (in ha).

Overgang 2010-2012		NAAR (2012)							
		DS	MDS	OS	LS	MS	HS	SL	T
VAN (2010)	diep subtidaal (DS)	74	1	0	0	0	0	0	75
	matig diep subtidaal (MDS)	3	59	3	0	0	0	0	66
	ondiep subtidaal (OS)	0	3	62	3	0	0	0	67
	laag slik (LS)	0	0	5	33	0	0	0	38
	middelhoog slik (MS)	0	0	0	6	45	1	0	51
	hoog slik (HS)	0	0	0	0	0	17	0	17
	supralitoraal (SL)	0	0	0	0	0	1	20	21
	Totaal (T)	77	63	70	42	45	19	20	335

5.6.2.2.2 Paardeschoor

Ter hoogte van de Paardeschoor kent het supralitoraal een afname (-2 ha) ten voordele van het hoog slik. Er treedt geen uitwisseling plaats tussen het hoog en middelhoog slik. Het middelhoog slik verliest 4 ha aan het laag slik, terwijl de overgang van laag slik naar ondiep subtidaal (2 ha) gecompenseerd wordt door de omgekeerde beweging. Het matig diep subtidaal verliest netto 3 ha aan het ondiep subtidaal. Verder is er een evenwicht tussen de uitwisseling van diep en matig diep subtidaal (6 ha). Deze laatste uitwisseling wordt vooral gedreven door de stort- en zandwinningsstrategie aan de Schaar van Ouden Doel.

Tabel 5-29: Fysiotopen turnover in de periode 2010-2012 voor Paardeschoor (in ha).

Overgang 2010-2012		NAAR (2012)							
		DS	MDS	OS	LS	MS	HS	SL	T
VAN (2010)	diep subtidaal (DS)	150	6	0	0	0	0	0	156
	matig diep subtidaal (MDS)	6	72	5	0	0	0	0	83
	ondiep subtidaal (OS)	0	2	17	2	0	0	0	21
	laag slik (LS)	0	0	2	16	0	0	0	18
	middelhoog slik (MS)	0	0	0	4	50	0	0	54
	hoog slik (HS)	0	0	0	0	0	7	0	7
	supralitoraal (SL)	0	0	0	0	0	2	58	60
	Totaal (T)	157	80	24	21	51	9	58	400

5.6.2.2.3 Galgenschoor

Uit Tabel 5-30 kan men afleiden dat ook hier het areaal hoog slik licht uitbreidt (+1 ha) ten nadele van het supralitoraal. Het laag slik kent een netto-uitbreiding van 2 ha, voornamelijk afkomstig van voormalig middelhoog slik. Verder verliest het matig diep subtidaal 3 ha aan het diep subtidaal.

Tabel 5-30: Fysiotopen turnover in de periode 2010-2012 voor Galgenschoor (in ha).

Overgang 2010-2012		NAAR (2012)							
		DS	**MDS**	**OS**	**LS**	**MS**	**HS**	**SL**	**T**
VAN (2010)	**diep subtidaal (DS)**	**47**	0	0	0	0	0	0	**48**
	matig diep subtidaal (MDS)	3	**33**	1	0	0	0	0	**37**
	ondiep subtidaal (OS)	0	1	**28**	1	0	0	0	**31**
	laag slik (LS)	0	0	1	**21**	1	0	0	**23**
	middelhoog slik (MS)	0	0	0	3	**23**	0	0	**26**
	hoog slik (HS)	0	0	0	0	0	**3**	0	**3**
	supralitoraal (SL)	0	0	0	0	0	1	**41**	**43**
	Totaal (T)	**50**	**34**	**30**	**25**	**24**	**4**	**41**	**209**

5.7 SAMENVATTING / CONCLUSIE MORFOLOGIE EN LEEFOMGEVING

De grootschalige morfologische veranderingen gestipuleerd in het T2009 rapport (T2009-consortium, 2014) lijken zich in de beschouwde periode 2011-2013 te handhaven. De effecten van de derde verruiming - verdieping en consequente 'flexibele' stortingen - lijken hierop gesuperponeerd. De autonome processen worden niet in die mate beïnvloed dat er duidelijke veranderingen of trendbreuken kunnen worden onderscheiden. Ter plaatse van de werkgebieden kan men enigszins wel gewag maken van versterking of afzwakking van de autonome evolutie. Hoe dan ook blijft het moeilijk om de effecten van de verruiming te onderscheiden van de autonome ontwikkelingen. In wat volgt worden de grootschalige morfologische ontwikkelingen aangeduid en wordt nagegaan of deze verband houden met de waargenomen veranderingen in de leefomgeving (potentiële habitats). Indien een vermoeden bestaat van menselijke impact (i.e. derde verruiming) wordt dit ook geduid.

- In macrocel 1 gaat het "knijpen" van de Honte gepaard met een uitbreiding van de Spijkerplaat naar het noorden ten gevolge van de noordelijke migratie van de Schaar van de Spijkerplaat. De Spijkerplaat kent ook een uitbreiding in het westen en het oosten, maar wordt aan de zuidelijke plaatrand steiler. 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) en vooral in het nevengeulstortvak SN11 kunnen dit dynamisch proces beïnvloeden, maar zijn vermoedelijk niet sturend.

De plaatrandstortingen ter hoogte van HPW en HPN zorgen voor een areaaltoename van de Hooge Platen. Hoewel er via de aanleg van een westelijke rug in HPN een luwe zone werd gecreeërd, kan er geen versnelde sedimentatietrend worden vastgesteld op het centrale deel van de plaat, uitgezonderd een gebied nabij het westelijk uiteinde van de stortzone Hooge Platen Noord. Het waardevol laagdynamisch areaal is toegenomen in de stortzones, en nabij de zone HPN wordt in het westelijk en oostelijk gebied een toename van het bodemleven waargenomen nabij de laagwaterlijn. Uit bezorgdheid voor het fourageergebied voor vogels is in de onmiddellijke nabijheid ook niet meer gestort. De zuidelijke rand van Hooge Platen zone is al jaren aan het ophogen. De ecotopenkaart van 2012 toont dat deze evolutie gepaard gaat met (pionier-) schorvorming. De aanwezige schorvegetatie bevordert de neerslag van slib en fijner sediment, wat door de bodemmonsters wordt bevestigd.

- Mesocel 2 vertoont een trend van verondieping over het volledige dieptebereik door stortingen aan HPW en het verzanden van het vaarwater langs Hoofdplaat. De aanzanding van het Vaarwater langs Hoofdplaat wordt bevestigd door de ADCP metingen, die een debietsafname registreerden. Deze evolutie werkt de ontwikkeling van laagdynamisch milieu in de hand, maar is negatief voor de instandhouding van het meergeulenstelsel.

- In macrocel 3 ziet men de sporen van de verdiepingswerken ter hoogte van de Pas van Borssele, de Pas van Terneuzen en de Put van Terneuzen. In het algemeen stelt men een verdieping van de hoofd- en nevengeul (Everingen) vast. De stortingen in SN31 zorgen er lokaal voor sterke verondieping en migratie richting macrocel 4 aan de oostelijke rand van de Rug van Baarland en het Middelgat kan niet worden uitgesloten. Het is niet duidelijk welke factor verantwoordelijk is voor de uitbreiding van het pionierschor op de Plaat van Baarland (met steiler wordende klif) en de areaaltoename van de Slikken van Everingen.
- In macrocel 4 treft men over het algemeen een verondieping aan van de nevengeul, terwijl de hoofdgeul verdiept. De historische opvulling van het Middelgat (gepaard met de functiewissel hoofd- en nevengeul) blijft in de beschouwde periode doorgaan. Deze bevinding wordt gestaafd door de debietsmetingen en het verminderde watervolume in de nevengeul. Ondanks de maatregelen om geen stortingen meer uit te voeren ter hoogte van RvB - in SN41 werd nooit gestort in de huidge vergunningsperiode - blijft het Middelgat verder aanzanden door autonome sedimentatie. Het effect van het stopzetten van de stortingen ter hoogte van RvB is wel te zien in het watervolume van de nevengeul, waarvan een vertraagde sedimentatie kan worden afgeleid. Op de Rug van Baarland geldt een uitwisseling tussen het laagdynamisch en hoogdynamisch litoraal, maar wordt het laagdynamische areaal meer aaneengesloten. In het zuidwesten, nabij de plaatrandstortzone, neemt het bodemleven toe. In de stortzone zelf is het waardevol laagdynamisch areaal toegenomen. De verzanding van het Middelgat zorgt ook voor luwere omstandigheden, waardoor een deel van het sublitoraal laagdynamisch is geworden. Op de Molenplaat krimpt het laagdynamisch litoraal in. Ondanks de aanwezigheid van supralitoraal op de Plaat van Ossenisse, treedt er tot op heden nog geen (pionier-) schorvorming op. 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. De hoofdgeul kent een toename van het watervolume door het tweezijdig uitruimen van de Overloop van Hansweert, deels gecompenseerd door stortingen in SH41 en mogelijke migratie vanuit RvB. De afname van het slikgebied van de Platen van Hulst is mogelijk te linken met de erosieve omstandigheden toe te schrijven aan de hydrodynamische condities die gelden nabij de Nol van Ossenisse.
- In macrocel 5 zorgen verdiepingswerken ter hoogte van de Drempel van Hansweert (op- en afwaarts) en de Overloop van Valkenisse voor verdieping. Plaatrandstortingen aan de Plaat van Walsoorden en in SN51 zorgen voor een toename van de bodemhoogte. In de plaatrandstortzone zelf is het laagdynamisch areaal toegenomen en neemt nabij de laagwaterlijn het bodemleven toe. De minder snelle afname van het watervolume in de nevengeul valt toe te schrijven aan de minder frequente stortingen in SN51. De zuidwestelijke plaattip van de Plaat van Walsoorden wordt weggeruimd door de Schaar van Valkenisse met een forse inkrimping van het litoraal tot gevolg. Op de plaat zelf geldt een sterke uitbreiding van het (pionier-) schor. Analoog aan de Hooge Platen wordt de sedimentsamenstelling er slibrijker en fijnkorreliger. Op de Plaat van Valkenisse vestigt zich de eerste (pionier-) schor vegetatie.

- Verdiepingswerken op de Drempel van Valkenisse en erosie aan de Schaar van de Noord zorgen voor algemene verdieping in macrocel 6. Dit 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 macrocel 6 wordt op sommige plaatsen ook hard substraat blootgelegd.
- Macrocel 7 toont verdieping onder invloed van baggerwerken op de Drempel van Bath en de Drempel van Zandvliet. Sedimentatie van de Appelzak zorgt voor verondieping en een toename van het laagdynamisch sublitoraal. De westelijke schorrand van het land van Saeftinge staat onder druk en wijkt terug.

Uit analyse van allerhande bronnen blijkt dat de doorgevoerde verruiming zijn weerslag kent op de morfologie: verdieping treft men aan ter plaatse van de baggerzones, terwijl men verondieping aantreft in de stortvakken. Consistent met de gevolgde stortstrategie worden de opwaartse macrocellen voornamelijk beïnvloed door de uitgevoerde verdiepingswerken terwijl afwaarts de stortingen meer op het voorplan treden. Algemeen kan men stellen dat het gros van de plaatcomplexen in de Westerschelde ophogen en dat dit aanleiding kan geven tot de uitbouw van laagdynamisch areaal en (pionier-)schor. Men kan enigszins nog niet stellen dat de plaatrandstortingen hier sterk toe bijdragen, aangezien er nauwelijks trendveranderingen werden opgemerkt sinds 2010. In combinatie met de plaatophoging treft men langsheen de plaatranden veelal erosie aan door de verplaatsing van de aanpalende neven- of hoofdgeul.

De grootste morfologische veranderingen in de Beneden-Zeeschelde treft men aan onder invloed van antropogene activiteiten zoals baggerwerken (toegang naar sluiscomplexen, drempels, dokken) en zandwinning (Schaar van Ouden Doel). Verder stroomopwaarts worden de natuurlijke processen terug dominanter, onder meer onder de vorm van duinmigratie en sedimentatie op drempels en in binnenbochten. De fysiotoopveranderingen in de Beneden-Zeeschelde - waar zich een netto-verschuiving voordoet van supralitoraal naar subtidaal - zijn mogelijks een indicatie van de verdiepingseffecten. De afname van het areaal middelhoog slik wijst op steiler wordende slikhellingen.

6. FYSICOCHEMIE EN WATERBODEMKWALITEIT

In het hoofdstuk fysicochemie en waterkwaliteit .wordt onderzocht of er een invloed is van het flexibel storten op de fysische eigenschappen en de chemische samenstelling van het Scheldewater.

De analyse van fysicochemie en waterkwaliteit spitst zich toe op de volgende meetparameters (Schrijver en Plancke, 2008):

- Gehalte aan zwevende stof (suspensiegehalte)
- Doorzicht (eufotische diepte)
- Gehalte aan Chlorofyl-A in de waterkolom en op de schorren
- Chloridegehalte
- Waterbodemkwaliteit (verontreinigingsparameters)

Baggeren en storten kan de hoeveelheid beschikbare sediment verhogen en zo het suspensiegehalte beïnvloeden. Op zijn beurt heeft het gehalte aan zwevende stoffen een sterke invloed op de troebelheid en het doorzicht. Het doorzicht is dan weer van groot belang voor de primaire productie, gekenmerkt door het gehalte aan Chlorofyl-A. De morfologische veranderingen die door het flexibel storten beïnvloed kunnen worden, zijn de getijslag en daardoor de indringing van zout water, gemeten d.m.v. het chloridegehalte. De saliniteit beïnvloedt dan weer de locatie van verschillende plant- en diersoorten binnen het estuarium, maar ook de flocculatie (vlokvorming) van cohesief sediment, en dus het suspensiegehalte en slibsedimentatie. Het baggeren en het hierbij blootleggen van verontreinigd bodemmateriaal kan een impact hebben op de waterbodemkwaliteit, wat ook van belang is voor het ecosysteem.

Voor elk van de tijdreeksen die in dit hoofdstuk worden voorgesteld, is nagegaan of er in de laatste jaren een statistisch significante toename of afname van de meetwaarde heeft plaatsgevonden.

De significantie van de trend werd getest met behulp van de Mann-Kendall test (Helsel en Hirsch, 2002) met een significantieniveau van 95 %. Waar de meetwaarden een sterke seizoensgebonden variatie vertonen (e.g. de eufotische diepte, het chlorofyl- en het chloridegehalte), werd de seizoensgecorrigeerde Kendall-test gebruikt. Indien er een statistisch significante trend werd waargenomen, werd de toename of afname berekend met een lineaire trendlijn.

Bij bepaalde parameters werd bijkomend onderzocht of het aantal piekwaarden en de grootte van deze pieken is gewijzigd. Continue metingen bieden meer mogelijkheden voor de studie van piekwaarden dan periodieke (maandelijkse / tweewekelijkse) metingen. Het is immers altijd mogelijk dat piekwaarden net voorkomen tussen twee periodieke metingen in en zo niet worden waargenomen in de periodieke metingen. Aan de andere kant bevatten de periodieke datasets een betere ruimtelijke dekking over het gehele estuarium, zodat kan worden gecontroleerd of een toename in pieken al dan niet lokaal van aard is. Om deze redenen worden zowel de continue als de periodieke metingen gebruikt voor de studie van piekwaarden. Als parameters voor de piekwaarden worden de jaarlijkse standaardafwijking

(een maat voor de variabiliteit), de jaarlijkse 99ste percentielwaarde, en het percentage van de metingen boven een bepaalde drempelwaarde (peak over threshold) berekend.

6.1 ZWEVENDE STOF

6.1.1 Westerschelde

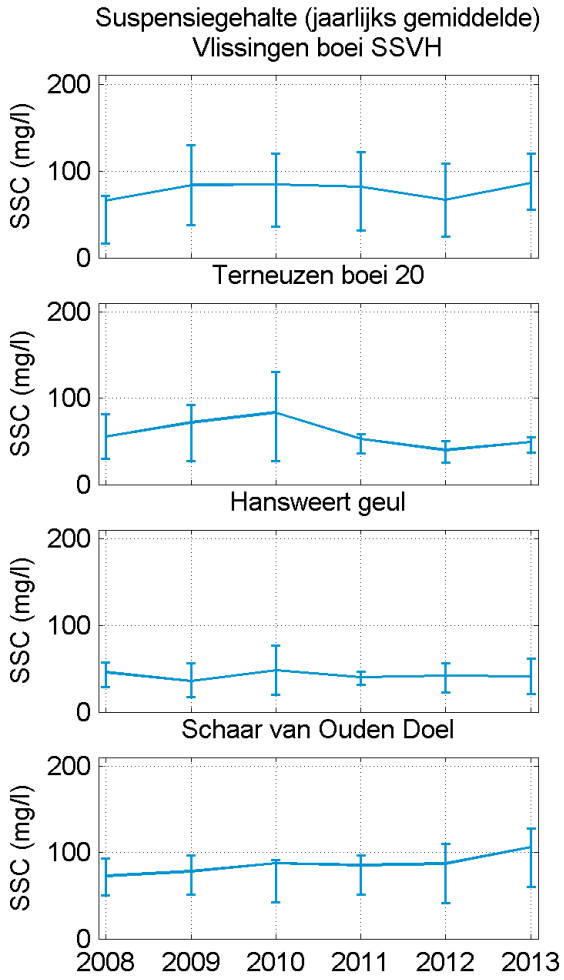
Metingen van de concentratie aan sediment in suspensie worden in de Westerschelde uitgevoerd tijdens laagwater op een diepte van 1 m (IMDC, 2013a, 2013b). Tijdreeksen van de periodieke metingen zijn weergeven in Figuur 6-2. Jaargemiddelde waarden van het suspensiegehalte zijn weergegeven in Tabel 6-1 en Figuur 6-1.

Op het meetpunt Schaar van Ouden Doel is er een toename in het suspensiegehalte van 5,3 mg/l per jaar waargenomen die net niet aan het significantiecriterium voldeed (p = 0.055). Op alle andere meetpunten in de Westerschelde is er geen significante trend in het suspensiegehalte vastgesteld.

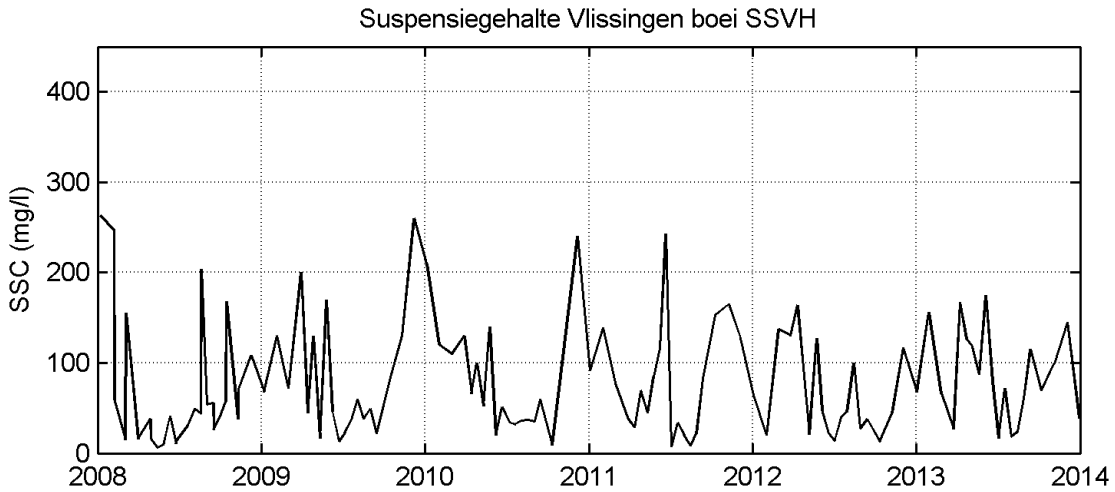
Er is ook gecontroleerd of er een eventuele toename in de piekwaarden van het suspensiegehalte heeft plaatsgevonden. In Vlissingen zijn zowel de standaardafwijking als de 99ste percentielwaarde (een maat voor de jaarlijkse maxima) licht afgenomen. Ook in het naburig meetpunt Terneuzen zijn in de jaren 2012-2013 minder pieken in het suspensiegehalte waargenomen, al is de trend daar niet significant. Op de andere meetlocaties zijn voor de drie bovenvermelde parameters geen trends waargenomen. De periodieke metingen wijzen dus niet op een toename van concentratiepieken in de Westerschelde.

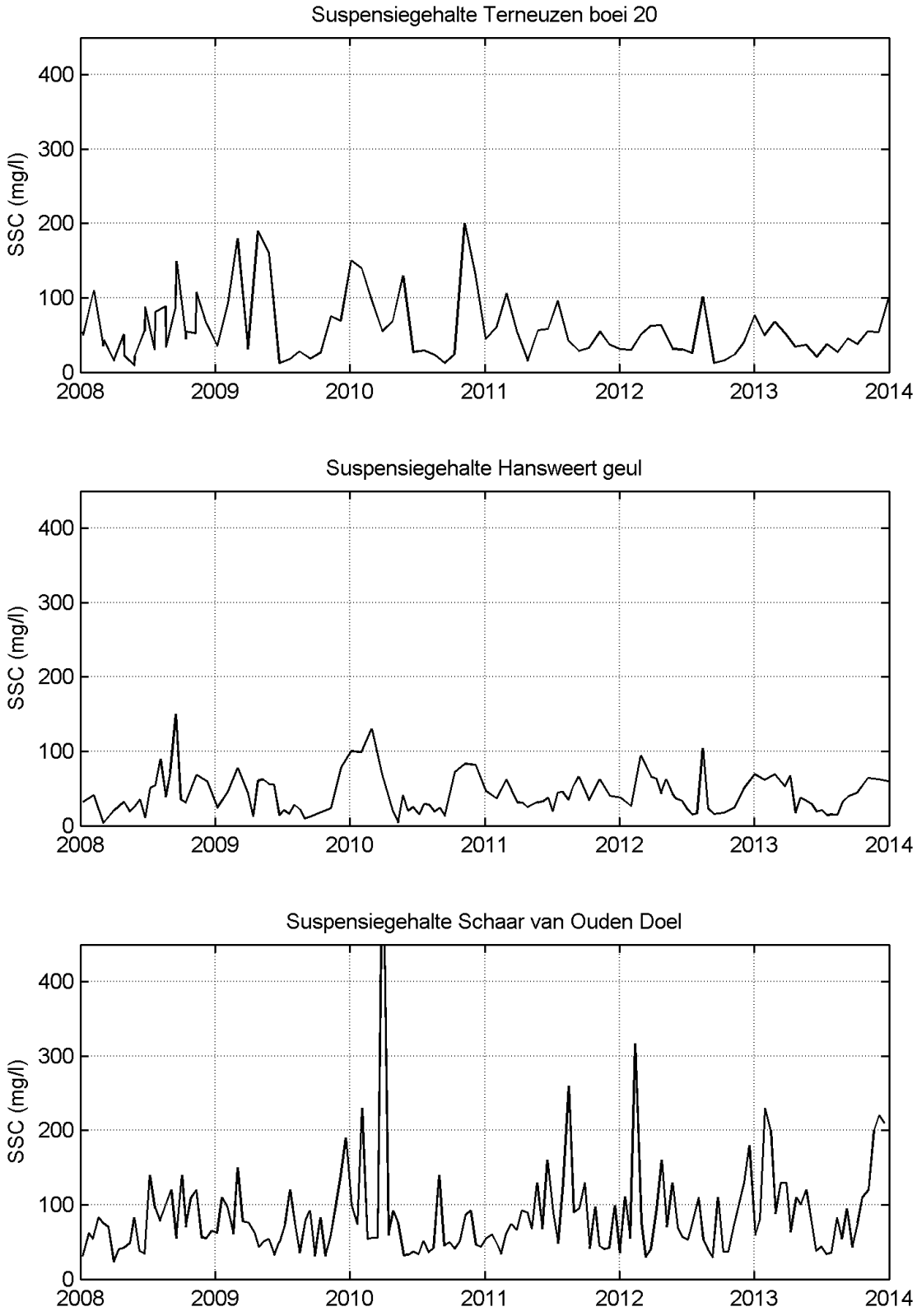
Tabel 6-1: Jaargemiddelde suspensiegehaltes (in mg/l) voor de Westerschelde

		2008	2009	2010	2011	2012	2013
Vlissingen boei SSVH	Gemiddelde	66	84	84	82	67	86
	Standaardafw.	72	69	64	63	49	50
Terneuzen boei 20	Gemiddelde	55	72	83	53	40	49
	Standaardafw.	35	65	61	25	24	21
Hansweert geul	Gemiddelde	46	36	48	40	42	41
	Standaardafw.	33	23	37	13	26	21
Schaar van Ouden Doel	Gemiddelde	73	78	87	85	87	106
	Standaardafw.	33	39	116	48	63	60



Figuur 6-1: Jaargemiddeld suspensiegehalte in de Westerschelde. Foutbalken geven het 25ste en 75ste percentiel weer.





Figuur 6-2: Periodieke metingen suspensiegehalte in de Westerschelde.

6.1.2 Beneden-Zeeschelde

6.1.2.1 Periodieke metingen

In de Beneden-Zeeschelde wordt het suspensiegehalte gemeten aan het oppervlak (IMDC, 2013a). De metingen worden niet consistent op dezelfde fase van het getij genomen. Dit is potentieel een bijkomende bron van variabiliteit in de metingen, in vergelijking met de metingen in de Westerschelde. Wanneer de metingen op de Grens (Beneden-Zeeschelde) echter worden vergeleken met het meetpunt Schaar van Ouden Doel (deel van het meetprogramma in de Westerschelde) blijkt de variatiecoëfficiënt (standaardafwijking gedeeld door gemiddelde) toch niet groter te zijn in de Beneden-Zeeschelde.

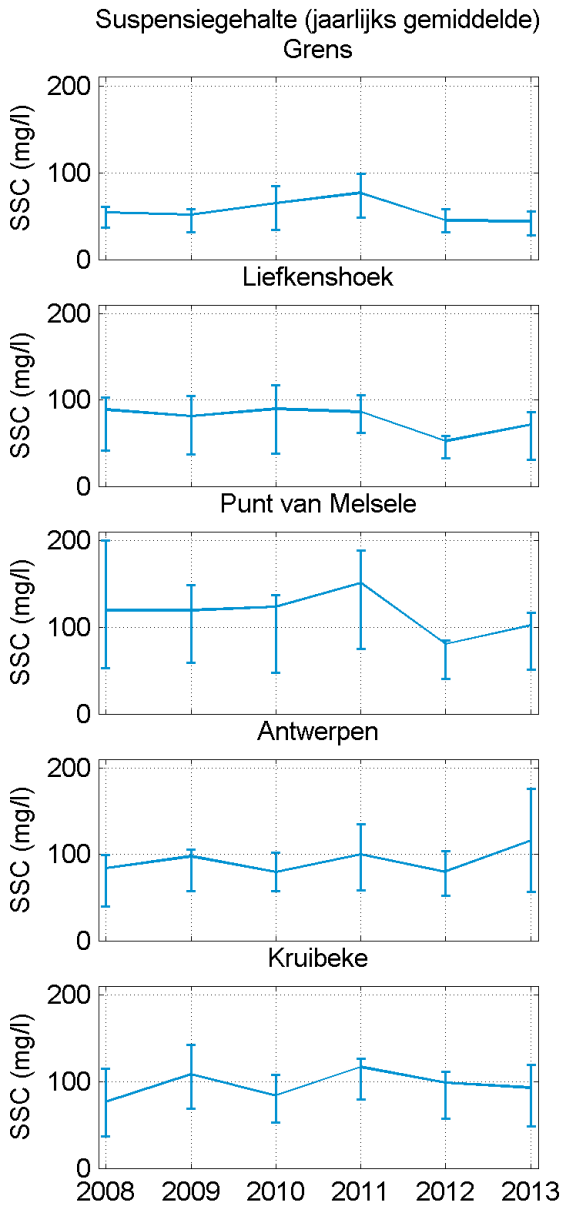
Jaargemiddelde waarden van het suspensiegehalte in de Beneden-Zeeschelde zijn weergegeven in Tabel 6-2 en Figuur 6-3. Tijdreeksen van de periodieke metingen worden weergeven in Figuur 6-4. Voor geen enkel meetstation wordt een statistisch significante toename of afname in functie van de tijd waargenomen.

Ook in de Beneden-Zeeschelde zijn de jaarlijkse standaardafwijking, de jaarlijkse 99ste percentielwaarde, en het percentage van de metingen boven een drempelwaarde van 100 mg/l berekend om een eventuele toename in de piekwaarden van het suspensiegehalte na te gaan. Er is echter op geen enkel meetpunt significante trends in deze parameters waargenomen.

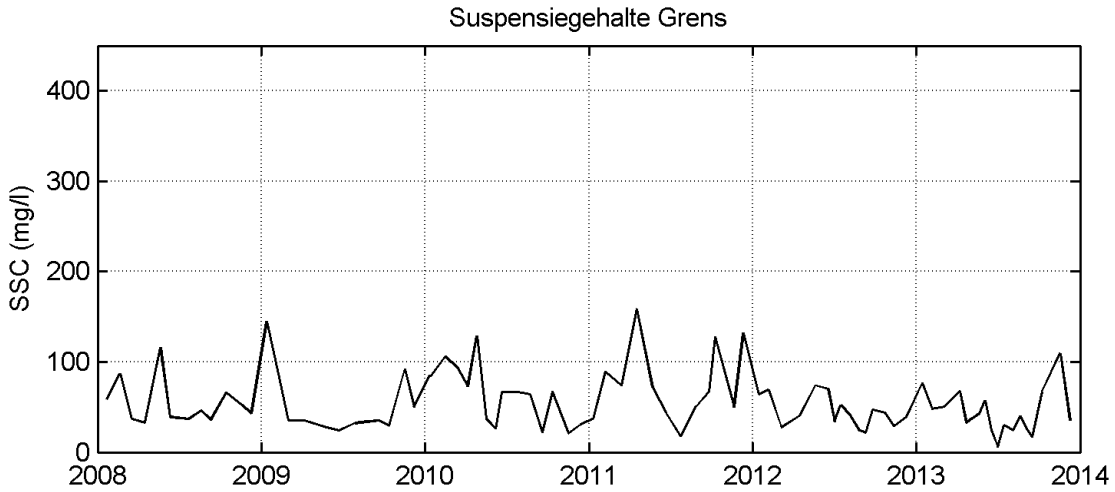
Een analyse van de periodieke metingen in de Beneden-Zeeschelde op langere termijn is beschreven in het rapport “Monitoringprogramma Flexibel Storten. Deelopdracht 1 - Analyse slibconcentratiemetingen in de Zeeschelde” (IMDC, 2013b). Dit rapport bevatte echter nog geen meetdata uit 2013. Dit rapport beschrijft dat er tussen ca. 1996 en 2005 een daling in de suspensiegehaltes heeft plaatsgevonden gevolgd door een stijging in de periode 2006-2011. Suspensiegehaltes in 2012 waren lager dan in het piekjaar 2011. Het huidig rapport bevat ook de metingen uit 2013. Deze liggen in lijn met de waarden van 2012, en zijn dus opnieuw lager dan in 2011 (met uitzondering van de meetlocatie in Antwerpen).

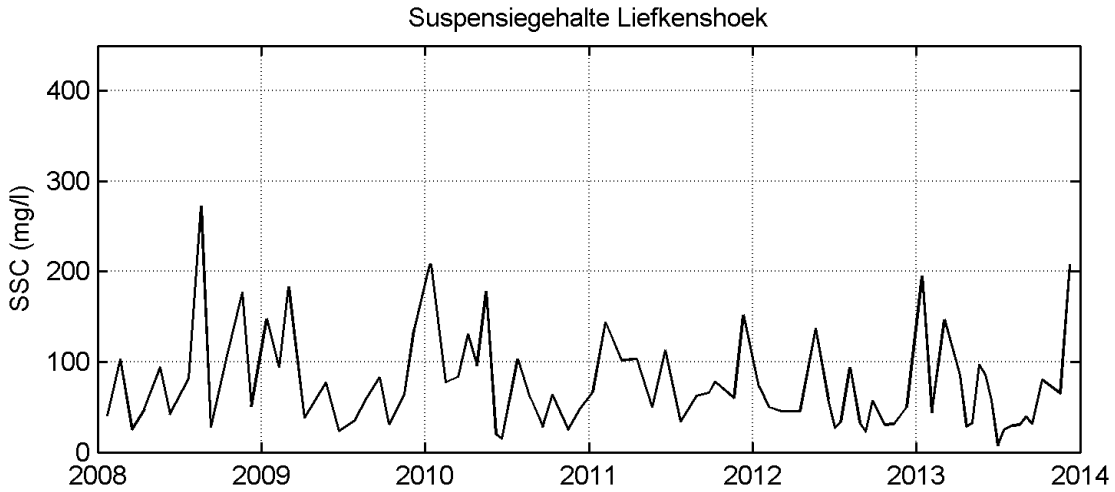
Tabel 6-2: Jaargemiddelde suspensiegehaltes (in mg/l) voor Beneden-Zeeschelde

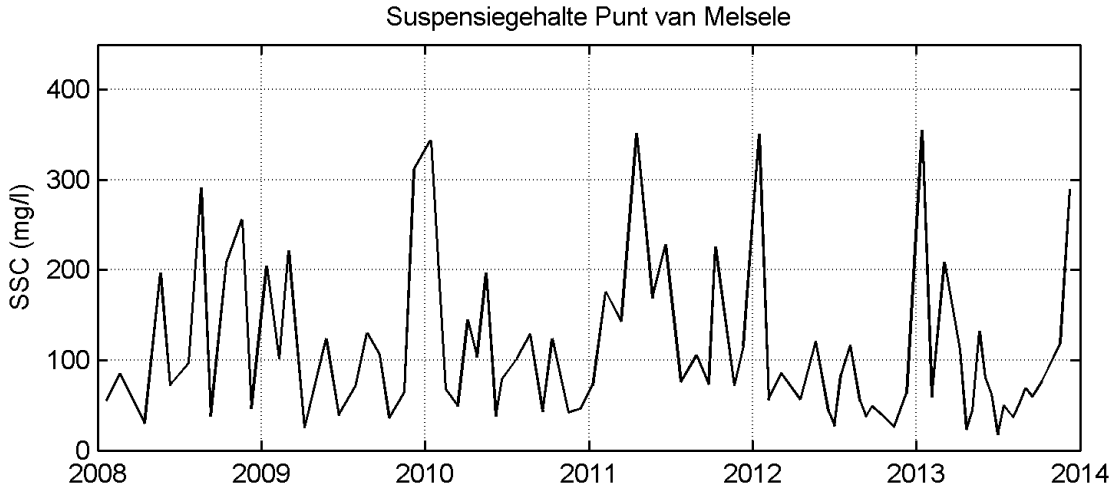
		2008	2009	2010	2011	2012	2013
Grens	Gemiddelde	54	52	65	77	45	44
	Standaardafw.	25	37	32	43	17	25
Liefkenshoek	Gemiddelde	89	81	90	86	52	72
	Standaardafw.	72	51	65	37	30	58
Punt van Melsele	Gemiddelde	119	120	123	151	81	103
	Standaardafw.	92	87	100	86	80	93
Antwerpen	Gemiddelde	84	98	80	100	80	115
	Standaardafw.	72	91	33	49	43	79
Kruibeke	Gemiddelde	77	108	84	117	99	93
	Standaardafw.	62	66	48	93	60	61

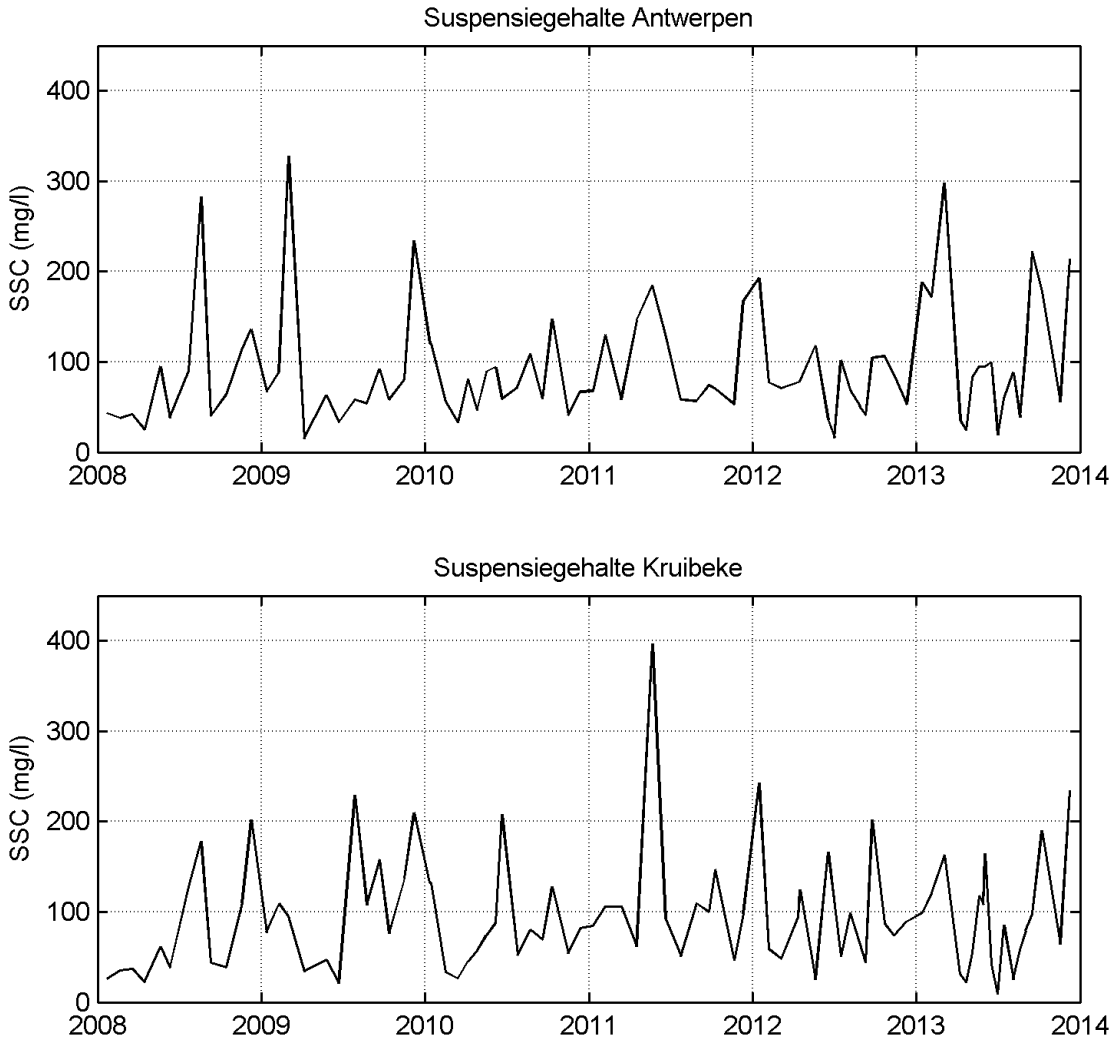


Figuur 6-3: Jaargemiddelde van periodieke metingen suspensiegehalte in de Beneden-Zeeschelde. Foutbalken geven het 25ste en 75ste percentiel weer.


Suspensiegehalte Grens
SSC (mg/l)
0
100
200
300
400
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014


Suspensiegehalte Liefkenshoek
SSC (mg/l)
0
100
200
300
400
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014


Suspensiegehalte Punt van Melsele
SSC (mg/l)
0
100
200
300
400
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014



Figuur 6-4: Periodieke metingen suspensiegehalte in de Beneden-Zeeschelde.

6.1.2.2 Continue metingen

Op de locaties Oosterweel, Boei 84 en Driegoten in de Beneden-Zeeschelde worden turbiditeitsmetingen verricht met behulp van multiparametertoestellen. De turbiditeitsmetingen zijn omgezet naar suspensiegehaltes op basis van calibratieformules beschreven door Taverniers *et al.* (2013a). Tijdreeksen van de continue metingen (meetinterval 10 minuten) zijn weergegeven in Figuur 6-5, Figuur 6-7 en Figuur 6-8. Omdat de sedimentconcentratie sterk varieert doorheen de getijcyclus wordt ook het tweedagelijks gemiddelde weergegeven.

De turbiditeitsmetingen werden uitgevoerd met sensoren van het merk Anderaa: het RCM9-toestel en het Seaguard-toestel. Tijdens bepaalde periodes (hoofdzakelijk in 2012) bereikten turbiditeitsmetingen met het Seaguard-toestel een verzadigingspunt van 500 NTU. Hierdoor worden ook de afgeleide suspensiegehaltes afgetopt op een bepaald verzadigingsniveau. Deze periodes worden aangegeven in blauw in Figuur 6-5, Figuur 6-7 en Figuur 6-8. In latere periodes werden de Seaguard-toestellen herafgesteld naar een verzadigingspunt van 2500 NTU, zodat de suspensiegehalten niet meer plafonneerden.

Omdat de plafonnering van de meetdata zorgt voor een onderschatting van de tweedagelijks gemiddeldes en de jaargemiddeldes, werden deze gecorrigeerd volgens een correctieprocedure die is beschreven in Bijlage R.

Meetpunt Oosterweel (Figuur 6-5) ligt tussen de locaties Punt van Melsele en Antwerpen van de periodieke metingen in de Beneden-Zeeschelde (§6.1.2). De waargenomen suspensiegehaltes voor de metingen in Oosterweel liggen echter beduidend hoger dan deze van de periodieke metingen omdat de periodieke metingen werden genomen aan het oppervlak. De sensoren voor continue meting zijn geplaatst op 1,0 m (Oosterweel Onder) boven de bodem en 4,5 m boven de bodem (Oosterweel boven). Het verticale verschil in meetpositie tussen de continue en periodieke metingen zorgt ervoor dat de twee datasets niet direct vergelijkbaar zijn (IMDC, 2013b).

Voor een analyse van de piekwaarden in het suspensiegehalte vormen de continue metingen een betere basis dan de periodieke metingen. Ook hier zijn daarom de jaarlijkse standaardafwijking, de jaarlijkse 99ste percentielwaarde, en het percentage van de metingen boven een drempelwaarde (ditmaal van 800 mg/l) berekend. De jaarlijkse 99ste percentielwaarde wordt weergegeven als een rode lijn in Figuur 6-5, Figuur 6-7 en Figuur 6-8. Deze waarden kunnen niet nauwkeurig ingeschat worden wanneer er plafonnering van de meetdata optreedt en worden daarom niet weergegeven tijdens jaren waarin de Seaguard 500 werd gebruikt.

Op de meetlocatie Oosterweel was er voor het bovenste meetinstrument in de periode 2001-2005 een dalende trend in het suspensiegehalte met ongeveer 11 mg/l per jaar. In de periode 2005-2011 was er een sterke stijging met 34 mg/l per jaar (bovenste meettoestel) tot 50 mg / l per jaar (onderste meettoestel). Voor de jaren 2010-2013 is er een lichte daling opgetreden met 11 mg/l per jaar (bovenste meettoestel) en 10 mg/l per jaar (onderste meettoestel). Het lijkt er dus op dat de gemiddelde suspensiegehaltes gestabiliseerd zijn. Eind 2013 werden de hoogste suspensiewaarden gemeten te Oosterweel; deze piek valt samen met de Sinterklaasstorm (Figuur 6-6). De suspensiegehaltes zakten slechts na een tweetal weken opnieuw tot hun normale waarden.

Wat betreft de piekwaarden is er te Oosterweel een significante toename van zowel de jaarlijkse standaardafwijking, de jaarlijkse 99ste percentielwaarde, en het percentage metingen boven 800 mg/l. In 2013 werd de waarde 800 mg/l bijvoorbeeld 3 % (boven) en 5 % (onder) van de tijd overschreden, waar dit voor 2007 nooit gebeurde. Ook in 2013 lagen deze waarden nog beduidend hoger dan in 2011.

Op het meetpunt Boei 84 zijn de meettoestellen geplaatst op 0,8 m en 3,3 m boven de bodem. Op de bovenste meetlocatie lange tijd met een Seaguard 500-toestel gemeten waarbij het verzadigingspunt werd bereikt. Met het onderste meettoestel werd in de periode 2006-2013 een stijging van 13 mg/l per jaar waargenomen. De laatste jaren is het stijgingstempo wel licht afgenomen naar zo'n 7 mg/l per jaar in 2011-2013. Ook op Boei 84 is de 99ste percentielwaarde significant gestegen. De stijging van de 99ste percentielwaarde bedroeg gemiddeld 60 mg/l per jaar in 2005-2011 en 12 mg/l per jaar in 2011-2013. Tot ca. 2009 liggen de gemiddelde waarde en vooral de 99%-percentielwaarde hoger op Boei 84 dan op Oosterweel (vermoedelijk omdat de meetinstrumenten dichter bij bodem zijn opgesteld); daarna zijn de waarden hoger te Oosterweel.Op meetpunt Driegoten was het jaar 2011 een piekjaar voor het sedimentgehalte in suspensie, maar in de jaren 2012-2013 was het suspensiegehalte gemiddeld lager dan in 2009-2010.

Op de locaties Oosterweel en Boei 84 kunnen met behulp van de bovenste en onderste meettoestellen ook de verticale concentratiegradiënt $\frac{\Delta c}{\Delta z}$ ingeschat worden. Deze werd berekend op basis van de tweedagelijks gemiddelde concentratiewaarden met Δz = 3,5 m voor Oosterweel en Δz = 2,5 m voor Boei 84 (IMDC, 2013c) en is weergegeven in Figuur 6-9. Op het station Oosterweel werd doorheen de meetperiode een statistisch significante toename (in absolute waarde) van de gradiënt waargenomen, op Boei 84 was de trend niet significant.

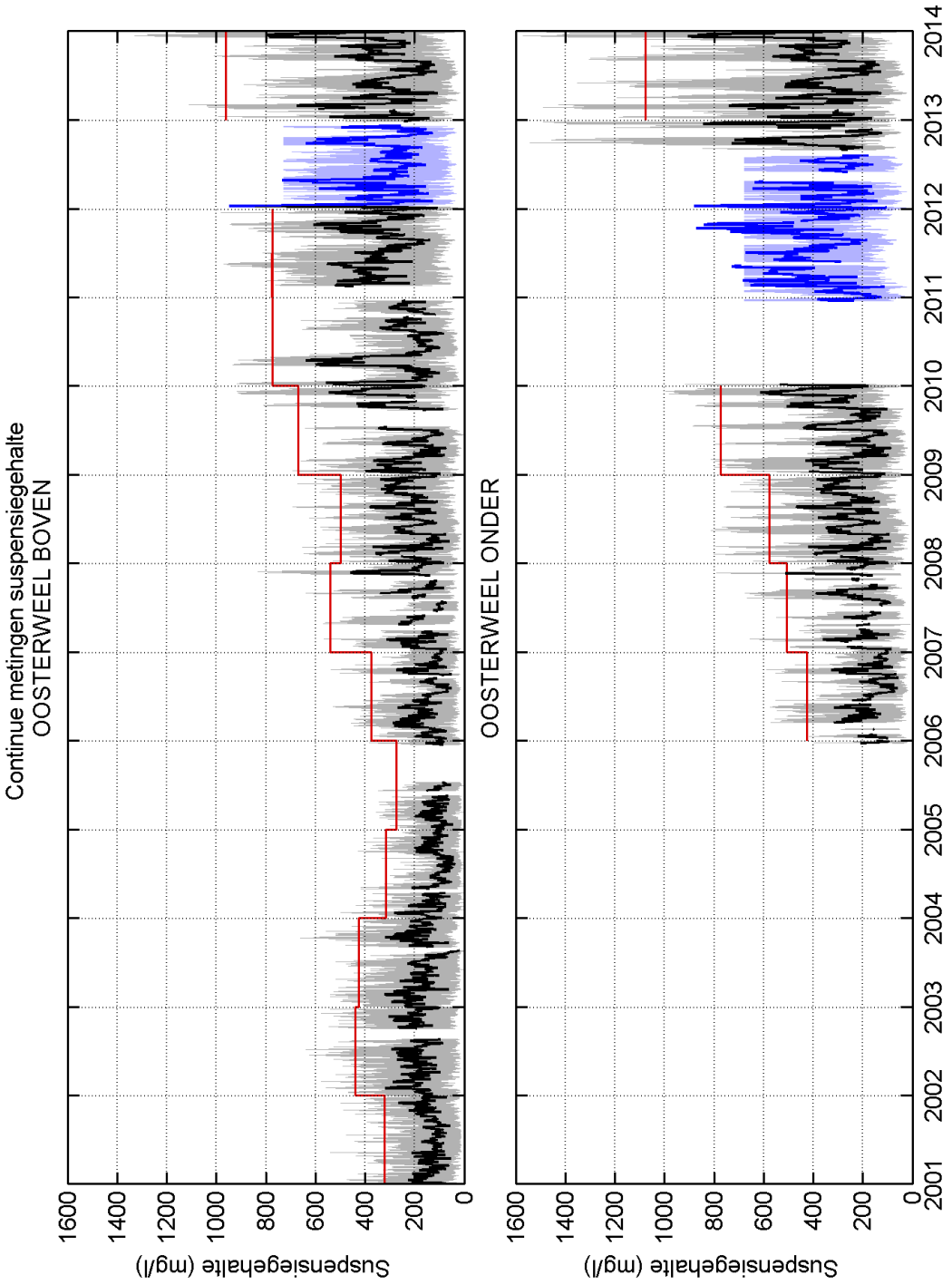
Binnen een getijcyclus vertoont het suspensiegehalte typisch een minimum tijdens de kenteringen (omdat dan het sediment kan bezinken tijdens de periode van lage stroomsnelheden) (Taverniers *et al.*, 2013a). De laagste waarden in Figuur 6-5 - Figuur 6-8 geven aldus de “achtergrondwaarde” van het suspensiegehalte, tijdens de kenteringen, weer. Te Boei 84 vertoont het suspensiegehalte een gelijkaardig verloop bij kentering hoog water (KHW) als bij kentering laagwater (KLW). Te Oosterweel is het suspensiegehalte hoger bij KHW dan bij KLW; te Driegoten is het suspensiegehalte lager bij KHW dan bij KLW (Vanlierde *et al.*, 2014).

Het MER (Consortium Arcadis-Technum, 2007c) wijst op een beperkte toename van de slibconcentraties tot 2010 en een afname richting 2030 als autonome ontwikkeling. Bij de tijdelijke effecten (onder pluimverspreiding) wordt vermeld dat de bagger- en stortactiviteiten leiden tot een verhoging van de gemiddelde slibconcentratie die over lange afstand (van Bath tot de Rupelmonding) merkbaar is. Daarnaast zouden de aanslibbingsprocessen ook versterkt worden. Deze beschrijving komt overeen met de waarnemingen van de laatste jaren.

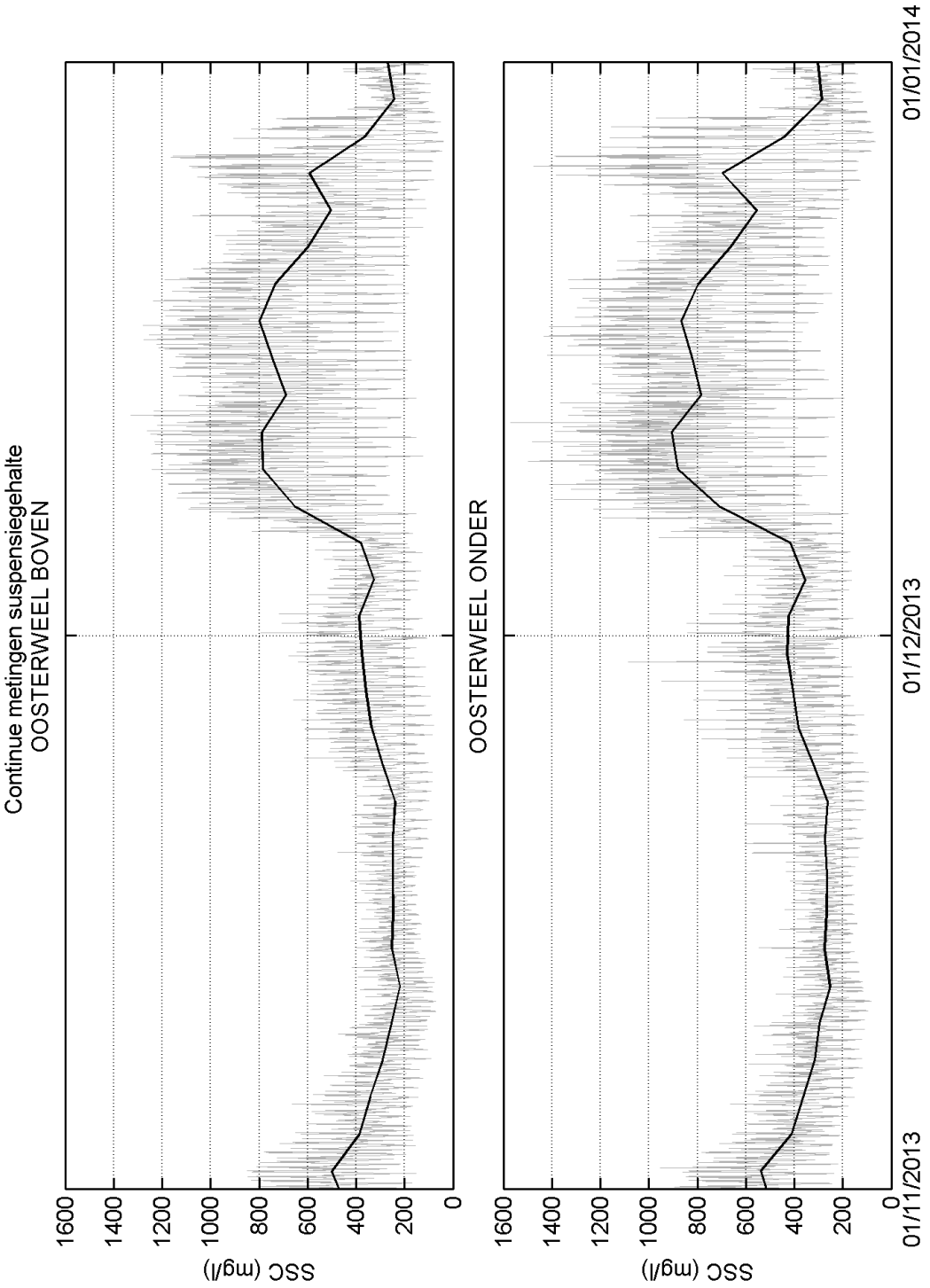
De toename van de sedimentconcentraties, en vooral de toename van de pieken, is verontrustend in het kader van het risico op een systeemomslag in de sedimentdynamiek van de Schelde naar een hyperturbide systeem (Winterwerp, 2013). Deze toename is zeer uitgesproken op het meetpunt Oosterweel. Echter, in Oosterweel worden de sedimentconcentraties niet enkel beïnvloed door de globale sediment-dynamiek van de Schelde, maar ook door de lokale invloed van de werken aan het nabijgelegen Deurganckdok. In het rapport “Deelopdracht 1 - Analyse slibconcentratiemetingen in de Zeeschelde” (IMDC, 2013b) werd zowel visueel (Figuur 6-10 van dit rapport) als met een multivariate regressieanalyse aangetoond dat de stijgende sedimentconcentraties te Oosterweel sterk verbonden zijn met de storthoeveelheden van de werken aan het Deurganckdok, met 2005 (het jaar waarin het Deurganckdok in verbinding werd gesteld met de Schelde) als kanteljaar en 2011 als piekjaar. Op de meetlocatie Boei 84, waar de invloed van lokale stortingen eerder beperkt is, is er in de laatste jaren nog steeds een stijging van zowel het jaargemiddelde suspensiegehalte als de pieken, maar deze stijging is er minder uitgesproken.

Tabel 6-3: Jaargemiddeldes (op basis van gecorrigeerd tweedagelijks gemiddelde), standaardafwijking, 99ste percentielwaarde, en percentage boven drempelwaarde 800 mg/l (op basis van volledige dataset) van de continue metingen suspensiegehalte, in mg/l

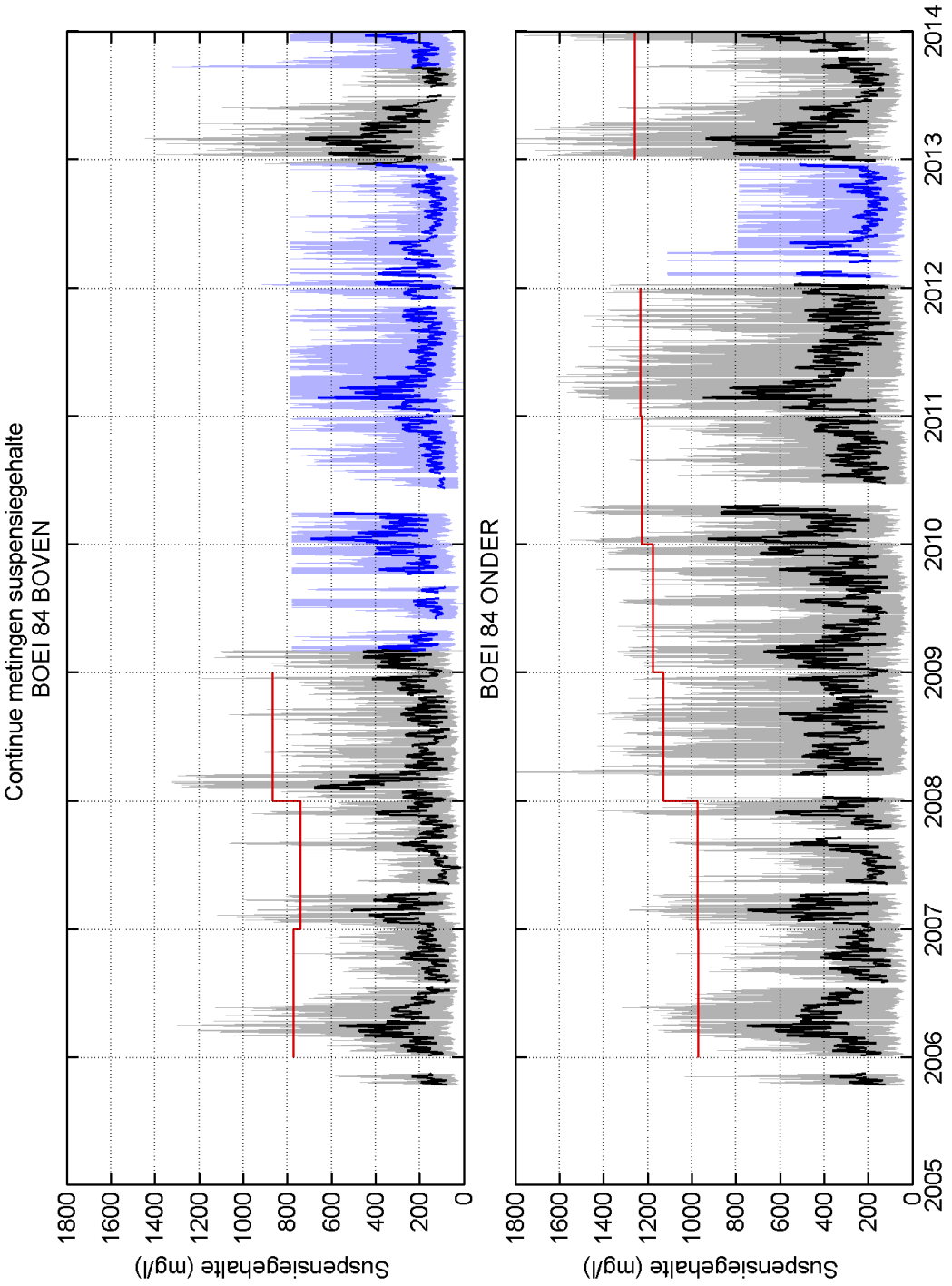
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
OOSTERWEEL BOVEN	Gemiddelde	133	188	177	113	108	145	177	210	235	244	348	320	327
	Standaardafw.	74	98	99	68	63	82	105	112	148	158	160		198
	99ste perc.	322	439	426	314	272	375	541	497	668	775	772		962
	% > 800 mg/l	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	1 %		3 %
OOSTERWEEL ONDER	Gemiddelde						163	199	248	271		415	350	370
	Standaardafw.						90	100	124	159				217
	99ste perc.						424	507	576	772				1078
	% > 800 mg/l						0 %	0 %	0 %	1 %				5 %
BOEI 84 BOVEN	Gemiddelde						197	182	209	210	205	212	179	263
	Standaardafw.						144	144	166					
	99ste perc.						772	742	866					
	% > 800 mg/l						1%	1%	1%					
BOEI 84 ONDER	Gemiddelde						303	293	310	318	352	364	233	377
	Standaardafw.						203	214	244	253	266	283		269
	99ste perc.						973	975	1128	1177	1227	1234		1258
	% > 800 mg/l						4 %	4 %	6 %	7 %	7 %	10 %		9 %
DRIEGOTEN	Gemiddelde									176	161	377	181	158
	Standaardafw.													128
	99ste perc.													633
	% > 800 mg/l									2 %	0 %	16 %	0 %	0 %



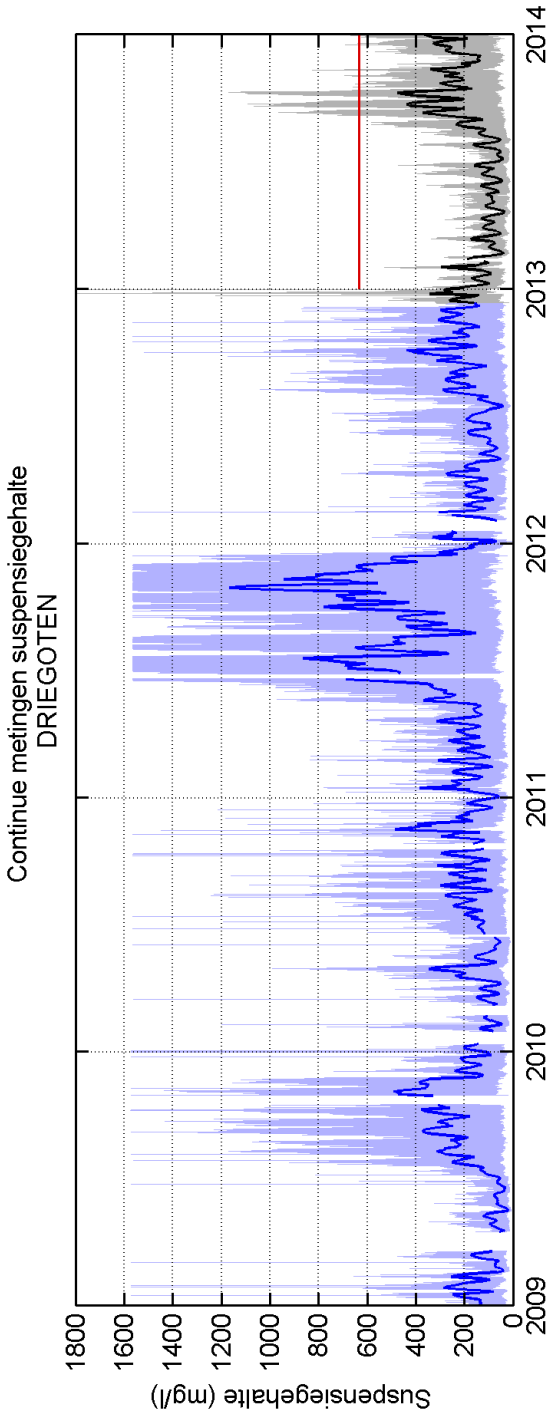
Figuur 6-5: Continue metingen suspensiegehalte Oosterweel. Brede zwarte lijn geeft het tweedagelijks gemiddelde weer, rode lijn de jaarlijkse 99ste percentielwaarde. Metingen in blauw werden genomen met het Seaguard-500 toestel.



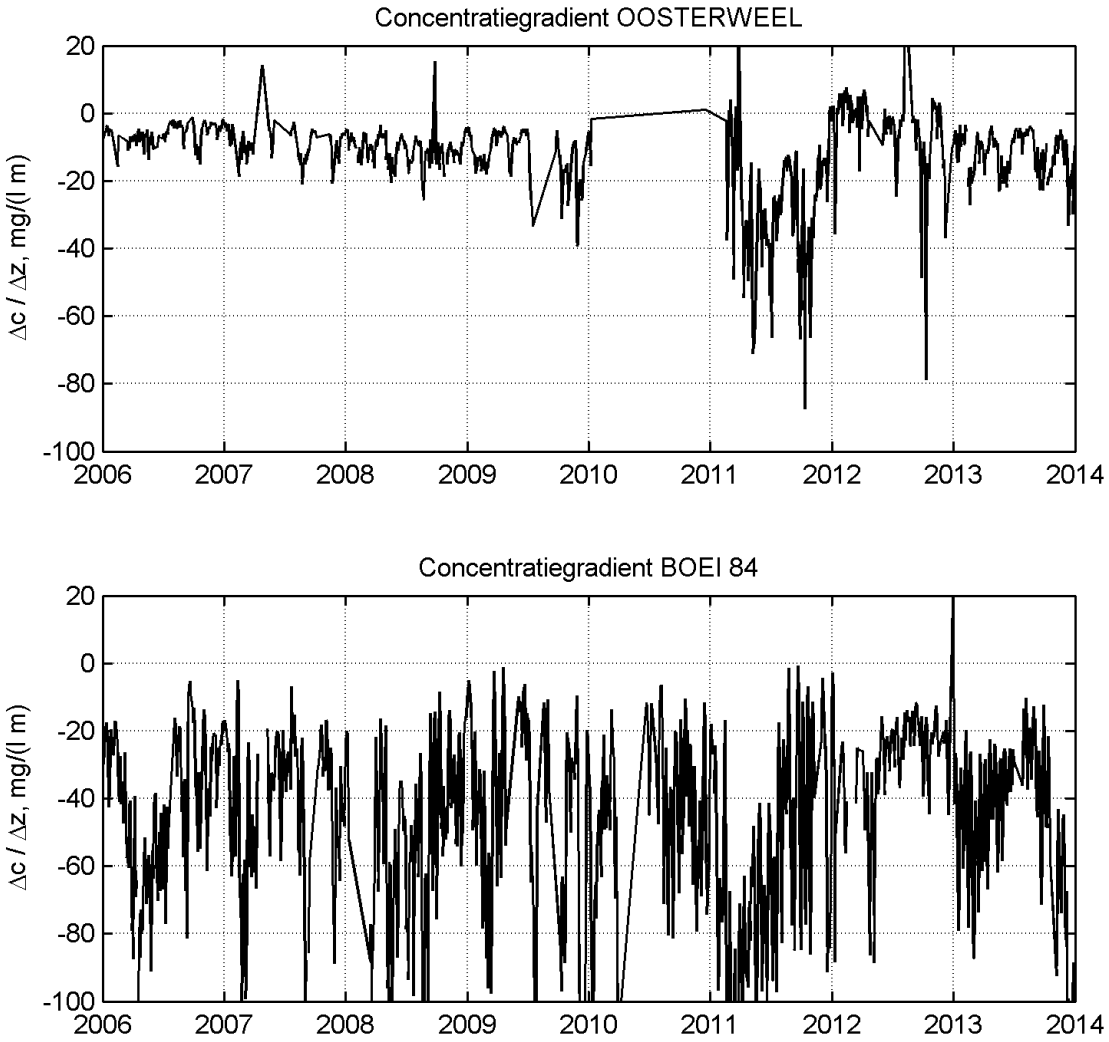
Figuur 6-6: Continue metingen suspensiegehalte Oosterweel.
Detail november-december 2012 (Sinterklaasstorm).



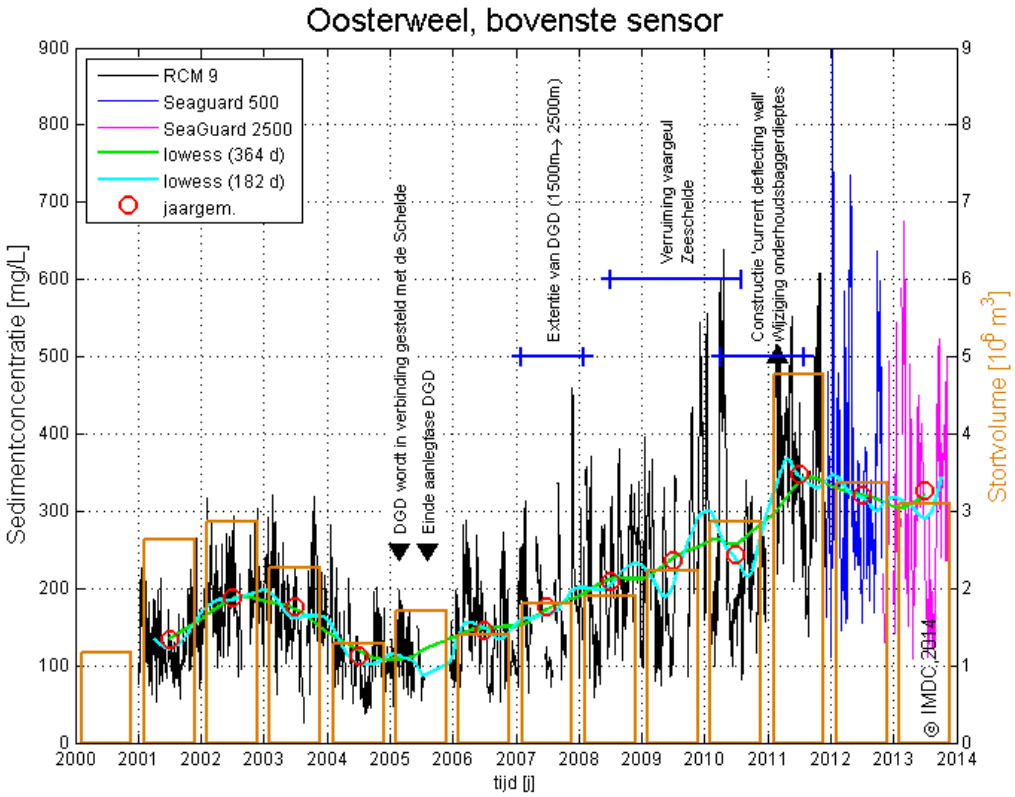
Figuur 6-7: Continue metingen suspensiegehalte Boei 84. Brede zwarte lijn geeft het tweedagelijks gemiddelde weer, rode lijn de jaarlijkse 99ste percentielwaarde. Metingen in blauw werden genomen met het Seaguard-500 toestel.



Figuur 6-8: Continue metingen suspensiegehalte Driegoten. Brede zwarte lijn geeft het tweedagelijks gemiddelde weer, rode lijn de jaarlijkse 99ste percentielwaarde. Metingen in blauw werden genomen met het Seaguard-500 toestel.



Figuur 6-9: Verticale concentratiegradiënt in de Beneden-Zeeschelde.

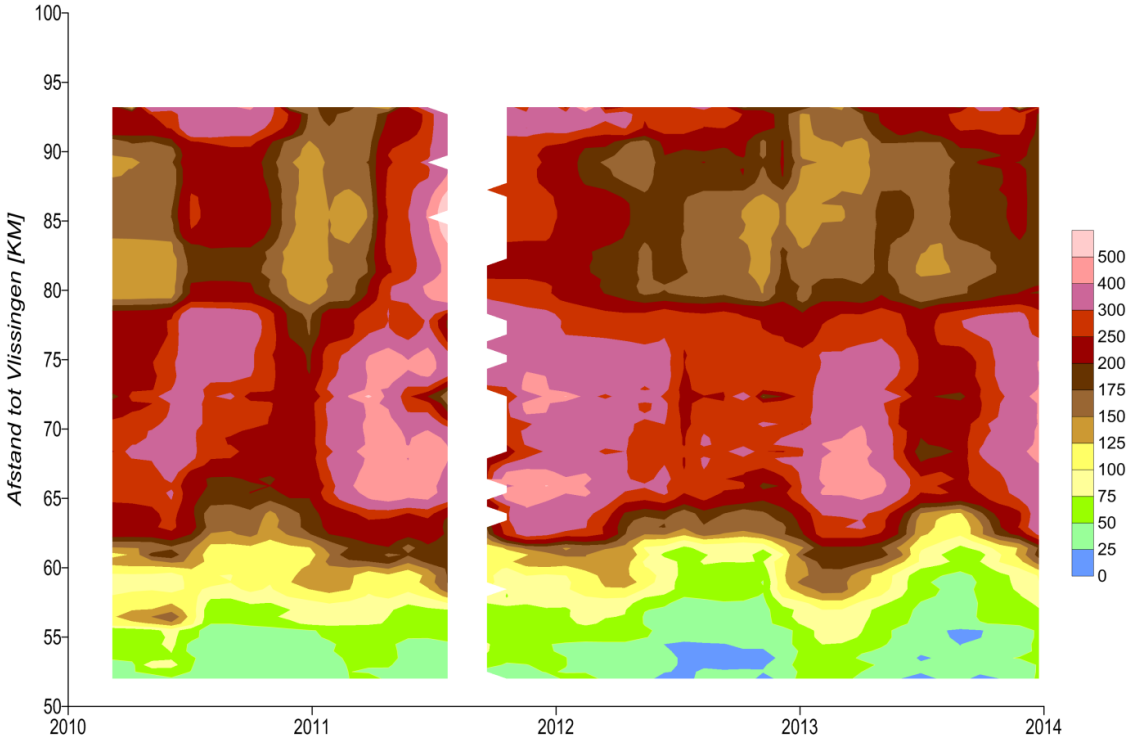


Figuur 6-10: Tweedaagse gemiddelden van de SSC en lopende (half)jaarlijkse gemiddelden van de SSC, met de toevoeging van de stortvolumes in de nabijheid van Oosterweel (Figuur 4-2) en met aanduiding van belangrijke data van de werken aan Deurganckdok en de derde verruiming.

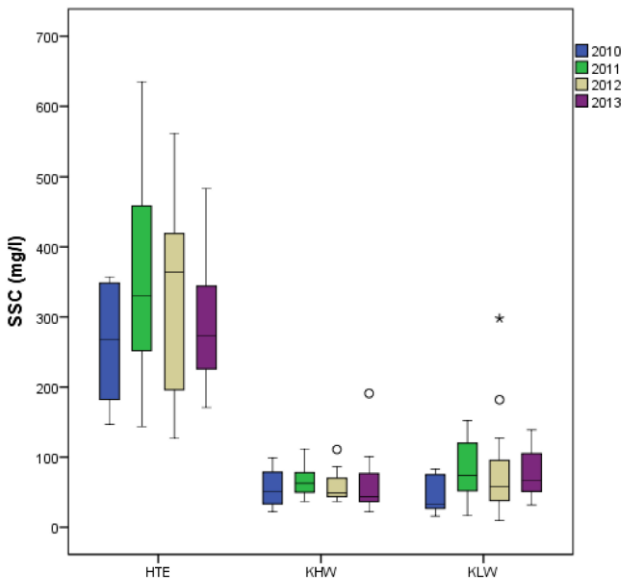
6.1.2.3 Langsvaarten en dertienuursmetingen

Naast de hiervoor vermelde periodieke en continue metingen worden sinds 2010 ook sedimentconcentraties bepaald op basis van staalnames tijdens de langsvaarten uitgevoerd door het Waterbouwkundig Laboratorium (Vereecken *et al.*, 2012; Taverniers *et al.*, 2013a; Vanlierde *et al.*, 2013, 2014). Deze vaarten worden maandelijks tot driemaandelijks uitgevoerd tijdens de kentering hoogwater (KHW), kentering laagwater (KLW) en halftij-eb (HTE).

Tijdens halftij-eb treedt de minste variatie op in de stroomsnelheid tijdens de meetcampagne; deze metingen lenen zich daarom het best tot een analyse van de sedimentconcentratie (Figuur 6-11). De concentraties liggen het hoogst tussen ca. 60 km en 80 km van de monding (ca. Liefkenshoek tot Antwerpen-Loodsgebouw). In de tijd komen de hoogste concentraties voor in 2011, zowel voor KHW-, KLW- en HTE-vaarten. Figuur 6-12 geeft de suspensiegehaltes weer te Oosterweel: ook deze liggen het hoogst in 2011. Dit resultaat (gemeten met behulp van staalnames) vormt een bevestiging van de trends die zijn waargenomen in de continue metingen met behulp van turbiditeitssensoren (§6.1.2.3).



Figuur 6-11: Sedimentconcentratie bij halftij-eb langsheen de Beneden Zeeschelde (overgenomen van Vanlierde et al., 2014).



Figuur 6-12: Sedimentconcentratie Oosterweel (overgenomen van Vanlierde et al., 2014).

Naast de langsvaarten worden er ook jaarlijks zgn. dertienuursmetingen van het suspensiegehalte worden verricht. Tijdens deze dertienuursmetingen wordt het suspensiegehalte en de stroomsnelheid continue gemeten langs een dwarsraai gedurende één getijcyclus (in principe 12u25min) met behulp van ADCP-metingen. Dertienuursmetingen worden één maal per jaar uitgevoerd op een aantal meetlocaties

(Liefkenshoek, Oosterweel en Kruibeke in de Beneden-Zeeschelde). Uit deze metingen kunnen weinig trends worden afgeleid; voor de resultaten wordt verwezen naar de MONEOS-jaarrapporten (Vereecken *et al.*, 2012; Taverniers *et al.*, 2013a; Vanlierde *et al.*, 2013, 2014).

6.2 EUFOTISCHE DIEPTE

In het Schelde-estuarium, waar doorgaans veel nutriënten aanwezig zijn, vormt de hoeveelheid licht die doordringt in de waterkolom de belangrijkste limiterende factor voor de primaire productie. Het doorzicht is gerelateerd aan de troebelheid en wordt bepaald door o.a. de hoeveelheid sediment en organische materie in suspensie. Bovendebieten, golfslag, getij, scheepvaart en baggerwerkzaamheden spelen een rol bij de waargenomen variaties.

De eufotische diepte, gedefinieerd als de diepte waarop nog slechts 1 % van het licht kan doordringen, is een goede maatstaf voor het doorzicht. De eufotische diepte wordt gemeten met behulp van twee lichtsensoren. Een andere gebruikte parameter voor het doorzicht is de Secchi-diepte, maar deze meetmethode is minder nauwkeurig dan de meetmethode voor de eufotische diepte. Daarom worden in dit rapport geen meetdata van de Secchi-diepte besproken.

In het MER werden de effecten van de verruiming of stortstrategie als gering bestempeld.

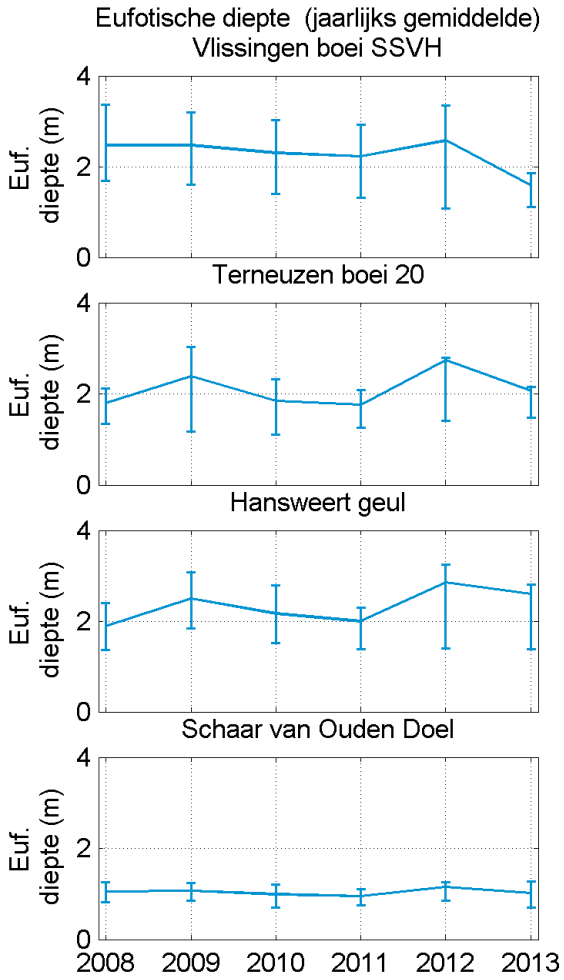
6.2.1 Westerschelde

De gemiddelde eufotische diepte bedraagt zo'n 2,15 m aan de monding van de Westerschelde in Vlissingen. Van west naar oost neemt de eufotische diepte af tot ongeveer 1m nabij de grens tussen België en Nederland (Tabel 6-4). De eufotische diepte in de Westerschelde vertoont een seizoensgebonden gedrag met hogere waarden in de zomer en lagere waarden in de winter. Deze lagere waarden tijdens de winter zijn waarschijnlijk veroorzaakt door een hogere bovenstroomse afvoer van slib, en eventueel ook door de hogere stormintensiteit die meer slib in suspensie houdt.

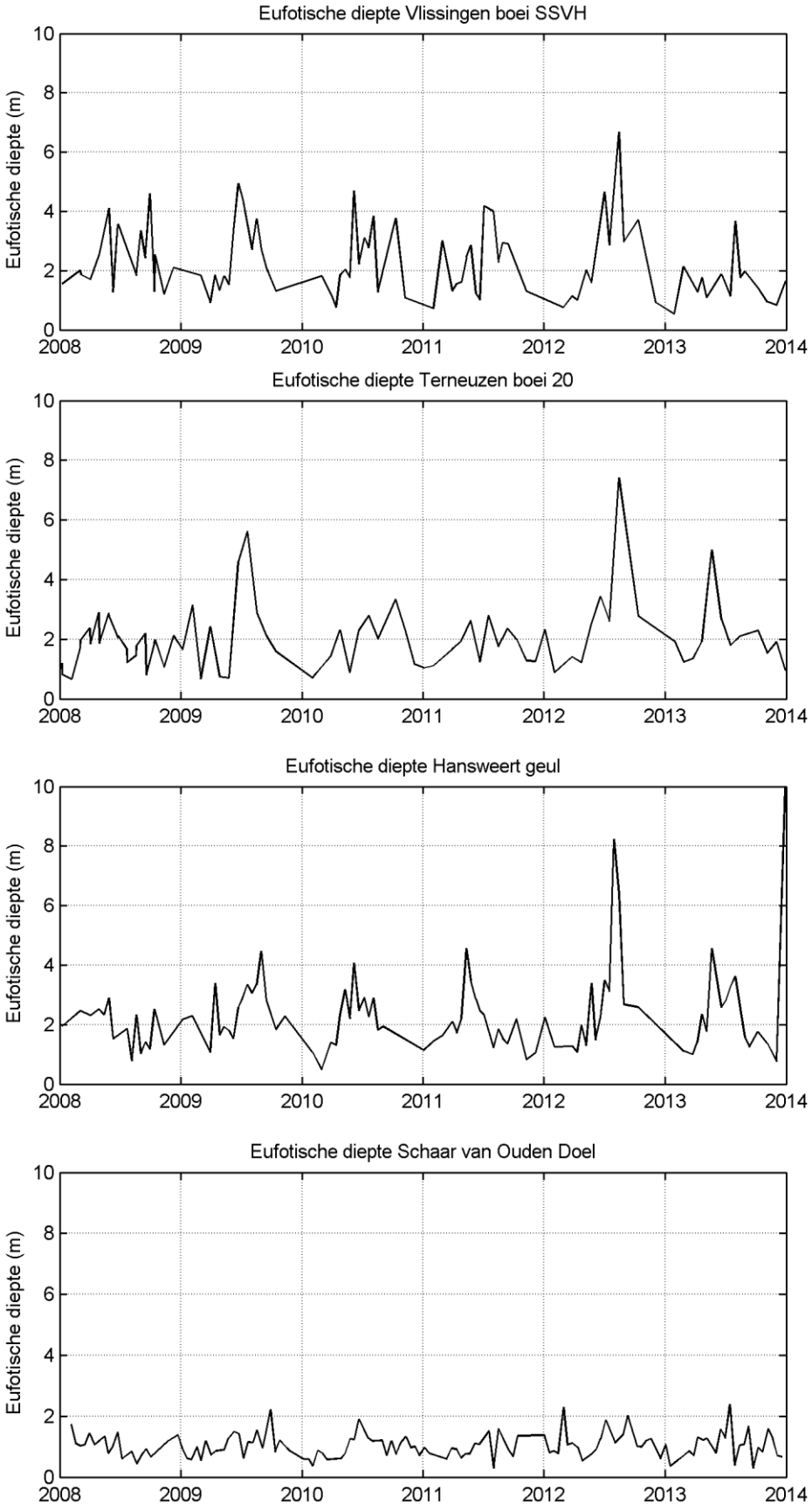
Op geen enkel meetpunt wordt een significante trend voor de eufotische diepte waargenomen over de gerapporteerde periode. Midden augustus 2012 worden wel tijdelijk verhoogde waarden voor de eufotische diepte waargenomen. In Vlissingen is de jaarlijkse minimum eufotische diepte ook afgenomen.

Tabel 6-4:Jaarlijks gemiddelde, standaardafwijking en minimum eufotische diepte (in m) Westerschelde 2010-2014

		2008	2009	2010	2011	2012	2013
Vlissingen boei SSVH	Gemiddelde	2.47	2.47	2.30	2.23	2.57	1.58
	Standaardafw.	1.08	1.23	1.18	1.08	1.86	0.77
	Minimum	1.21	0.92	0.76	0.73	0.76	0.54
Terneuzen boei 20	Gemiddelde	1.80	2.38	1.85	1.76	2.74	2.06
	Standaardafw.	0.63	1.61	0.85	0.60	1.94	1.04
	Minimum	0.67	0.68	0.71	1.04	0.89	0.95
Hansweert geul	Gemiddelde	1.89	2.50	2.17	2.00	2.85	2.60
	Standaardafw.	0.65	0.86	0.93	0.93	2.00	2.27
	Minimum	0.78	1.07	0.50	0.82	1.07	0.76
Schaar van Ouden Doel	Gemiddelde	1.05	1.07	0.99	0.95	1.15	1.02
	Standaardafw.	0.34	0.39	0.36	0.34	0.45	0.49
	Minimum	0.44	0.55	0.37	0.30	0.54	0.29



Figuur 6-13: Jaargemiddelde eufotische diepte in de Westerschelde. Foutbalken geven het 25ste en 75ste percentiel weer.



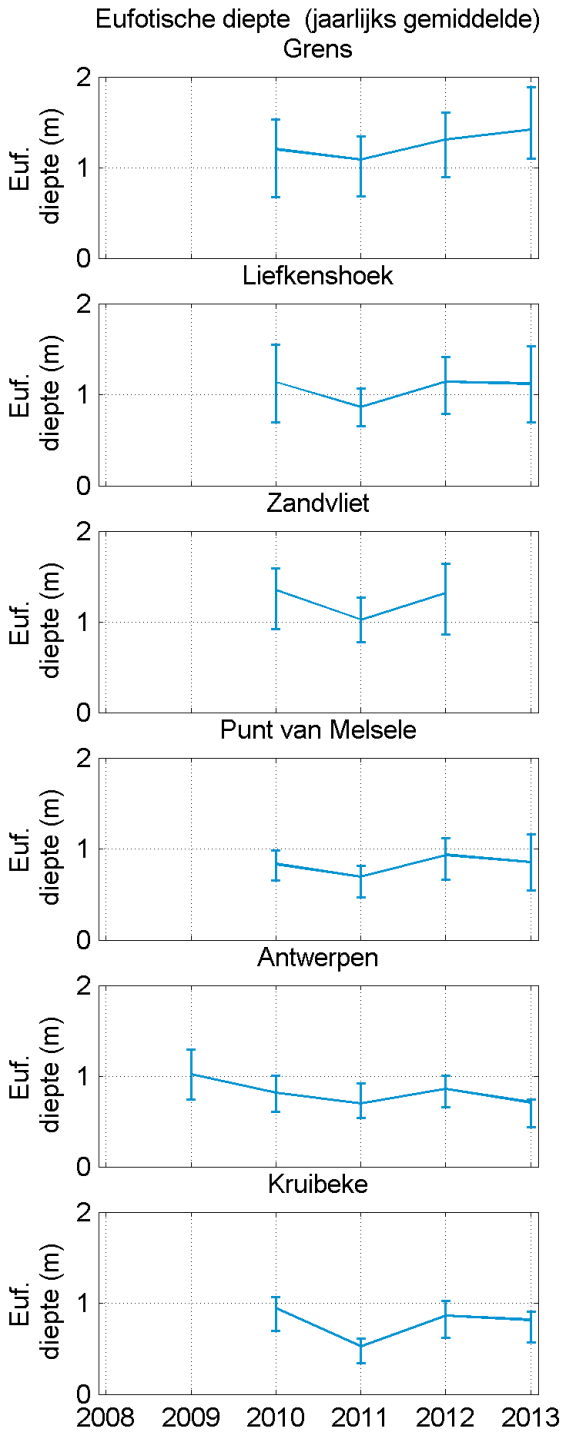
Figuur 6-14: Metingen eufotische diepte in de Westerschelde

6.2.2 Beneden-Zeeschelde

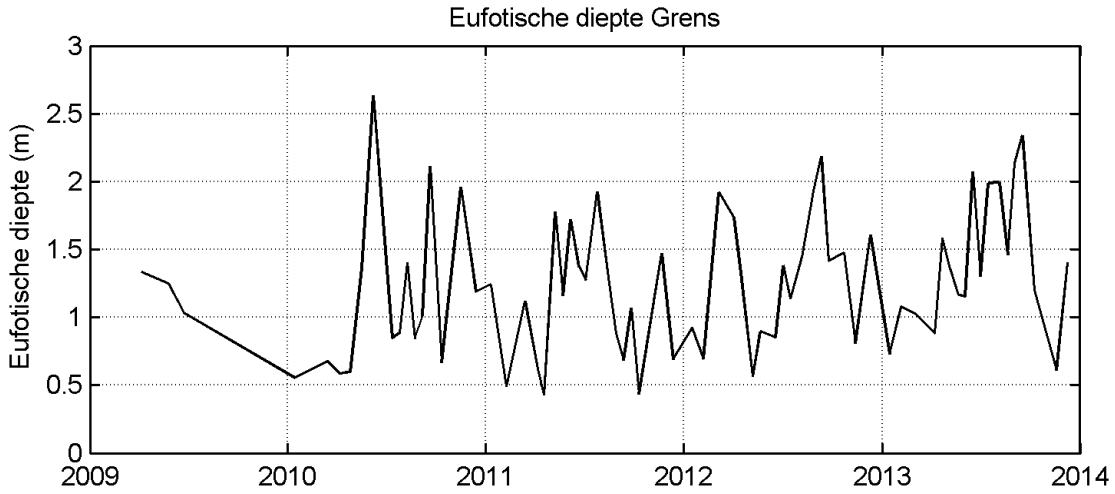
In de Beneden-Zeeschelde neemt de gemiddelde eufotische diepte stroomopwaarts af van 1.25 m aan de Grens tot 0.81 m in Kruibeke. Het seizoenale gedrag is nog steeds zichtbaar in de Beneden-Zeeschelde, maar is minder uitgesproken dan in de Westerschelde. Op alle locaties was 2011 een minimumjaar voor de eufotische diepte, en de waarden voor 2012 en 2013 liggen hier ligt boven. Het minimumjaar 2011 loopt gelijk met het maximumjaar voor het gehalte aan zwevende stof en is mogelijk een gevolg van de verruimingswerken in de Schelde en het verdiepen van het Deurganckdok.

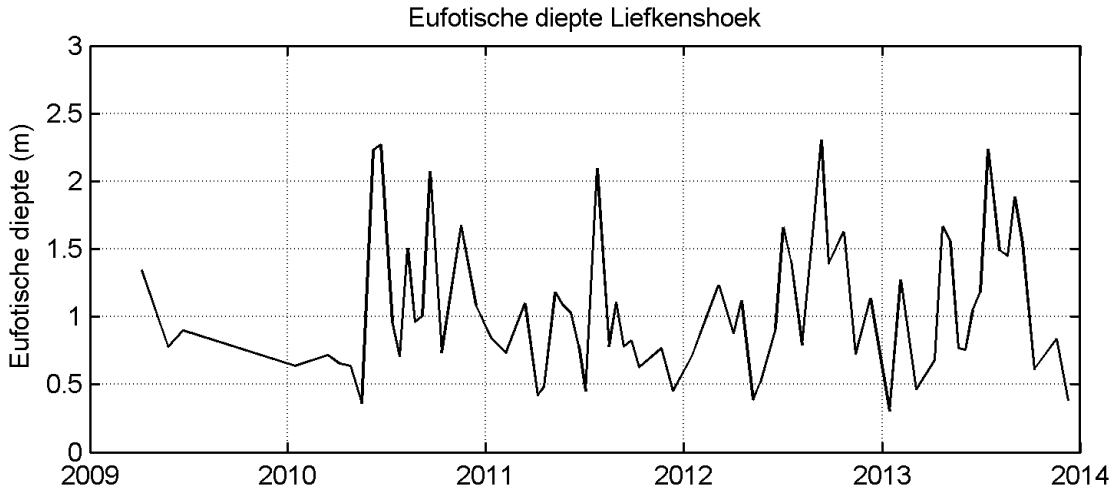
Tabel 6-5: Jaarlijks gemiddelde, standaardafwijking en minimum eufotische diepte (in m) Beneden-Zeeschelde 2009-2014. Jaren waarin voor een gegeven meetpunt geen meetwaarden beschikbaar waren zijn weergegeven als lege vakken.

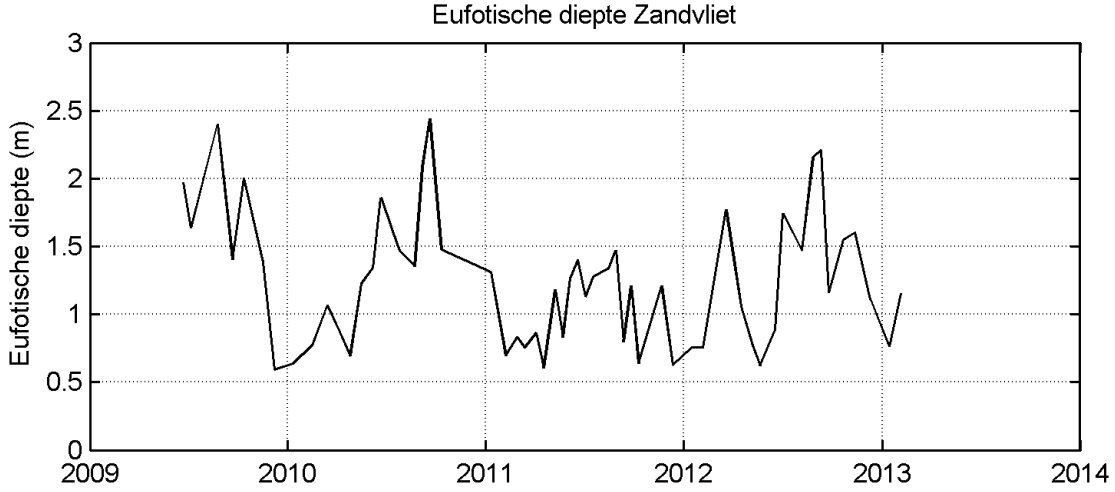
		2009	2010	2011	2012	2013
Grens	Gemiddelde		1.20	1.09	1.31	1.42
	Standaardafw.		0.64	0.47	0.47	0.51
	Minimum		0.55	0.43	0.56	0.61
Liefkenshoek	Gemiddelde		1.14	0.86	1.14	1.12
	Standaardafw.		0.62	0.39	0.49	0.55
	Minimum		0.36	0.42	0.39	0.31
Zandvliet	Gemiddelde		1.35	1.02	1.31	
	Standaardafw.		0.53	0.29	0.50	
	Minimum		0.64	0.61	0.62	
Punt van Melsele	Gemiddelde		0.83	0.69	0.93	0.85
	Standaardafw.		0.28	0.30	0.37	0.43
	Minimum		0.48	0.27	0.28	0.24
Antwerpen	Gemiddelde	1.02	0.82	0.70	0.86	0.71
	Standaardafw.	0.44	0.36	0.25	0.39	0.39
	Minimum	0.22	0.16	0.31	0.27	0.28
Kruibeke	Gemiddelde		0.95	0.53	0.86	0.82
	Standaardafw.		0.34	0.27	0.34	0.43
	Minimum		0.45	0.19	0.37	0.35

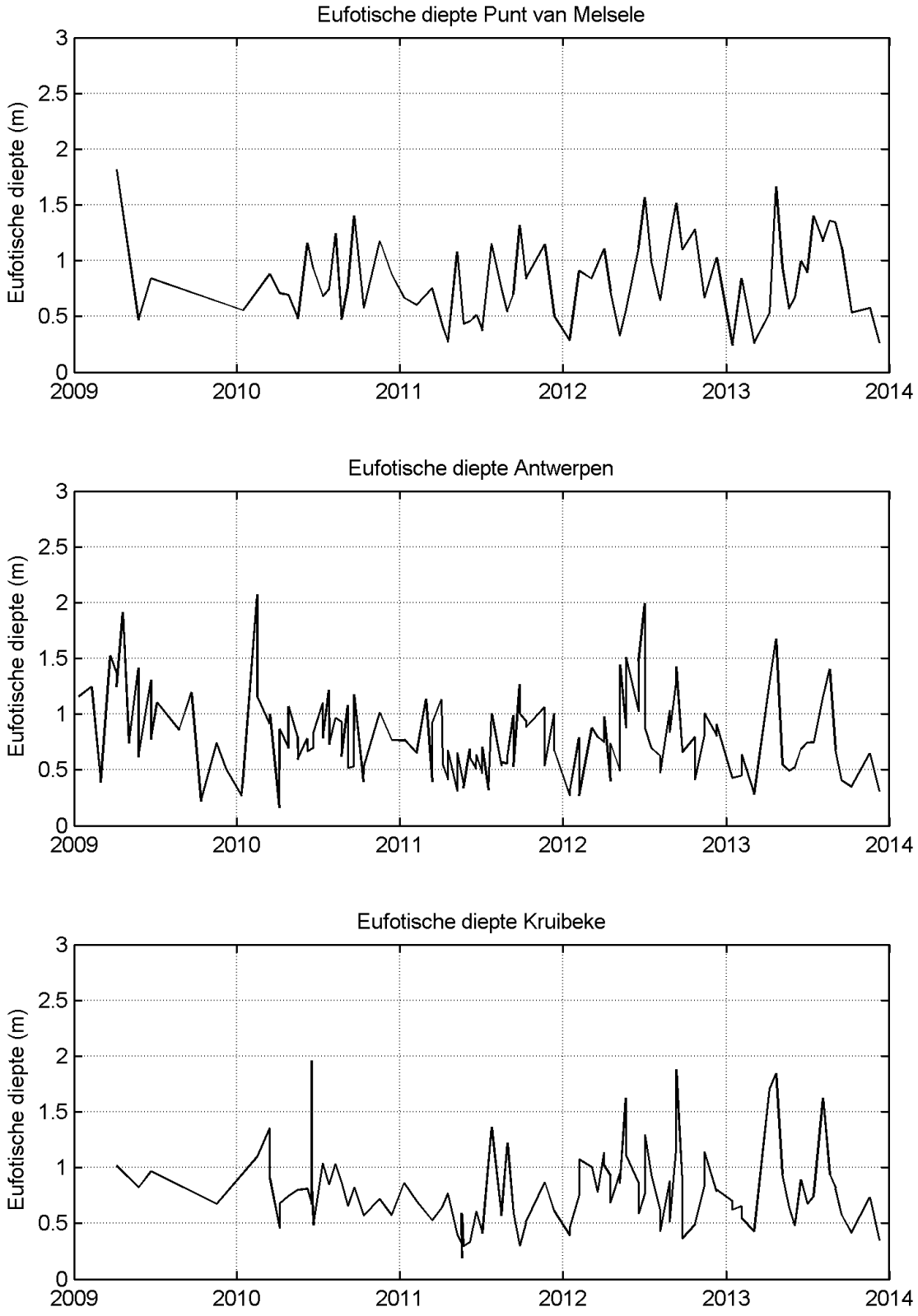


Figuur 6-15: Jaargemiddelde eufotische diepte Beneden-Zeeschelde. Foutbalken geven het 25ste en 75ste percentiel weer.


Eufotische diepte Grens
Eufotische diepte (m)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
2009
2010
2011
2012
2013
2014


Eufotische diepte Liefkenshoek
Eufotische diepte (m)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
2009
2010
2011
2012
2013
2014


Eufotische diepte Zandvliet
Eufotische diepte (m)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
2009
2010
2011
2012
2013
2014



Figuur 6-16: Metingen eufotische diepte in de Beneden-Zeeschelde

6.3 CHLOROFYLGEHALTE

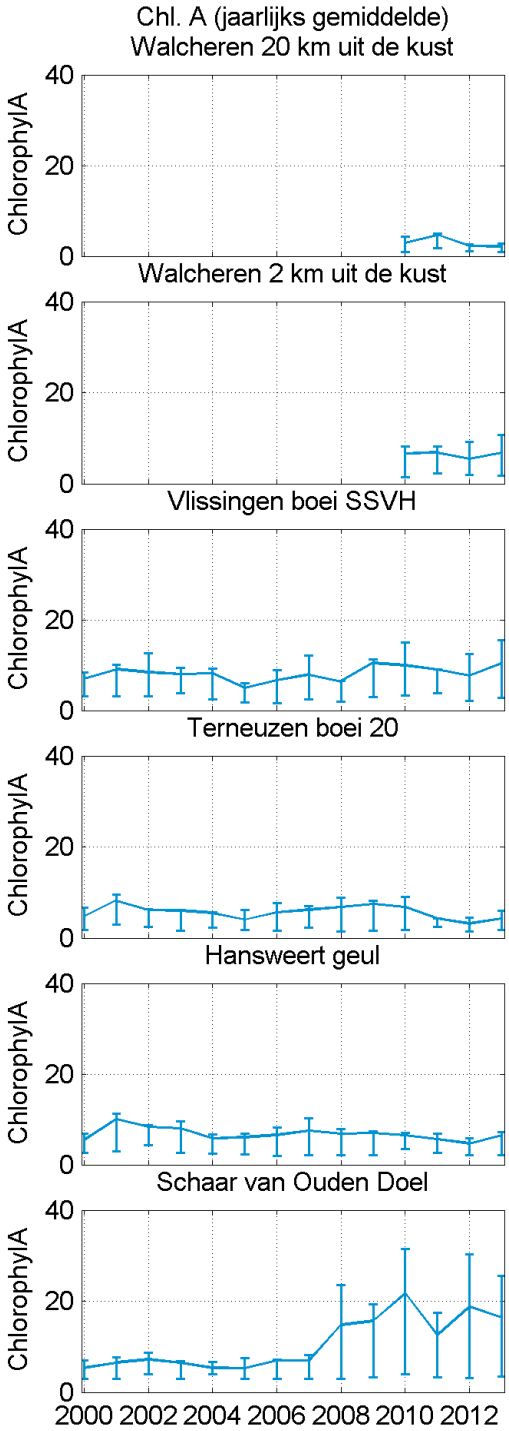
6.3.1 Westerschelde

6.3.1.1 Metingen in de waterkolom

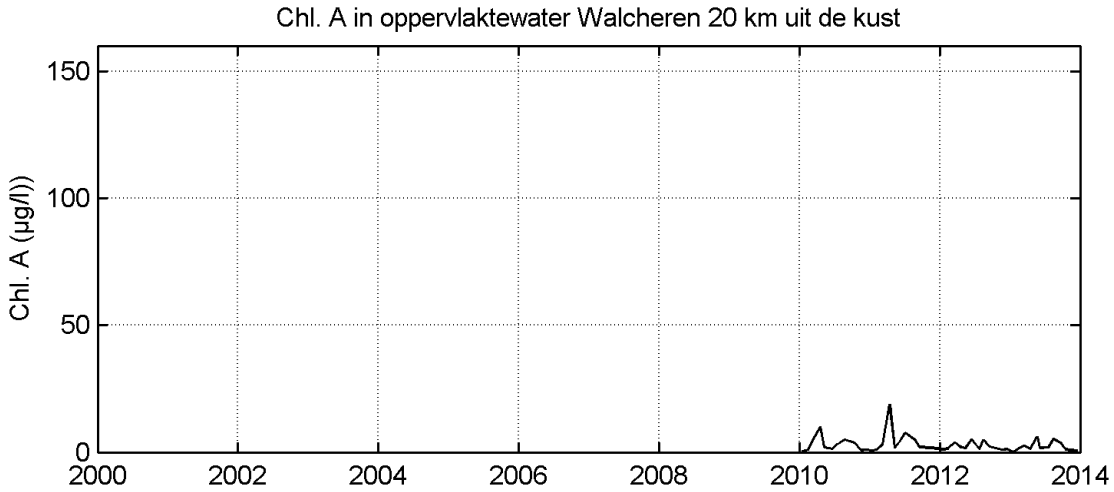
Metingen van het Chlorofyl-A gehalte in de waterkolom werden om de twee weken uitgevoerd in de Westerschelde. Het chlorofylgehalte vertoont een sterke seizoensgebonden variatie, met telkens een piek in het voorjaar. Op de Schaar van Ouden Doel is deze piek vanaf 2008 sterk toegenomen en heeft te maken met de bloei van een exoot. Deze piek strekt zich uit vanaf de Schaar van Ouden Doel (grens België-Nederland) tot de Punt van Melsele in de Beneden-Zeeschelde (zie §6.3.2.1). Het valt op te merken dat het de donkerste zone (kleinste lichtindringing) van de Schelde is waar de exoot succesvol is.

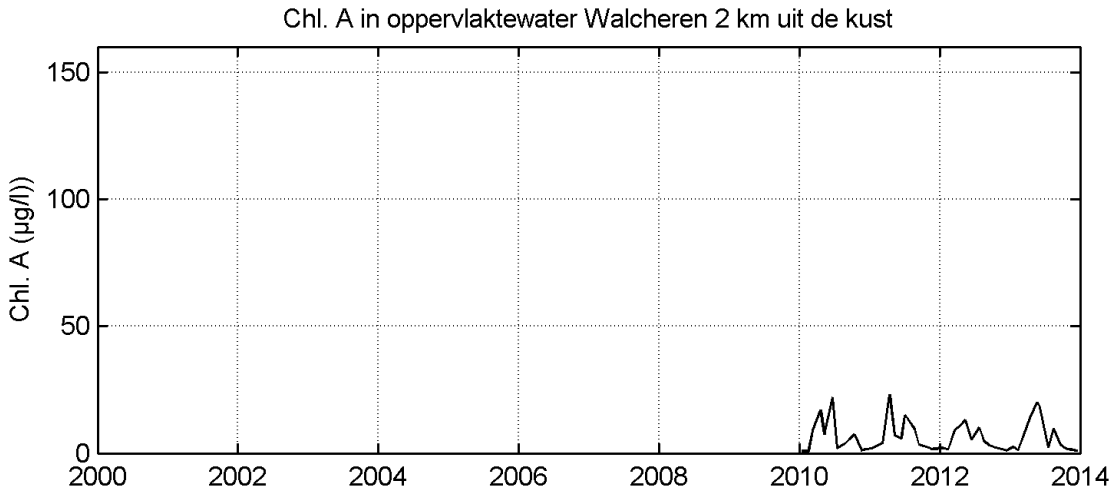
Verder is er op de meetpunten Hansweert en Terneuzen een lichte, doch significante (seizoenale Mann-Kendall test), daling waargenomen in het Chlorofyl-A gehalte. In 2011 en 2012 is de Chlorofyl-A-piek tijdens de voorjaarsbloei bijvoorbeeld lager dan normaal. In 2013 is er echter terug een meer normale piekwaarde gemeten tijdens de voorjaarsbloei. De voorjaarspiek kent echter op alle stations relatief veel variabiliteit of zelfs een cyclisch gedrag.

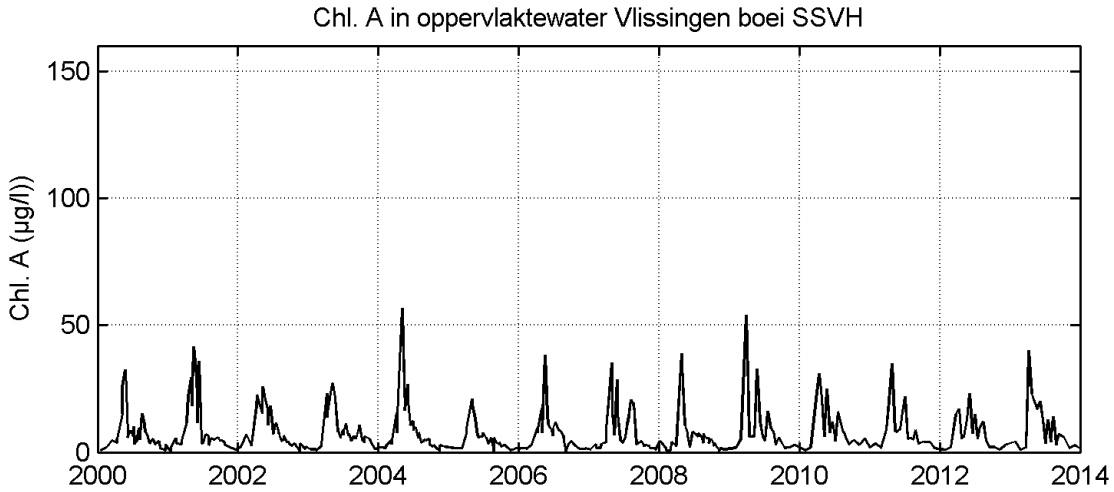
Tabel 6-6: Jaargemiddeld Chlorofyl A-gehalte Westerschelde	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**
Walcheren 20 km uit de kust											3.0	4.7	2.3	2.2
Walcheren 2 km uit de kust											6.6	6.9	5.4	6.9
Vlissingen boei SSVH	7.0	9.1	8.4	8.0	8.2	5.0	6.6	8.0	6.4	10.5	9.9	9.0	7.7	10.3
Terneuzen boei 20	4.7	8.2	6.2	6.0	5.5	4.1	5.6	6.2	6.8	7.5	6.8	4.2	3.2	4.3
Hansweert geul	5.5	10.1	8.4	8.0	5.8	6.1	6.6	7.5	6.8	7.0	6.5	5.7	4.7	6.6
Schaar van Ouden Doel	5.4	6.5	7.2	6.4	5.3	5.3	6.9	7.0	14.8	15.7	21.7	12.6	18.8	16.5

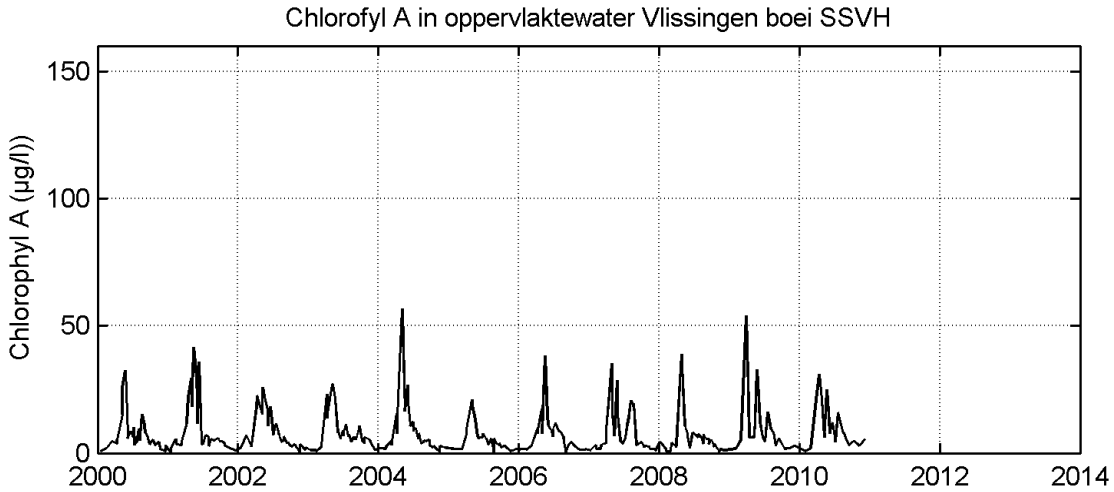


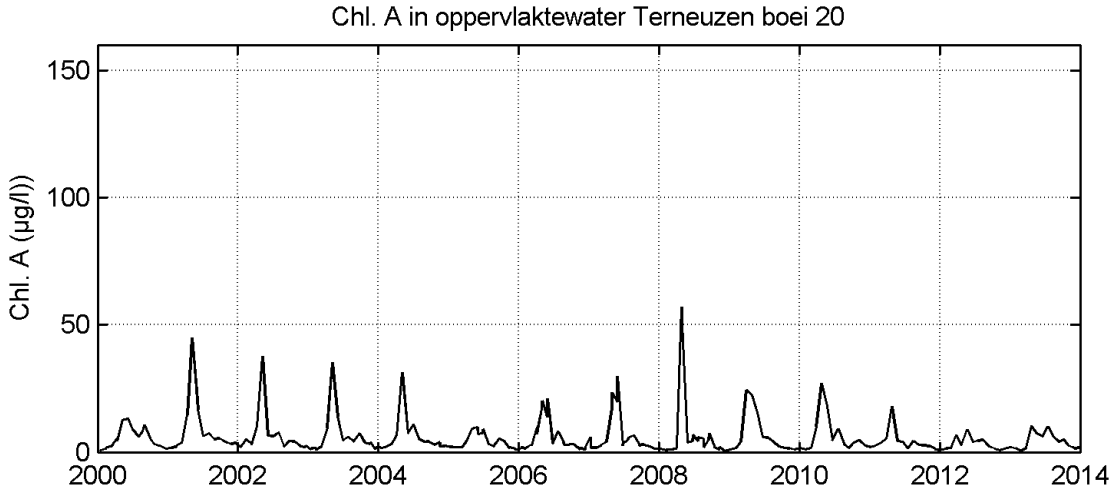
Figuur 6-17: Jaargemiddelde Chlorofyl-A gehalte diepte in de Westerschelde. Foutbalken geven het 25ste en 75ste percentiel weer.

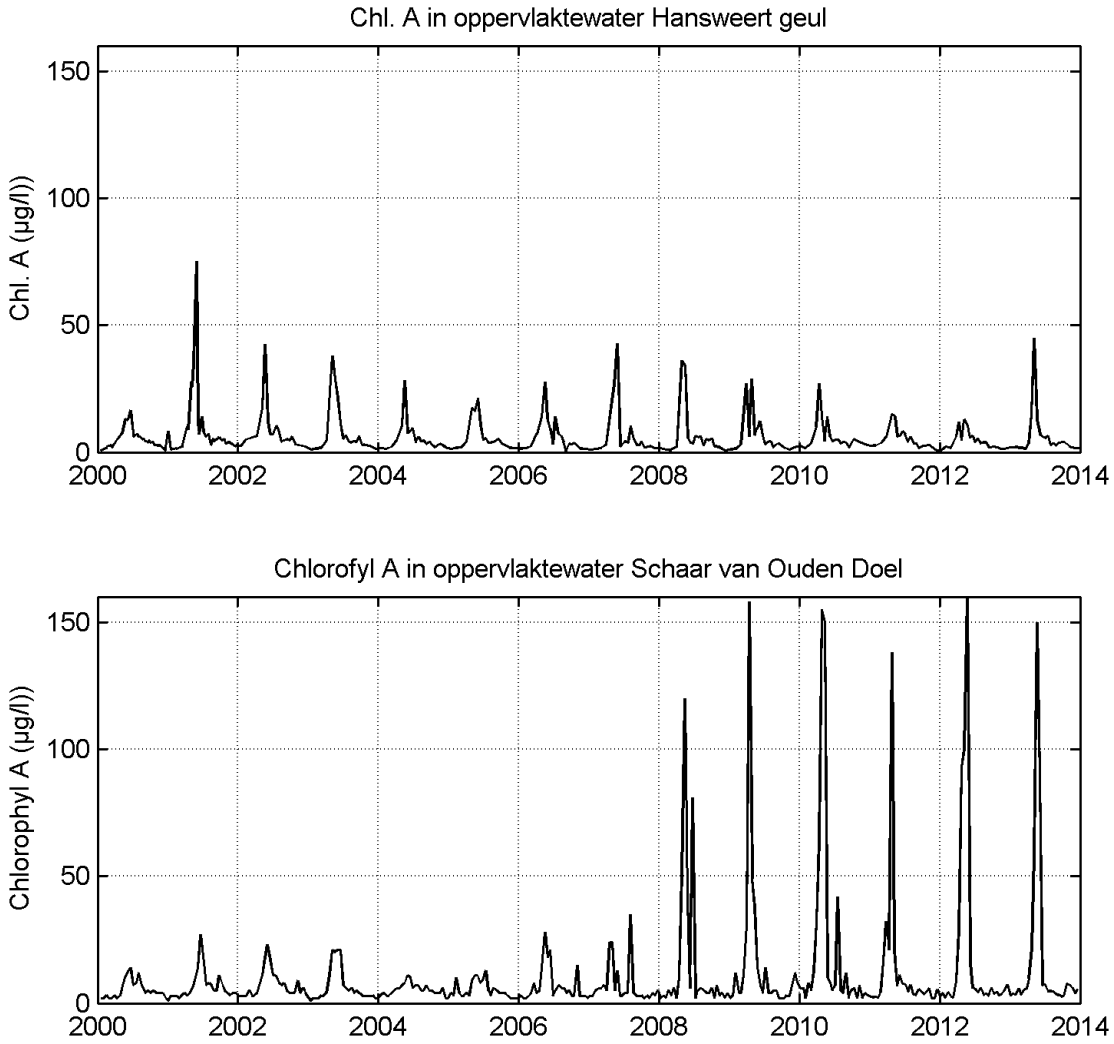

Chl. A in oppervlaktewater Walcheren 20 km uit de kust
Chl. A (µg/l))
150
100
50
0
2000
2002
2004
2006
2008
2010
2012
2014


Chl. A in oppervlaktewater Walcheren 2 km uit de kust
Chl. A (µg/l))
150
100
50
0
2000
2002
2004
2006
2008
2010
2012
2014


Chl. A in oppervlaktewater Vlissingen boei SSVH
Chl. A (µg/l))
150
100
50
0
2000
2002
2004
2006
2008
2010
2012
2014


Chlorofyl A in oppervlaktewater Vlissingen boei SSVH
Chlorophyl A (µg/l))
150
100
50
0
2000
2002
2004
2006
2008
2010
2012
2014


Chl. A in oppervlaktewater Terneuzen boei 20
Chl. A (µg/l))
150
100
50
0
2000
2002
2004
2006
2008
2010
2012
2014



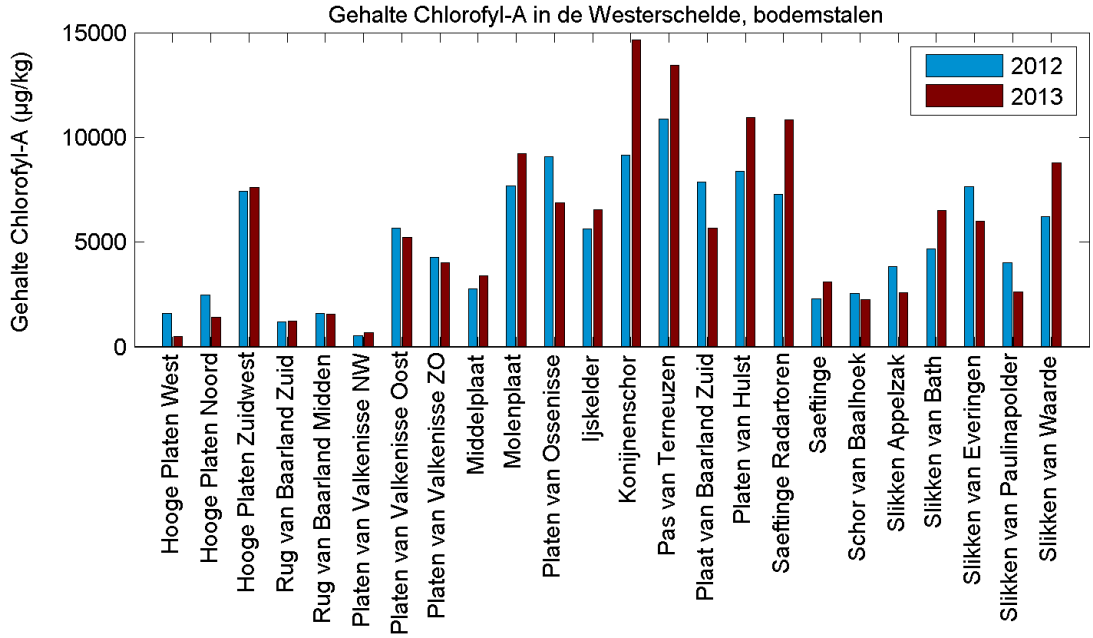
Figuur 6-18: Metingen Chlorofyl A-gehalte in oppervlaktewater, Westerschelde

6.3.1.2 Bodemstalen

In 2012 en 2013 zijn er 3 à 4 maal per jaar stalen genomen van het Chlorofyl-A gehalte in de bodem op 99 punten in de Westerschelde. Het gehalte aan Chlorofyl-A kan sterk verschillen van locatie tot locatie van seizoen tot seizoen. Een vergelijking tussen de meetwaarden moet daarom met zorg gebeuren. In 2012 werden metingen verricht tijdens de maanden januari, maart, mei, juni, september en december. In 2013 werden metingen verricht in maart, augustus, september, oktober en december. Om een correcte vergelijking mogelijk te maken worden enkel de meetstalen van maart, september en december (de maanden waarin zowel in 2012 als 2013 werd gemeten) meegerekend in de analyse. De 99 locaties zijn verder gegroepeerd in 24 gebieden.

Resultaten van de metingen zijn weergegeven in Figuur 6-19. Speciale aandacht gaat naar de zones Hooge Platen West en Noord, Rug van Baarland Zuid, en Platen van Valkenisse Noord-west omdat er nabij of op deze locaties plaatrandstortingen zijn verricht. 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 (Middelplaat, Molenplaat) 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 chlorofylgehalte (bv. Konijnenschor, Slikken van Waarde) en op andere locaties een afname (bv. Slikken van Appelzak, Slikken van Paulinapolder). 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 echter in vraag gesteld worden (i.v.m. meehebben of missen van bloeiperiodes).



Figuur 6-19: Chlorofyl-A gehalte in de Westerschelde gemeten m.b.v. bodemstalen

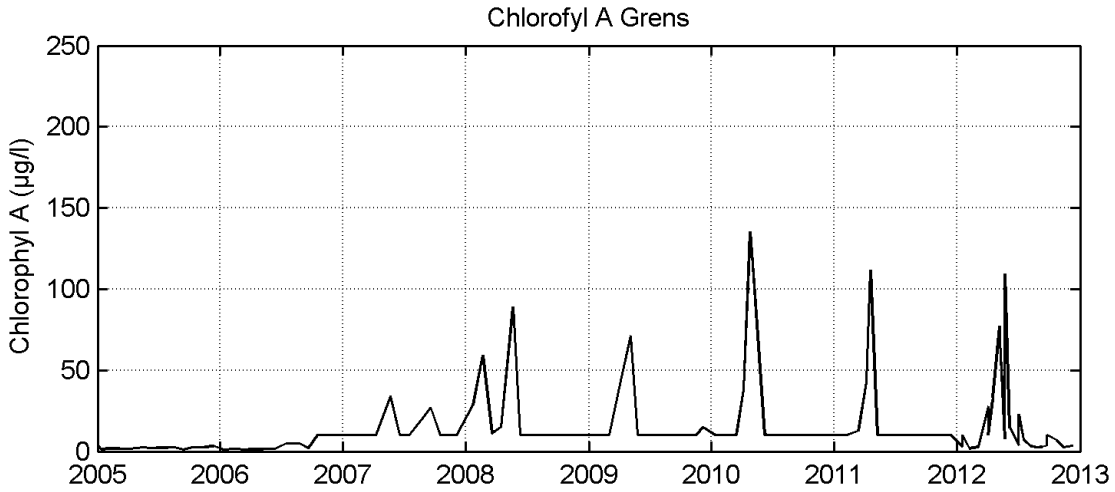
6.3.2 Beneden-Zeeschelde

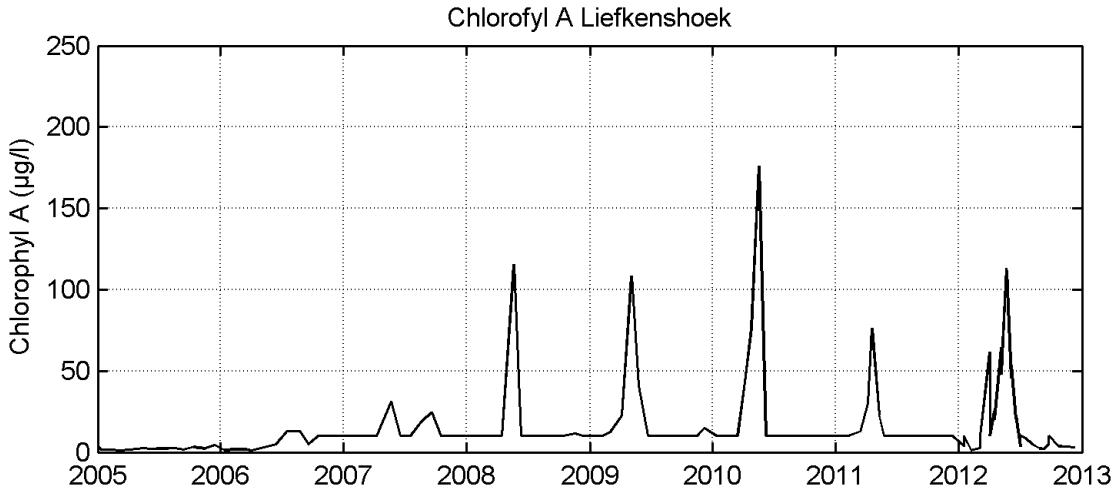
6.3.2.1 Metingen in de waterkolom

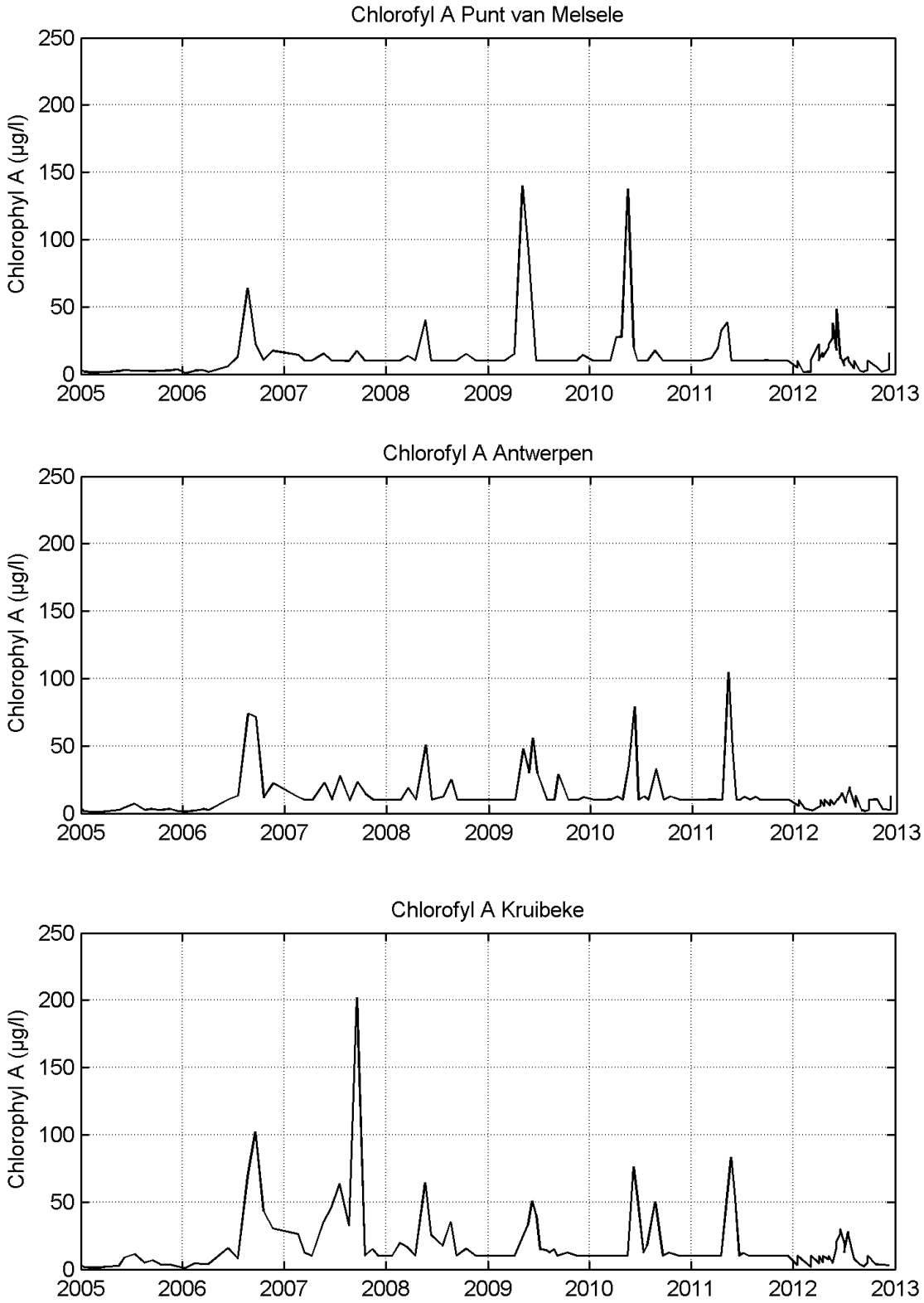
In het kader van OMES wordt maandelijks (tweewekelijks tijdens de zomermaanden) het Chlorofyl-A gehalte in de waterkolom bepaald. Tijdens de periode 2007-2011 zijn waarden kleiner dan 10 µg/l afgerond naar 10 µg/l in de databestanden. Door deze afronding wijkt het jaargemiddelde af van de correcte waarde, en daarom werden geen jaargemiddelden berekend tijdens deze periode. Er is wel elk jaar een piek zichtbaar in het voorjaar. Aan de Grens, op Liefkenshoek en op de punt van Melsele is de toename in de piekwaarde vanaf 2008, die werd waargenomen op de Schaar van Ouden Doel (§6.3.1), ook zichtbaar. In Antwerpen en Kruibeke is geen plotse verhoging meer zichtbaar in 2008.

Tabel 6-7: Jaargemiddeld gehalte Chlorofyl-A in de Beneden-Zeeschelde

	2012
Grens	18.9
Liefkenshoek	24.3
Punt van Melsele	12.4
Antwerpen	8.3
Kruibeke	10.8







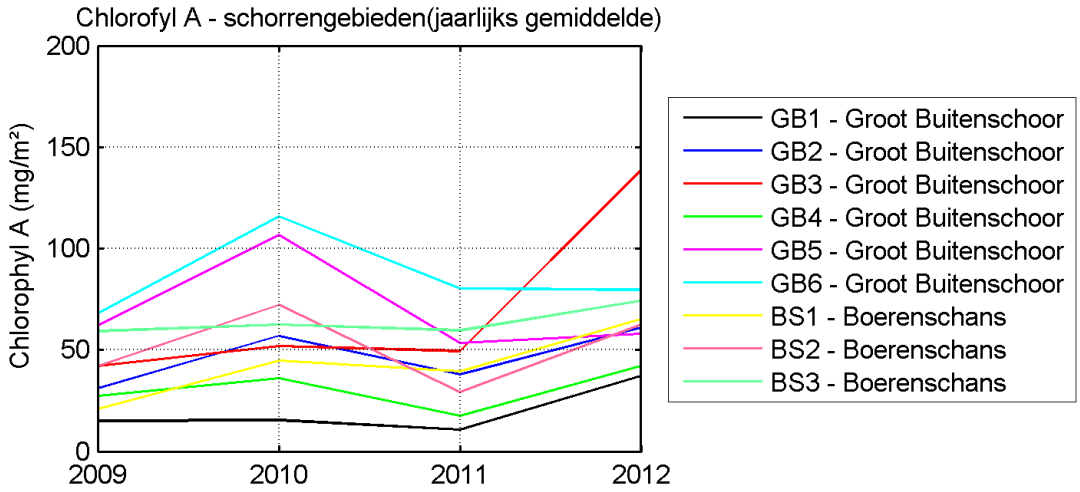
Figuur 6-20: Chlorofyl-A gehalte in de Beneden-Zeeschelde

6.3.2.2 Bodemstalen

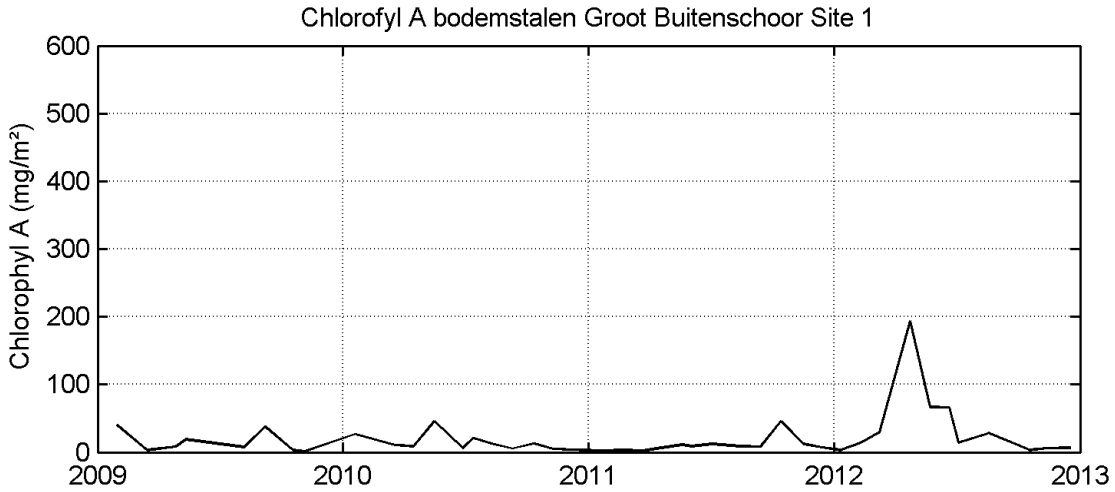
In de Beneden-Zeeschelde is op twee schorrengebieden het chlorofylgehalte gemeten in bodemstalen: op 3 meetlocaties op de Boerenschans en op 6 meetlocaties op het Groot Buitenschoor. Op alle meetlocaties is eind april 2012 een piekwaarde in het chlorofylgehalte gemeten. Op een aantal meetlocaties is er in november 2010 een tweede, lagere piekwaarde waargenomen. Tijdens de volledige meetperiode 2009-2012 is er echter geen significante trend opgetreden in het chlorofylgehalte.

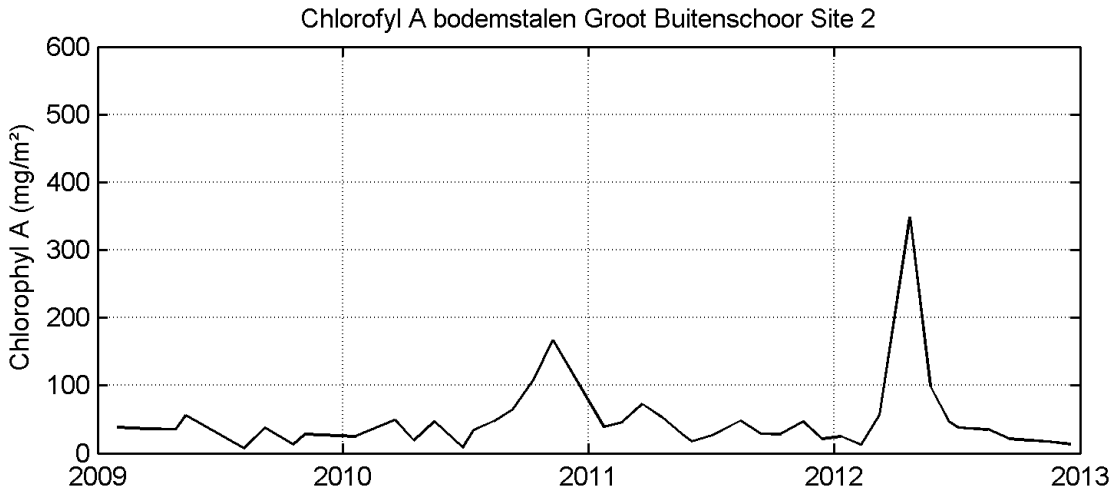
Tabel 6-8: Jaargemiddelde chlorofylgehaltes uit bodemstalen op de slikkengebieden Groot Buitenschoor en Boerenschans in mg/m²

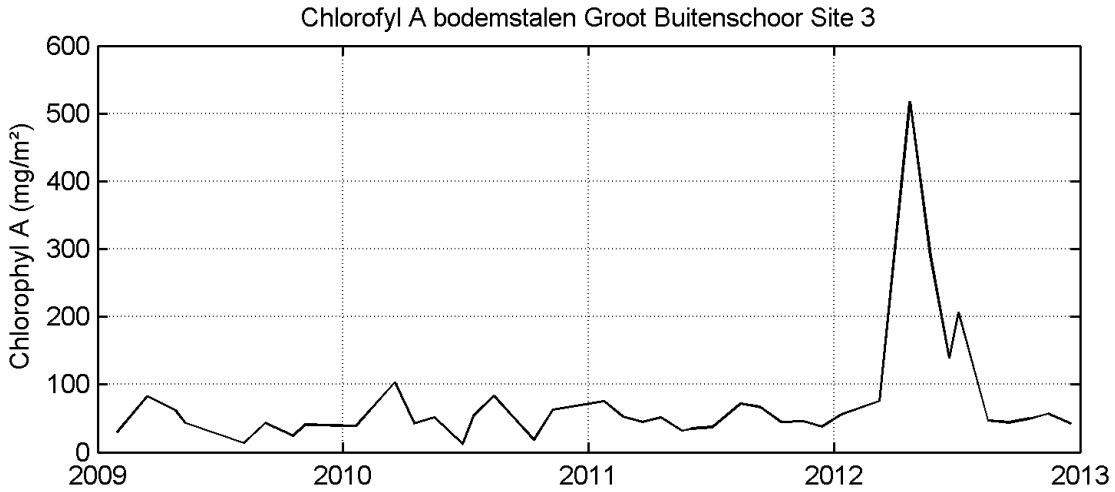
		2009	2010	2011	2012
GB1 - Groot Buitenschoor	Gemiddelde	15	15	11	37
	Standaardafw.	16	13	12	54
GB2 - Groot Buitenschoor	Gemiddelde	31	57	38	61
	Standaardafw.	15	48	16	94
GB3 - Groot Buitenschoor	Gemiddelde	42	52	49	138
	Standaardafw.	22	27	15	149
GB4 - Groot Buitenschoor	Gemiddelde	27	36	18	42
	Standaardafw.	20	25	7	44
GB5 - Groot Buitenschoor	Gemiddelde	62	107	53	58
	Standaardafw.	40	72	38	61
GB6 - Groot Buitenschoor	Gemiddelde	68	116	80	80
	Standaardafw.	24	90	31	108
BS1 - Boerenschans	Gemiddelde	21	45	39	65
	Standaardafw.	16	30	32	85
BS2 - Boerenschans	Gemiddelde	42	72	29	62
	Standaardafw.	27	61	23	57
BS3 - Boerenschans	Gemiddelde	59	62	60	74
	Standaardafw.	41	63	45	56

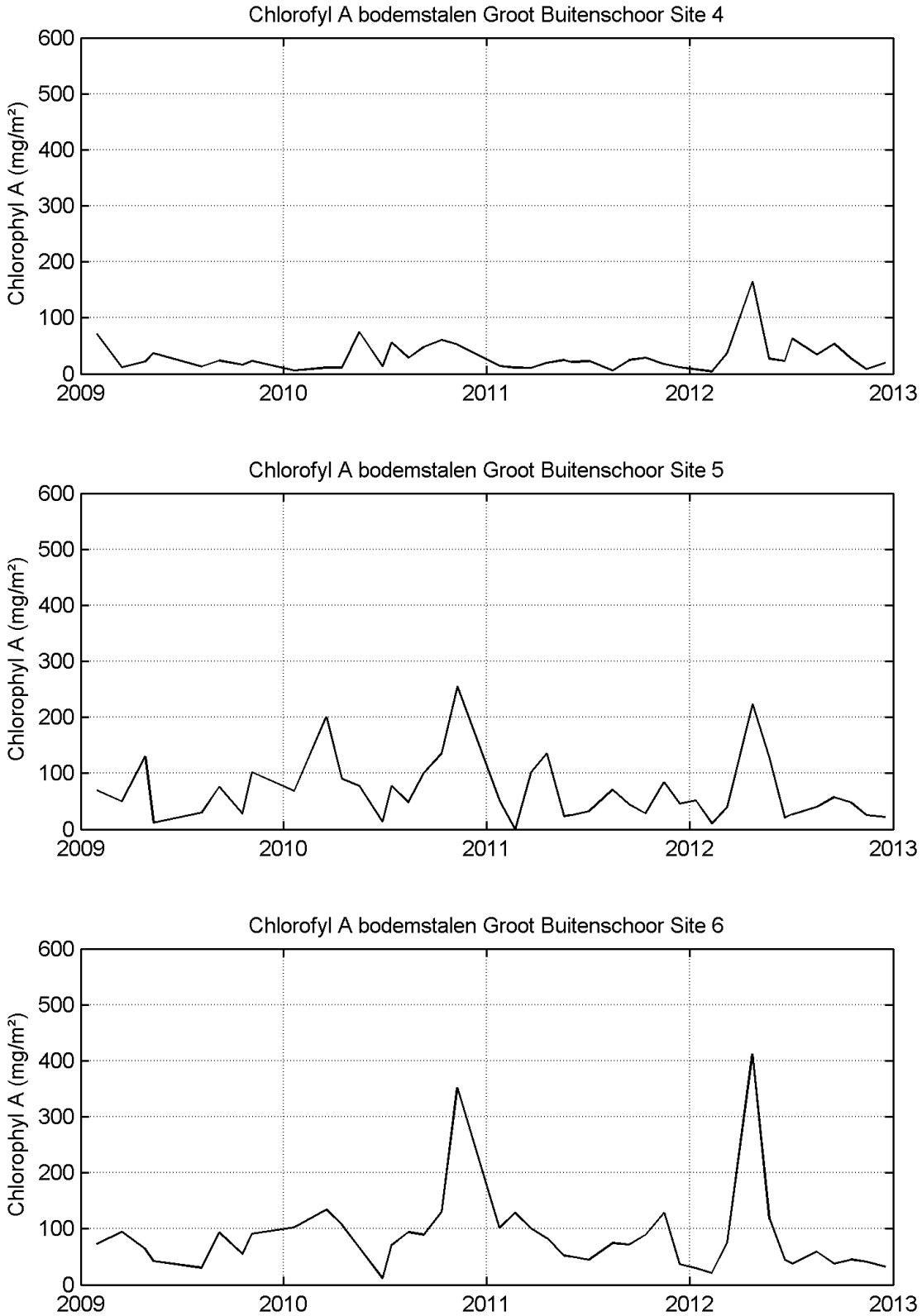


Figuur 6-21: Jaargemiddelde chlorofylgehaltes uit bodemstalen op de slikkengebieden Groot Buitenschoor en Boerenschans

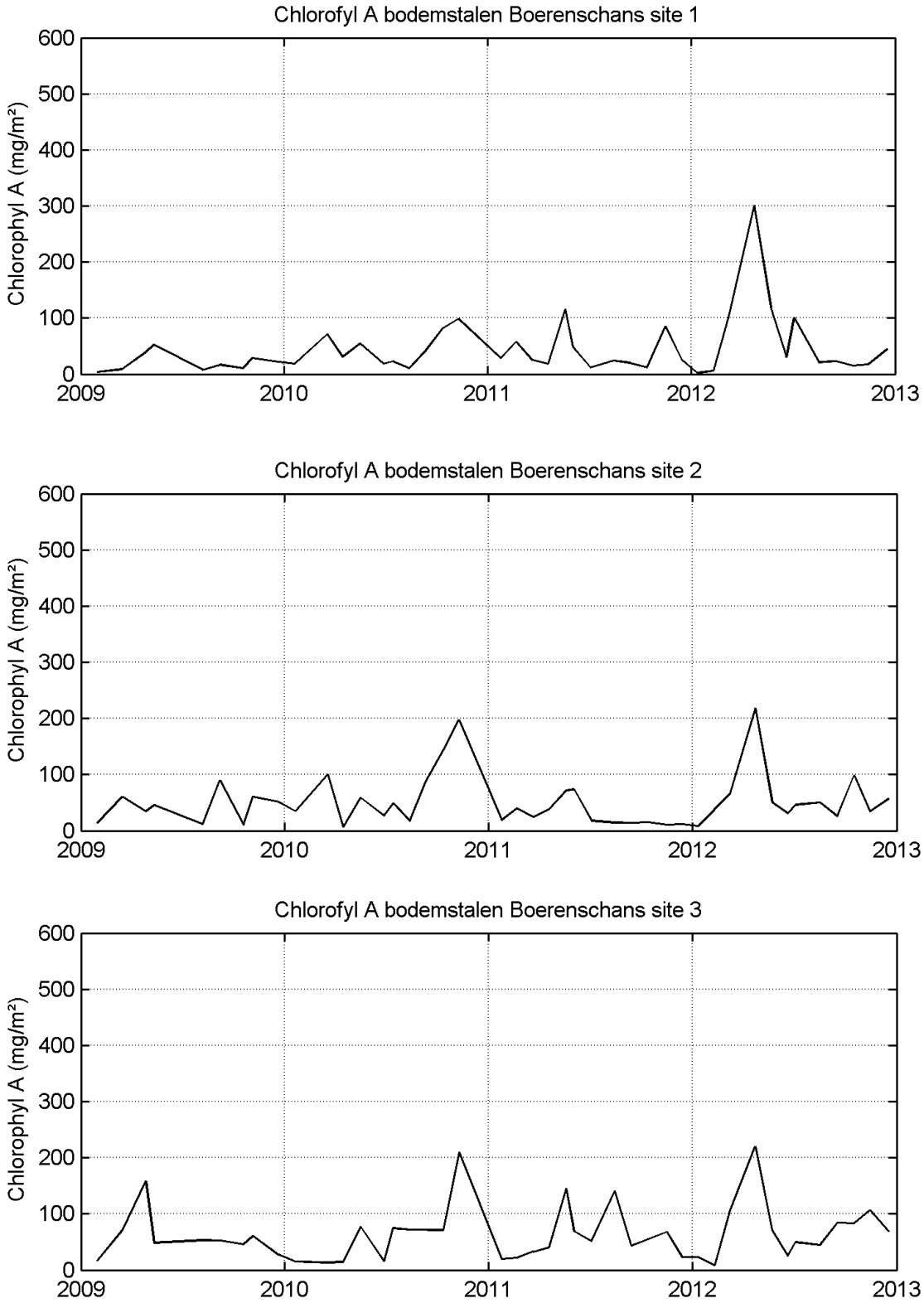

Chlorofyl A bodemstalen Groot Buitenschoor Site 1
Chlorophyl A (mg/m²)
0
100
200
300
400
500
600
2009
2010
2011
2012
2013


Chlorofyl A bodemstalen Groot Buitenschoor Site 2
Chlorophyl A (mg/m²)
0
100
200
300
400
500
600
2009
2010
2011
2012
2013


Chlorofyl A bodemstalen Groot Buitenschoor Site 3
Chlorophyl A (mg/m²)
0
100
200
300
400
500
600
2009
2010
2011
2012
2013



Figuur 6-22: Periodieke metingen chlorofyl A-gehalte op Groot Buitenschoor



Figuur 6-23: Periodieke metingen chlorofyl A-gehalte op Boerenschans

6.4 CHLORIDEGEHALTE

Het chloridegehalte is een maat voor de indringing van zeewater in het estuarium. Bovenafvoer speelt hierbij een belangrijke rol, en daarom vertoont het chloridegehalte zowel seizoenale schommelingen als tijdelijke verlagingen tijdens periodes van verhoogde bovenafvoer.

In het MER werd een lichte toename van de zoutindringing verwacht, maar vooral als gevolg van de autonome ontwikkelingen, waaronder de zeespiegelstijging.

6.4.1 Westerschelde

6.4.1.1 Periodieke metingen

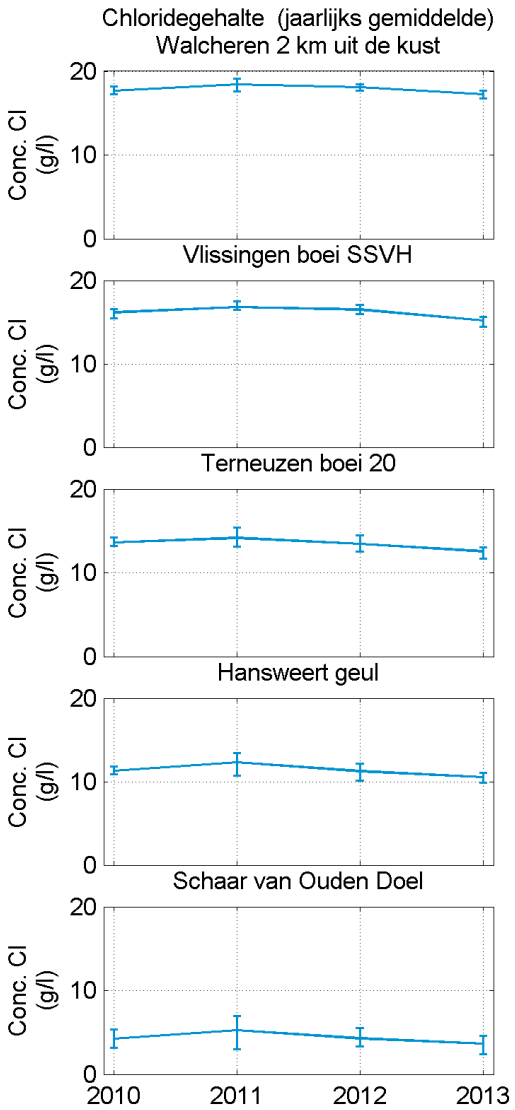
De periodieke metingen van het chloridegehalte vertonen telkens een lagere waarde tijdens de wintermaanden, omwille van de verhoogde bovenstroomse afvoer. Dit seizoenaal gedrag is meer uitgesproken in het landinwaartse deel van de Westerschelde. Op alle meetlocaties werd in de periode 2011-2013 een daling van het chloridegehalte vastgesteld. Deze daling was, omwille van de seizoenale variaties in het landinwaartse deel, enkel significant in Walcheren en Vlissingen[10].

Potentiële oorzaken voor deze daling in het chloridegehalte zijn een wijziging van het chloridegehalte in zee nabij de Scheldemonding (vanwaar zout water het estuarium binnenkomt), een wijziging van de getijslag in het estuarium (die de indringing van het zeewater bepaalt) of een wijziging van de bovenafvoer (de invoer van zoet water in het estuarium). Het verschil in chloride gehalte tussen 2011 en 2013 is groter binnenin het estuarium dan aan de monding (het grootste verschil werd opgemeten in Hansweert; Figuur 6-25). Dit geeft aan dat de daling niet (enkel) veroorzaakt werd door een daling van de saliniteit in zee. Ook de absolute grootte van de getijslag is niet afgenomen tussen 2011 en 2013. De lagere chloridegehaltes in 2012 en 2013 zijn veroorzaakt door een hogere bovenafvoer vanuit de Schelde. Het jaargemiddelde debiet van de bovenafvoer en het saliniteitsgehalte zijn sterk gecorreleerd, r = 0.91 (T2009 Consortium, 2013). In 2011-2013 was er een stijging van het afvoerdebiet ten opzichte van 2011, die samenvalt met de daling van het chloridegehalte. Ook de afvoer door de spuisluis van Bath lag hoger in 2013 dan in 2011 (data van 2012 ontbreken) en dit levert een niet-verwaarloosbare bijdrage aan de zoetwaterafvoer (~25-30 m³/s door de spuisluis; ~100-150 m³/s door de Schelde te Schelle). De verlaagde chloridegehaltes aan de Scheldemonding zijn mogelijk niet enkel veroorzaakt door de afvoerdebieten uit de Schelde, maar ook door de afvoerdebieten van de Maas-Rijndelta.

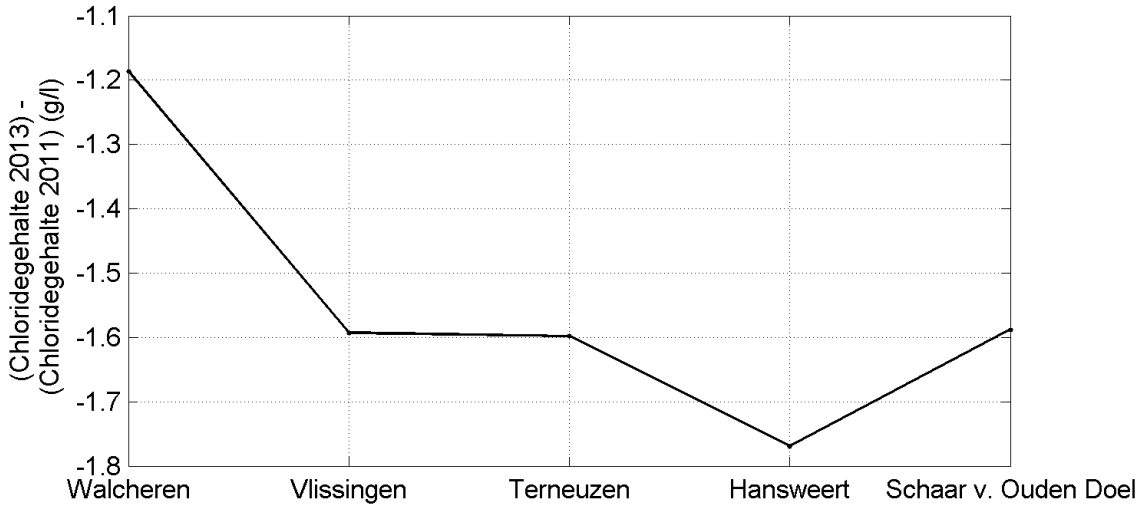
[10] De seizoensgecorrigeerde Mann-Kendaltest kon niet worden gebruikt voor het tijdsinterval 2011-2013 omdat het tijdsinterval hiervoor te kort was, en daarom werd de gewone Mann-Kendal test gebruikt. Seizoenale variabiliteit verzwakt de p-waarde bij deze test, en daarom is de dalende trend in Vlissingen (met weinig seizoenaliteit) significant, en in Terneuzen (met meer seizoenaliteit) niet significant.

Tabel 6-9: Jaargemiddelde chloridegehaltes Westerschelde (periodieke metingen), in mg/l

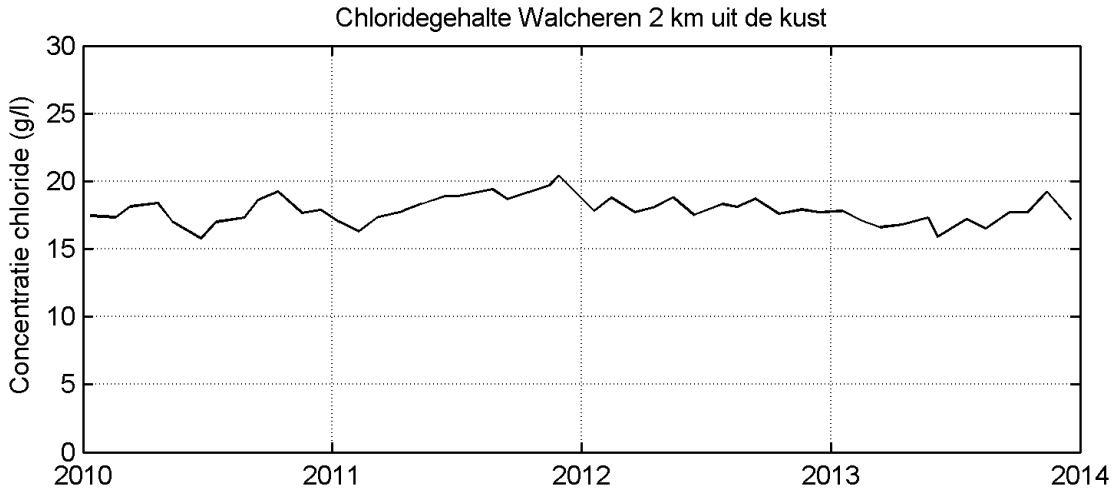
		2010	2011	2012	2013
Walcheren 2 km uit de kust	Gemiddelde	17656	18436	18083	17250
	Standaardafw.	900	1225	471	828
Vlissingen boei SSVH	Gemiddelde	16152	16800	16523	15207
	Standaardafw.	734	1223	971	834
Terneuzen boei 20	Gemiddelde	13611	14162	13438	12564
	Standaardafw.	624	1800	1397	1499
Hansweert geul	Gemiddelde	11313	12315	11260	10546
	Standaardafw.	839	1951	1813	1342
Schaar van Ouden Doel	Gemiddelde	4255	5247	4285	3659
	Standaardafw.	1547	2287	1507	1544

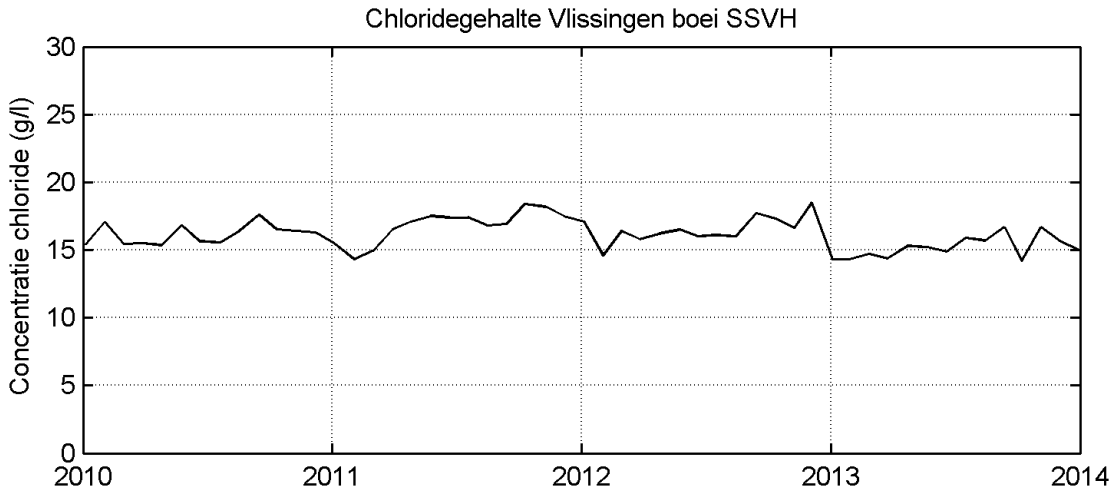


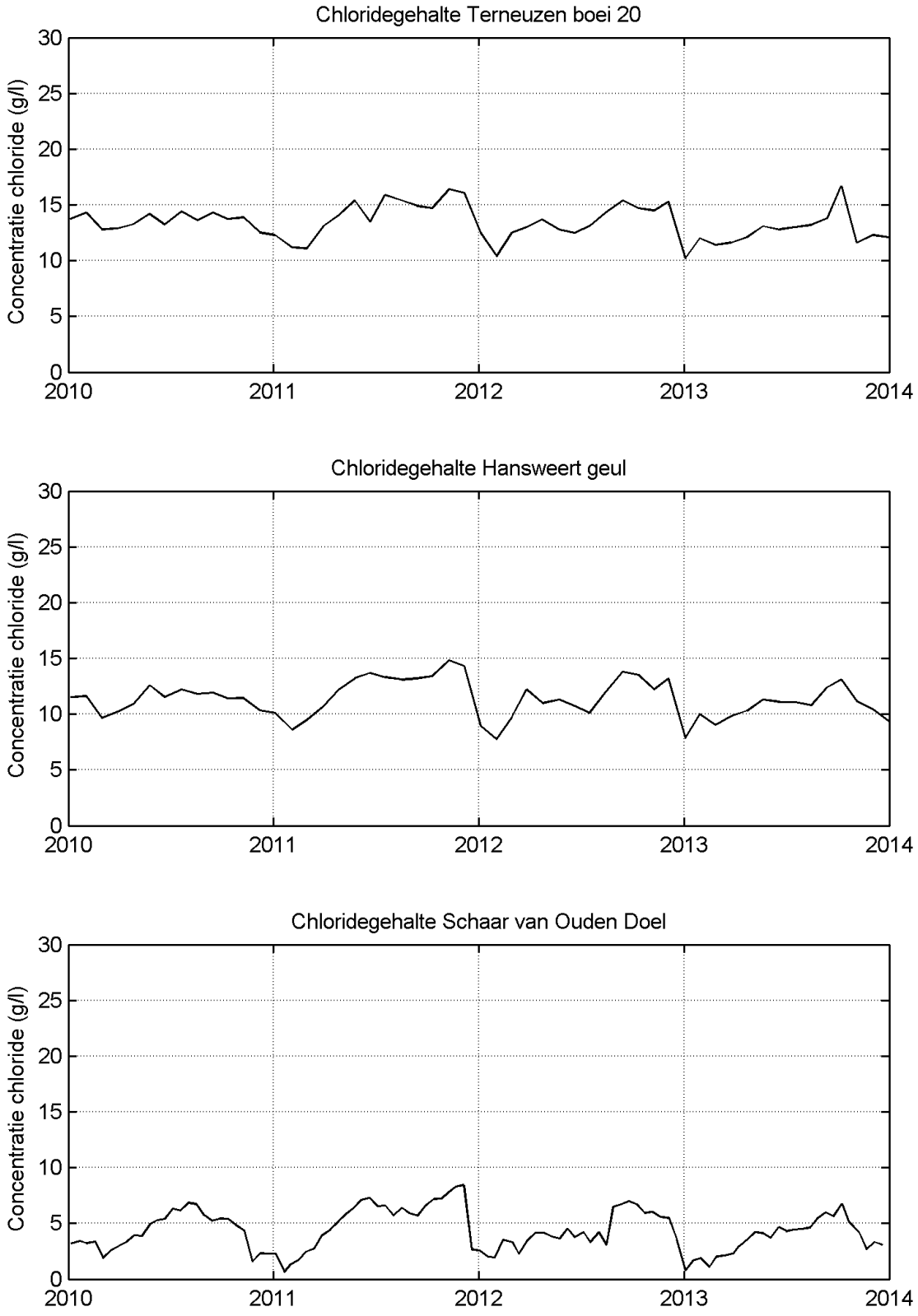
Figuur 6-24:Jaargemiddelde chloridegehaltes in de Westerschelde. Foutbalken geven het 25ste en 75ste percentiel weer.



Figuur 6-25: Chloridegehalte in 2013 t.o.v. in 2011 in de Westerschelde.





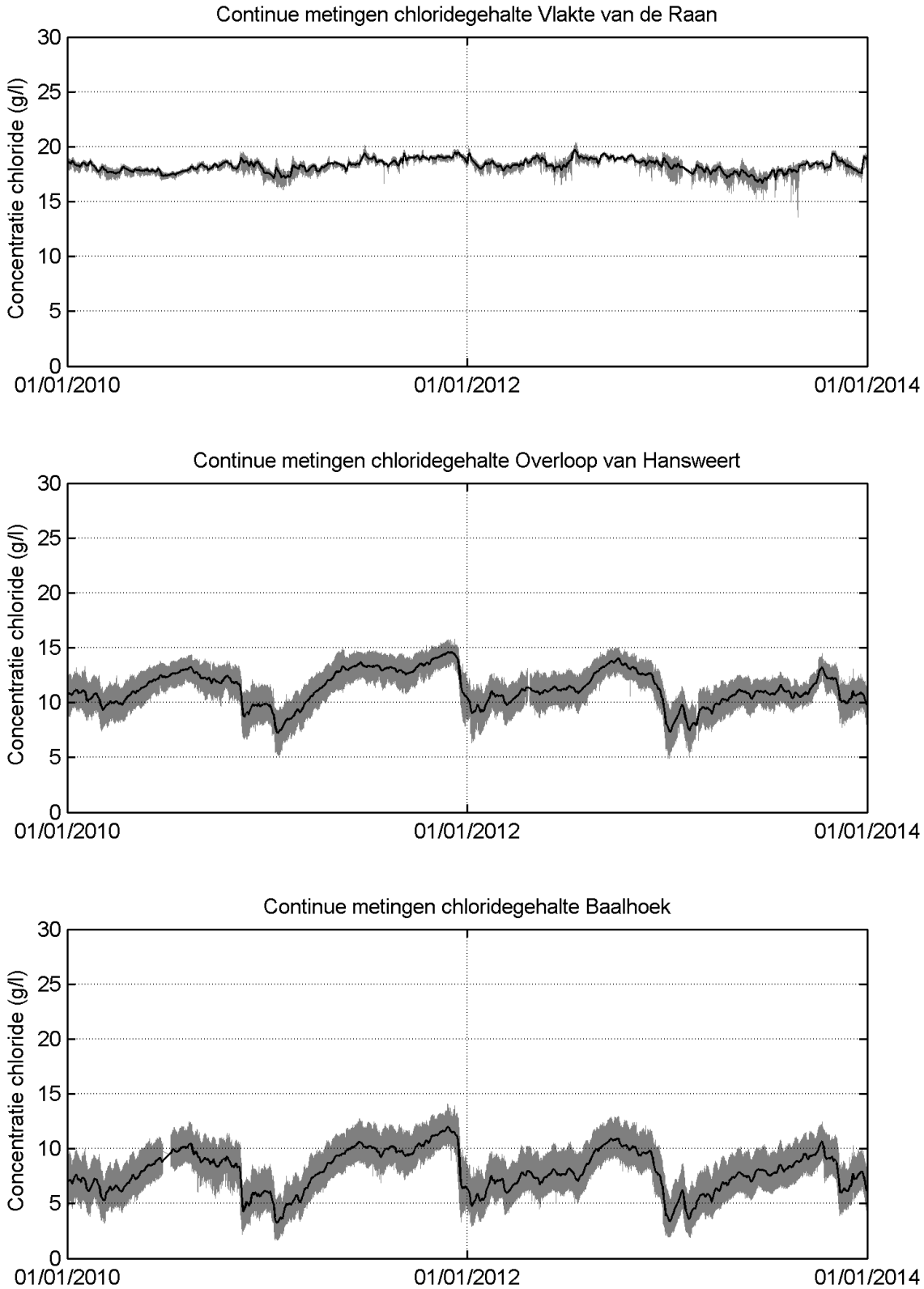


Figuur 6-26: Periodieke metingen chloridegehalte Westerschelde

6.4.1.2 Continue metingen

Continue metingen van het chloridegehalte in de Westerschelde zijn weergegeven in Figuur 6-27. Net als het suspensiegehalte (6.1.2.2) vertoont het chloridegehalte een getijgebonden variatie. Daarom is het tweedagelijks gemiddelde weergegeven als een zwarte lijn. De getijgebonden variatie is beperkt buiten de monding van de Schelde (Vlakte van de Raan) en is groter in het stroomopwaarts deel. Ook de continue metingen van het chloridegehalte vertonen een verlaging van de meetwaarden tijdens wintermaanden, vooral in het stroomopwaarts gedeelte van de Westerschelde. Op de Overloop van Hansweert is een kleine (doch statistisch significante) verlaging van het chloridegehalte waargenomen; op de andere twee meetpunten was de trend niet significant.

	2010	2011	2012	2013
Vlakte van de Raan	18.1	18.5	18.6	17.9
Overloop van Hansweert	11.2	12.1	11.4	10.4
Baalhoek	7.7	8.8	8.0	7.2



Figuur 6-27: Continue metingen chloridegehalte Westerschelde. Grijze lijn: continue metingen. Zwarte lijn: tweedagelijks gemiddelde.

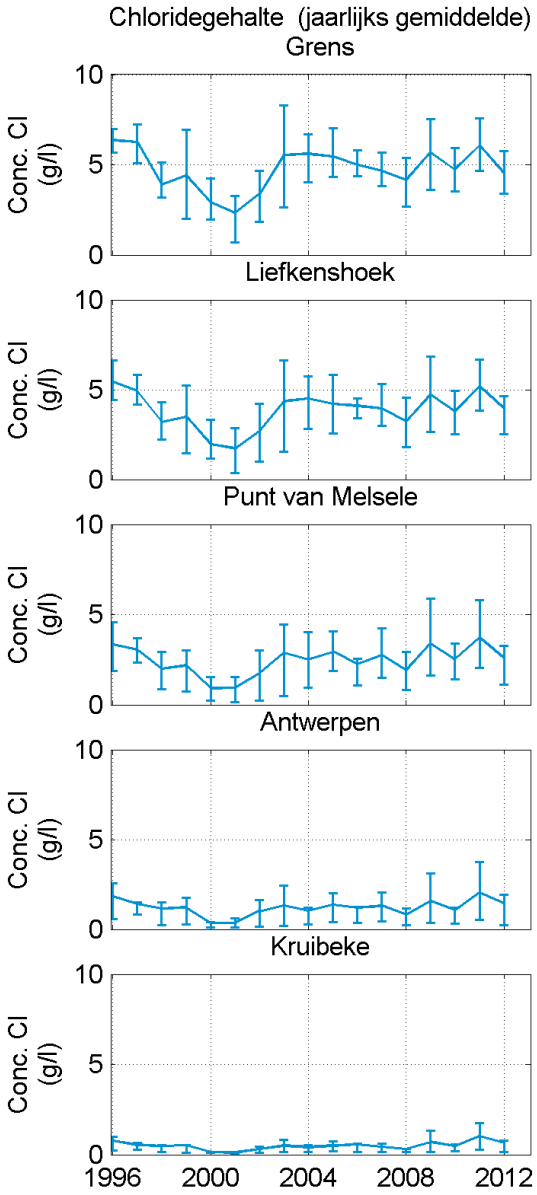
6.4.2 Beneden-Zeeschelde

6.4.2.1 Periodieke metingen

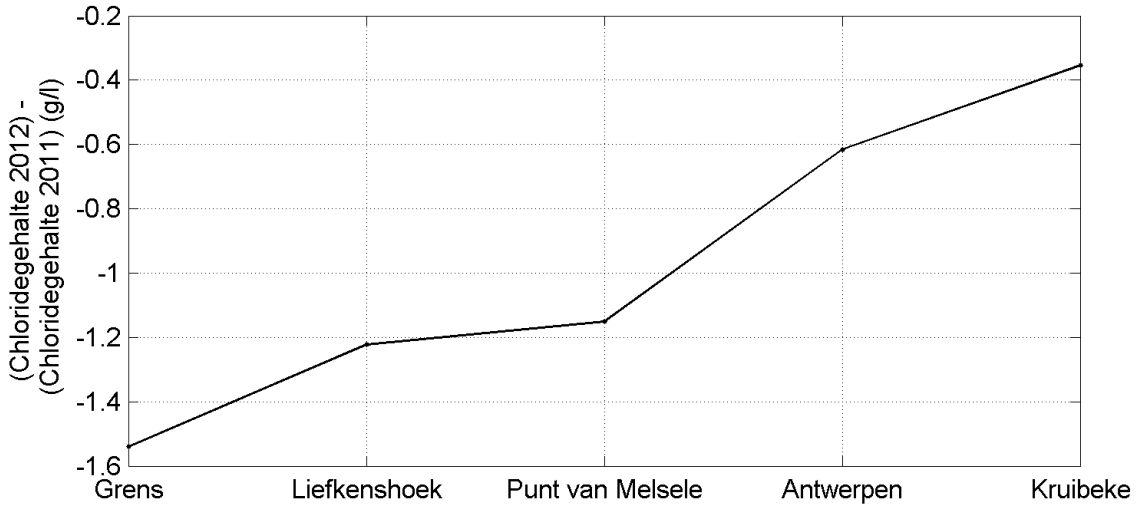
Op alle meetpunten is het chloridegehalte in de periode 1996-2001 gedaald. Vanaf ongeveer 2001 t.e.m. 2005 is het chloridegehalte terug gestegen. Tijdens de periode 2005-2012 is het chloridegehalte dan nagenoeg stabiel gebleven. Data voor 2013 voor de Beneden-Zeeschelde was nog niet beschikbaar, maar ook hier is van 2011 tot 2012 een daling in het chloridegehalte waar te nemen. Deze daling wordt echter progressief minder sterk vanaf de grens naar landinwaarts toe. Procentueel gezien neemt de sterkte van de daling echter wel nog toe in het landinwaarts gedeelte.

Tabel 6-10: Jaargemiddeldes periodieke metingen chloridegehalte (in mg/l)

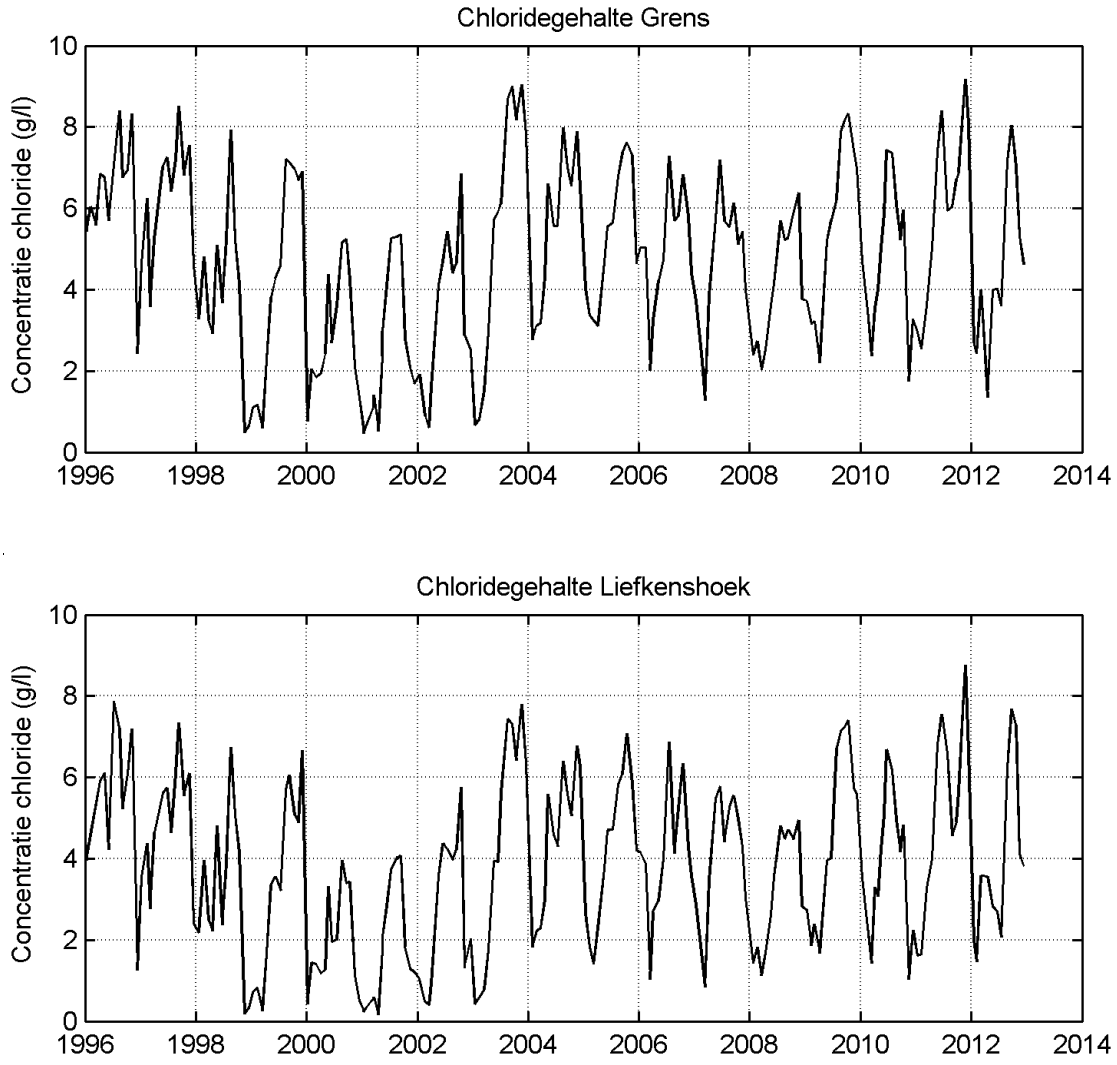
		1996	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**
Grens	Gemiddelde	6359	6257	3892	4394	2908	2335	3380	5537	5592	5459	5012	4661	4138	5686	4724	6065	4525
	Standaardafw.	1563	1452	2047	2596	1466	1798	1936	3240	1841	1635	1458	1698	1519	2168	1738	2154	2035
Liefkenshoek	Gemiddelde	5423	4902	3201	3496	1953	1722	2693	4364	4493	4201	4094	3960	3207	4708	3789	5167	3944
	Standaardafw.	1875	1464	1934	2231	1188	1490	1850	2851	1759	1840	1570	1630	1459	2199	1693	2259	2068
Punt van Melsele	Gemiddelde	3364	3056	1983	2190	918	944	1738	2886	2519	2940	2241	2746	1919	3400	2525	3735	2584
	Standaardafw.	1843	1447	1568	1787	862	875	1507	2256	1450	1762	1623	1557	1460	2411	1487	2364	2004
Antwerpen	Gemiddelde	1837	1405	1146	1212	355	345	1014	1340	1042	1366	1187	1301	804	1567	1066	2051	1436
	Standaardafw.	1630	1070	1183	1251	433	283	1005	1326	881	1076	1516	1035	797	1719	1140	2085	1826
Kruibeke	Gemiddelde	778	534	476	514	135	114	297	505	417	501	558	430	316	706	475	1014	660
	Standaardafw.	922	416	608	601	70	71	262	482	251	370	842	345	380	786	567	1050	1079

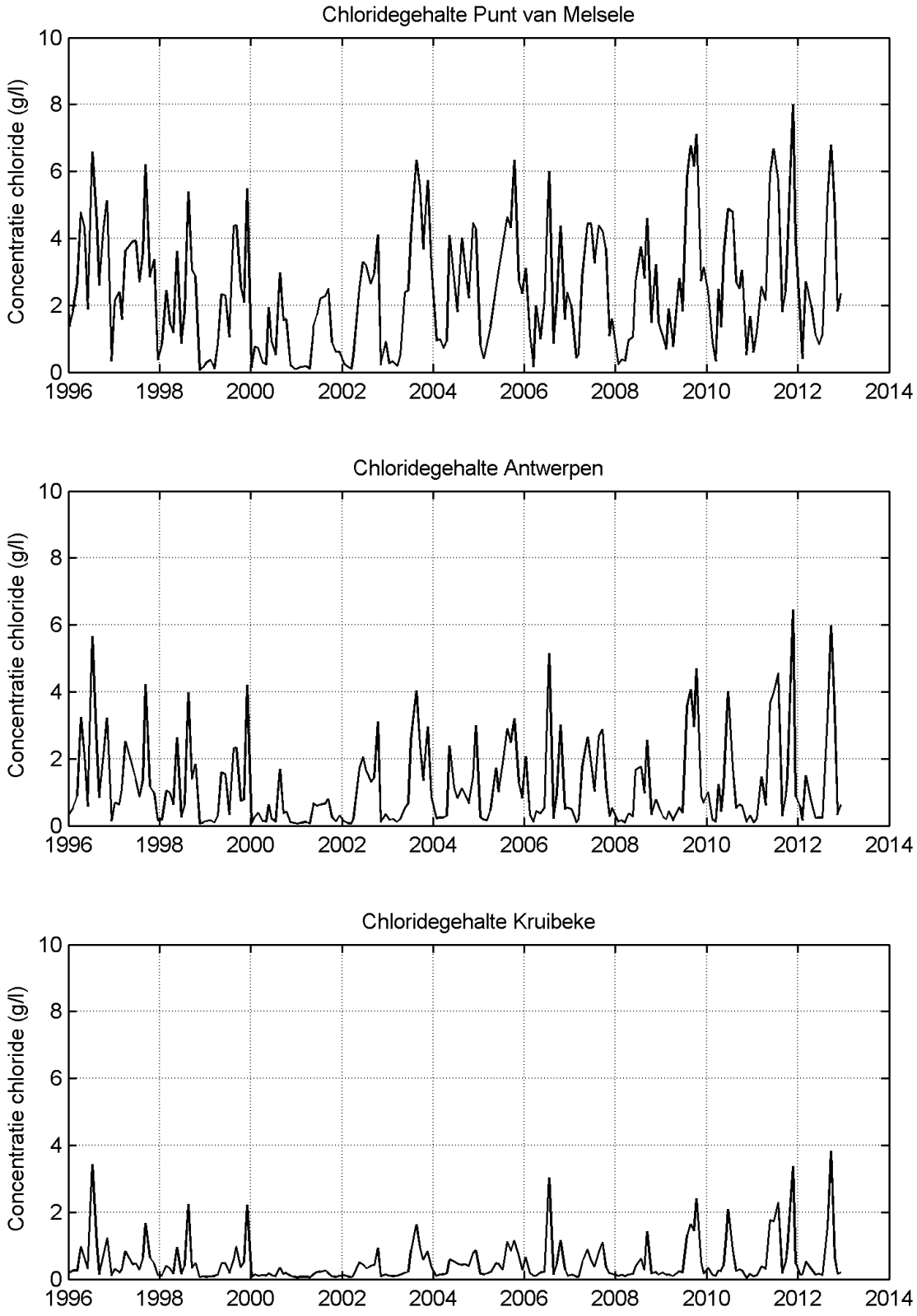


Figuur 6-28: Jaargemiddelde chloridegehalte Beneden-Zeeschelde. Foutbalken geven het 25ste en 75ste percentiel weer.



Figuur 6-29: Afname in Chloridegehalte op de Beneden-Zeeschelde tussen 2011 en 2012.

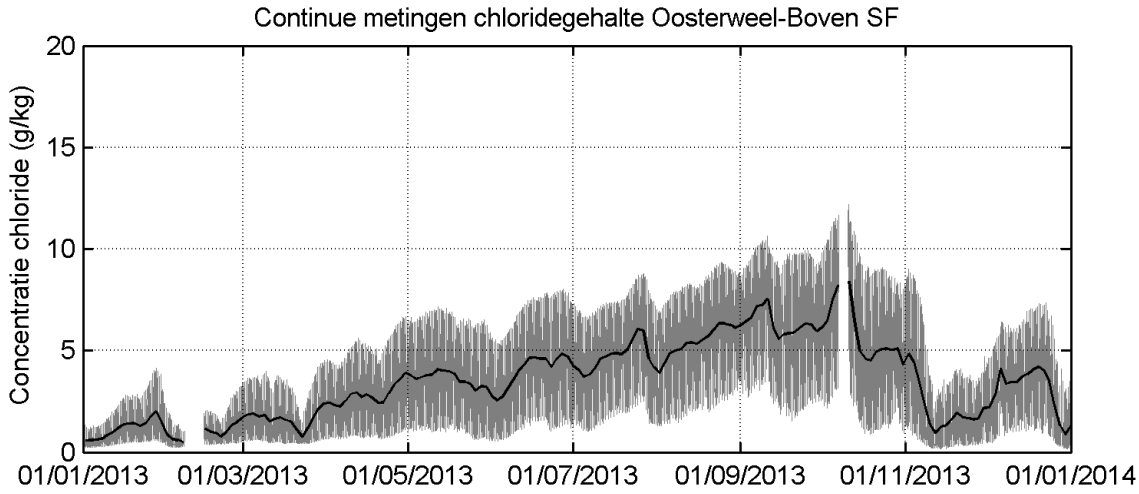


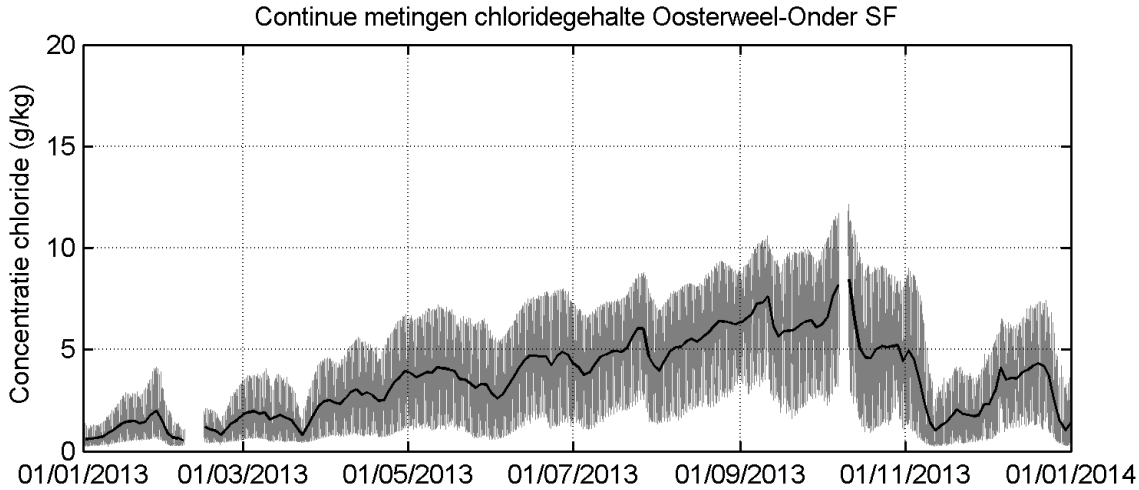


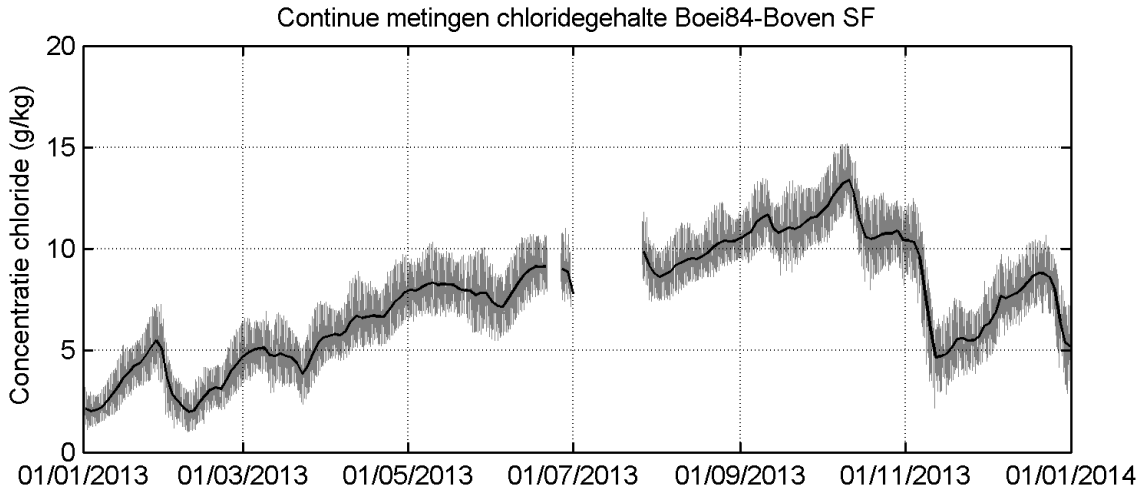
Figuur 6-30: Periodieke metingen chloridegehalte Beneden-Zeeschelde.

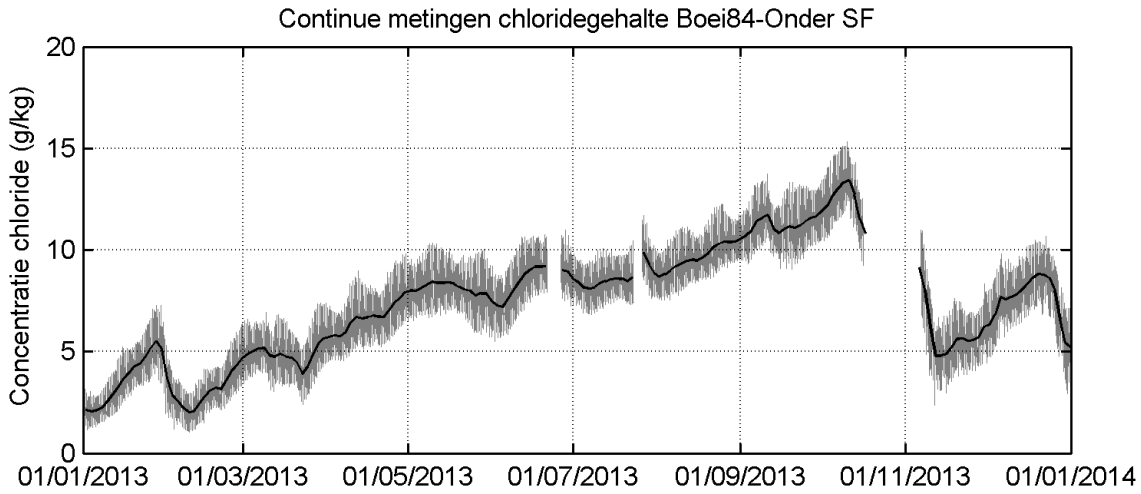
6.4.2.2 Continue metingen

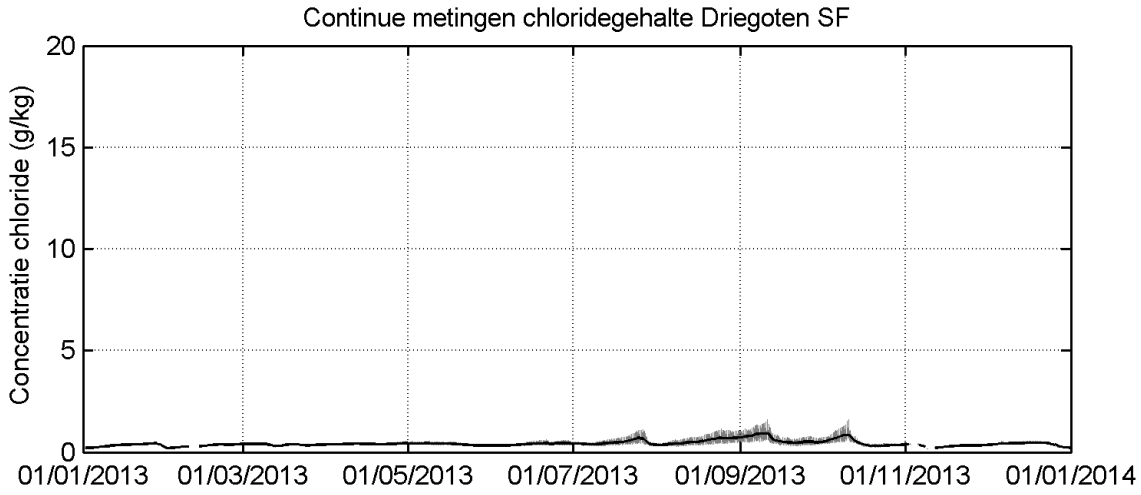
Op dezelfde meetlocaties als de continue metingen van het suspensiegehalte (§6.1.2.2). Enkel data van 2013 was echter beschikbaar. Deze tijdreeks is te kort om conclusies te trekken over de impact op lange termijn.






Continue metingen chloridegehalte Boei84-Boven SF
Concentratie chloride (g/kg)
0
5
10
15
20
01/01/2013
01/03/2013
01/05/2013
01/07/2013
01/09/2013
01/11/2013
01/01/2014


Continue metingen chloridegehalte Boei84-Onder SF
Concentratie chloride (g/kg)
0
5
10
15
20
01/01/2013
01/03/2013
01/05/2013
01/07/2013
01/09/2013
01/11/2013
01/01/2014


Continue metingen chloridegehalte Driegoten SF
Concentratie chloride (g/kg)
0
5
10
15
20
01/01/2013
01/03/2013
01/05/2013
01/07/2013
01/09/2013
01/11/2013
01/01/2014

6.5 CHEMISCHE KWALITEIT VAN DE WATERBODEM

In opdracht van de afdeling Maritieme Toegang bemonstert de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) jaarlijks een aantal vaste punten in de Beneden-Zeeschelde (België) en de Westerschelde (Nederland), t.h.v. de baggerplaatsen.

Op de Beneden-Zeeschelde gebeurt de monstername reeds sinds 1989. Het aantal bemonsterde punten is met de jaren toegenomen. Dit is te wijten aan het feit dat het meetnet werd uitgebreid met meetpunten in de haven van Antwerpen (vanaf 1995) en ter hoogte van de Rupelmonding (vanaf 1998), ontwikkelingen zoals Deurganckdok, enz. In zowel 2012 en 2013 (periode januari-maart) werden telkens 37 punten bemonsterd.

De meetpunten in de haven van Antwerpen (5) zijn echter niet representatief voor de Beneden-Zeeschelde, gezien het systeem van de havendokken via sluisdeuren is afgesloten van de Beneden-Zeeschelde. Voor de bestudering van de resultaten zullen voor de Beneden-Zeeschelde enkel de locaties op de baggerplaatsen (25) beschouwd worden aangezien enkel deze relevant zijn voor het flexibel storten. De monsterneming wordt uitgevoerd door WL en de analysen door het Laboratorium van de VMM.

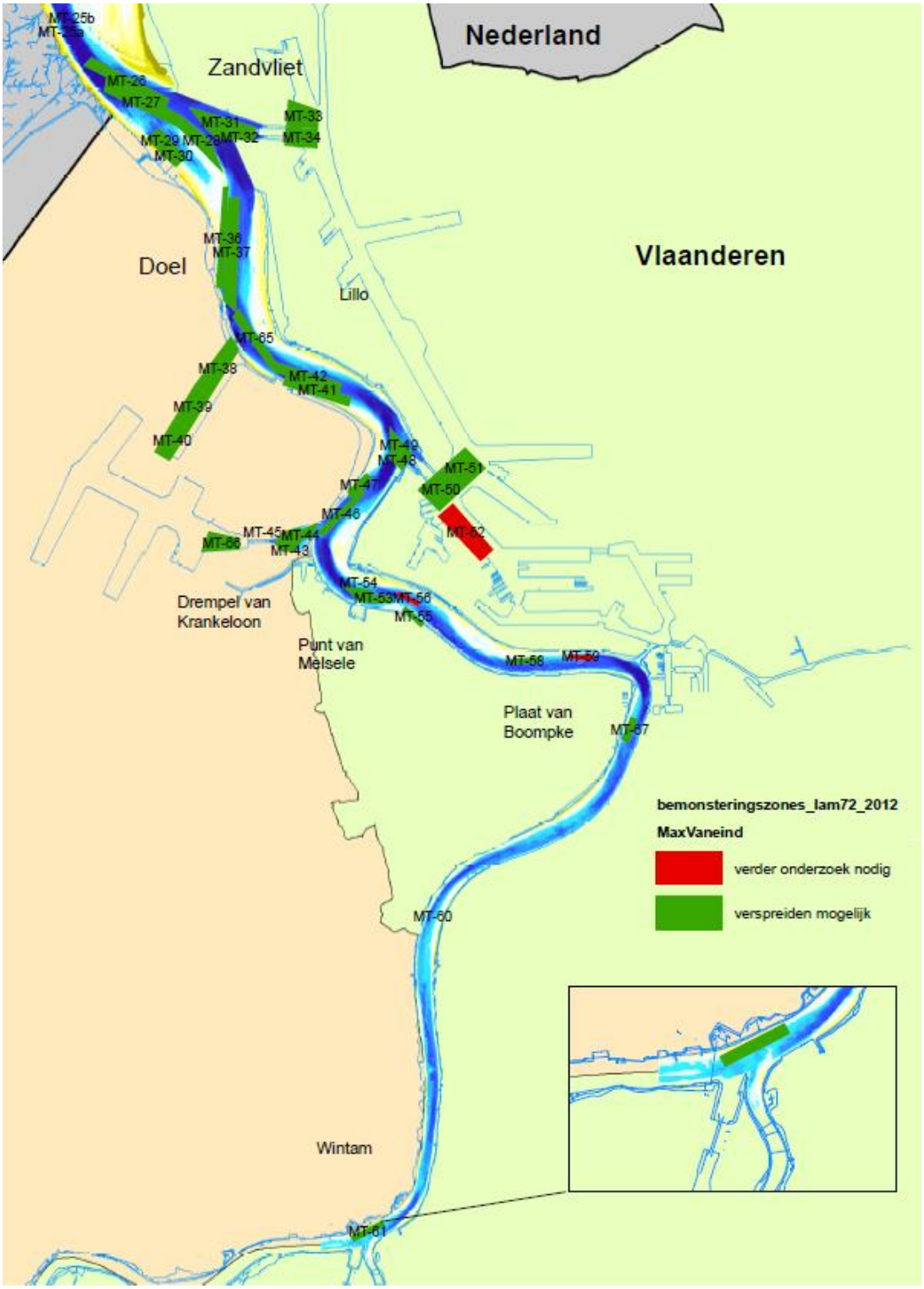
Vanuit het MER Verruiming vaargeul (Basisrapport Overige Aspecten, Consortium Arcadis-Technum, 2007e) verwacht men geen verhoogde water- en bodemverontreiniging:

“*Extra bodem- en waterverontreiniging ten gevolge van het project is niet te verwachten. Er zijn natuurlijk steeds de onverwachte verontreinigingen die kunnen optreden ten gevolge van accidenten of calamiteiten, maar gezien de reeds uitgevoerde onderhoudsbaggerwerken kan men ervan uitgaan dat hier de nodige veiligheidsmaatregelen getroffen zijn.*”

6.5.1.1 Beneden-Zeeschelde

6.5.1.1.1 Monstername

In Figuur 6-31 worden de locaties van de meetpunten tussen Antwerpen en de grens weergegeven.



Figuur 6-31: Situering bemonsteringsplaatsen VMM in de Beneden-Zeeschelde (VMM, 2013a).

Hieronder volgt de oplijsting van de meetpunten van de baggerplaatsen. Enkel deze werden beschouwd voor onderhavig rapport.

- MT25b Afwaarts Zandvliet
- MT26 Drempel van Zandvliet - rode kant
- MT27 Drempel van Zandvliet - groene kant
- MT28 Rand Plaat van Doel
- MT31 Geul Zandvlietsluis
- MT32 Geul Berendrechtsluis
- MT36 Drempel van Frederik - groene kant
- MT37 Drempel van Frederik - rode kant
- MT38 Deurganckdok – ingang
- MT39 Deurganckdok – midden
- MT40 Deurganckdok – einde
- MT41 Drempel van Lillo - groene kant
- MT42 Drempel van Lillo - rode kant
- MT43 Geul Kallosluis - opwaarts
- MT44 Geul Kallosluis - midden
- MT45 Geul Kallosluis – afwaarts
- MT46 Plaat en drempel van de Parel – rode kant
- MT47 Plaat en drempel van de Parel – groene kant
- MT48 Geul Van Cauwelaertsluis
- MT49 Geul Boudewijnsluis
- MT53 Drempel van Krankeloon - groene kant
- MT54 Drempel van Krankeloon - rode kant
- MT61 Zeesluis Wintam - afwaarts
- MT65 Vaarwater Plaat van Lillo
- MT67 Kaai 23-27

Voor de monstername wordt er per locatie met een van Veengrijper een zestal happen genomen, die vervolgens gemengd worden. De bekomen monsters zijn dus mengmonsters, waarvan de resultaten geacht zijn representatief te zijn voor de kwaliteit van een bepaald baggergebied (Vanlierde *et al.*, 2010).

6.5.1.1.2 Monsteranalyse en aanvaardbaarheid terugstorten

Op elk meetpunt wordt een set van organische en anorganische parameters geanalyseerd:

- Lutum (fractie < 2µm), organisch materiaal;
- Zware metalen: cadmium, kwik, koper, nikkel, lood, zink, chroom en arseen;
- Poly-aromatische koolwaterstoffen (PAK10): naftaleen, fluoreen, fluorantheen, chryseen, benzo(b)fluorantheen, benzo(k)fluorantheen, benzo(a)anthraceen, benzo(g,h,i)pyreen, benzo(a)pyreen, fenantreen, indeno(123,cd)pyreen, pyreen, dibenzo(a,h)anthraceen en anthraceen. Vanaf 2001 werd ΣPAK berekend inclusief anthraceen, voorheen inclusief benzo(b)fluorantheen.
- Polychloorbifenylen (PCBt): PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 en PCB 180;
- Minerale olie;
- Extraheerbare organische chloorverbindingen (EOX), een aantal gechloreerde pesticiden die inbegrepen zijn in de EOX worden tevens individueel gemeten.

Tijdens de vergunningsperiode die wordt toegekend, wordt de inrichting onderworpen aan de controle van volgende toetsingswaarden van de verplaatsbare baggerspecie (voor standaard baggerspecie 5 % organisch materiaal en 25 % lutum; deze omrekening wordt beschreven in bv. VMM, 2004). Toetsing volgens VLAREA Provinciale Milieuvergunning voor het terugstorten in binnenwateren maritieme zone (VMM, 2002 en volgende).

- Cd - 12,5 mg/kg DS
- Cr - 750 mg/kg DS
- Cu - 200 mg/kg DS
- Hg - 5 mg/kg DS
- Ni - 250 mg/kg DS
- Pb - 500 mg/kg DS
- Zn - 1.750 mg/kg DS
- As - 150 mg/kg DS
- Minerale olie - 1.000 mg/kg DS
- Som PAK* - 5 mg/kg DS
- EOX - 3,5 mg/kg DS
- Som PCB** - 0,10 mg/kg DS

* naftaleen, fenantreen, fluorantheen, benzo(a)antraceen, chryseen, benzo(b)fluorantheen, benzo(k)fluorantheen, benzo(a)pyreen, benzo(ghi)peryleen, indeno(1,2,2-cd)pyreen
** PCB nrs 28, 52, 101, 118, 138, 153 en 180.

De analysemethoden die worden toegepast ter controle van de toetsingswaarden zijn deze die door de Vlaamse Milieumaatschappij worden gehanteerd in het kader van de jaarlijkse meetcampagne in de Wester- en Beneden-Zeeschelde. Bij overschrijding van voormelde toetsingswaarden dient de vergunningverlenende overheid alsmede de Afdeling Milieu-inspectie van het Departement Leefmilieu, Natuur en Energie hiervan onmiddellijk in kennis te worden gesteld.

Om de aanvaardbaarheid van het terugstorten van de baggerspecie na te gaan, dient gehandeld volgens volgend stramien:

- Indien voor maximaal 2 parameters de toetsingswaarde met niet meer dan 50 % overschreden wordt, mag de baggerspecie teruggestort worden;
- Indien voor meer dan twee parameters de toetsingswaarde overschreden wordt, of voor één parameter de toetsingswaarde met meer dan 50 % overschreden wordt, dient de betreffende partij aan bijkomend onderzoek onderworpen te worden door:
  - een analyse van 3 bijkomende mengstalen voor alle hogervermelde individuele parameters;
  - bijkomend dienen volgende specifieke parameters onderzocht: aldrin, endrin, DDT en derivaten, endosulfan, HCH's, heptachloor(epoxide), HCB, di-,tri-, tetra-, penta- en hexachloorbenzeen, di- en pentachloorfenol;

- Indien de overschrijding bevestigd wordt, volgt een ecotoxicologische evaluatie van het impactrisico, rekening houdend met de karakteristieken van het ontvangend milieu. Deze ecotoxicologische evaluatie dient te geschieden in overleg met en volgens de modaliteiten van de bevoegde overheidsinstanties terzake. Indien de noodzaak zich in deze situatie echter opdringt om toch over te gaan tot het wegbaggeren van verontreinigde specie, dan dient het terugstorten ervan te geschieden binnen een zone waarin de erosie-effecten minimaal zijn. Eveneens dient ook deze zone onderworpen te worden aan hetzelfde ecotoxicologisch onderzoek. De verontreinigde specie dient echter preferentieel aan land te worden behandeld.

Deze bijzondere voorwaarden gelden onverminderd:

- De bepalingen van het decreet betreffende de bodemsanering dd. 22 februari 1995, alsmede haar wijzigingen en uitvoeringsbesluiten;
- De bepalingen van het Vlaams reglement inzake afvalvoorkoming en -beheer (VLAREA, 1997) dd. 17 december 1997.

6.5.1.1.3 Resultaten

Tabel 6-11 toont de locaties met normoverschrijdingen voor de meetcampagnes van 2002 t.e.m. 2013.

- PCB's: er werden in de periode 2010-2013 geen normoverschrijdende concentraties waargenomen.
- Zware metalen: in 2011 één beperkte normoverschrijding van 4 % voor het totale kopergehalte (Cu) op de meetplaats MT61 Zeesluis Wintam – afwaarts.
- Organische parameters: in 2010 zijn er een beperkt aantal overschrijdingen van de norm waargenomen op een beperkt aantal locaties (Drempel van Zandvliet, rode en groene kant (MT26 en MT27)). Het gaat om tijdelijke normoverschrijdingen. In 2011 en 2012 is er op geen enkele meetplaats nog een normoverschrijding voor organische parameters waargenomen, terwijl dat in 2013 op de meetplaats Plaat en Drempel van de Parel – groene kant (MT47) een beperkte normoverschrijding voorkwam. Op meetplaats Zeesluis Wintam – afwaarts (MT61) werd de norm met 515 % overschreden en is een extra analyse nodig
- Extraheerbare organohalogeenverbindingen (EOX): in het Deurganckdok (MT40) werd een normoverschrijding waargenomen in 2011 van 6 %, en in 2013 van 18 %. In 2012 was er een overschrijding op de Drempel van Zandvliet (MT27 groene kant) van 14,29 %.

De monsters van 2010 zijn genomen in de periode januari – maart. In die periode waren de verruimingswerken op veel plaatsen nog niet begonnen en op andere plaatsen nog zeer beperkt in omvang. De impact van de verruiming op de kwaliteit van de bodemmonsters, dient dus afgeleid te worden uit de meetresultaten van 2011 en de volgende jaren. In de periode 2011-2013 blijkt de kwaliteit zeker niet afgenomen te zijn. De normoverschrijdingen behoren zelfs tot de laagste van de voorbije 10 meetjaren.

Het terugstorten van baggerspecie blijft volgens deze criteria te rechtvaardigen op basis van de chemische kwaliteit van de waterbodem in de Beneden-Zeeschelde.

Tabel 6-11: Normoverschrijdingen organische parameters in de BeZS (2002 t.e.m. 2013). Een lege cel wil zeggen dat er geen normen overschreden zijn. De rode waarden duiden er op dat de criteria met meer dan 50 % werd overschreden. (VMM 2002-2013a)

Meetpunt	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
MT25b Afwaarts Zandvliet	*Geen metingen*											
MT26 Drempel van Zandvliet - rode kant					+ 11 % EOX				+ 5 % PAK10			
MT27 Drempel van Zandvliet - groene kant		+ 22 % EOX	+ 140 % EOX	+ 155 % EOX					+ 212 % PAK10		+14,29 % EOX	
MT28 Rand Plaat van Doel								+ 87 % EOX				
MT31 Geul Zandvlietsluis	+ 7 % EOX											
MT32 Geul Berendrechtsluis												
MT36 Drempel van Frederik – groene kant												
MT37 Drempel van Frederik - rode kant	+ 22 % min. olie + 86 % EOX + 195 % PAK10						+ 45 % PAK10					
MT38 Deurganckdok - ingang	*Geen metingen omdat het Deurganckdok nog niet in gebruik was.*											
MT39 Deurganckdok - midden												
MT40 Deurganckdok - einde										+ 6 % EOX		+ 18 % EOX
MT41 Drempel van Lillo - groene kant						+12,46 % PAK10	+14 % EOX + 5 % PAK10					
MT42 Drempel van Lillo - rode kant												
MT43 Geul Kallosluis - opwaarts	+ 10 % EOX	+ 4% EOX			+ 2 % EOX							
MT44 Geul Kallosluis - midden	+ 2 % EOX	+ 54 % EOX										
MT45 Geul Kallosluis - afwaarts	+ 1 % EOX							+ 7 % EOX				
MT46 Plaat en drempel van de Parel - rode kant		+ 4 % PAK10					+ 9 % PAK10					
MT47 Plaat en drempel van de Parel - groene kant												+ 1,09 % PAK10

Meetpunt	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
MT48 Geul Van Cauwelaertsluis				+ 57% PAK10								
MT49 Geul Boudewijnsluis				+ 7% PAK10				+ 57% EOX				
MT53 Drempel van Krankeloon - groene kant												
MT54 Drempel van Krankeloon - rode kant												
MT61 Zeesluis Wintam - afwaarts					+ 174% PAK10					+ 4% Cu		+ 514,74% PAK10
MT65 Vaarwater Plaat van Lillo	*Geen metingen*			*Geen metingen*								
MT67 Kaai 23-27	*Geen metingen*											

6.5.1.2 Westerschelde

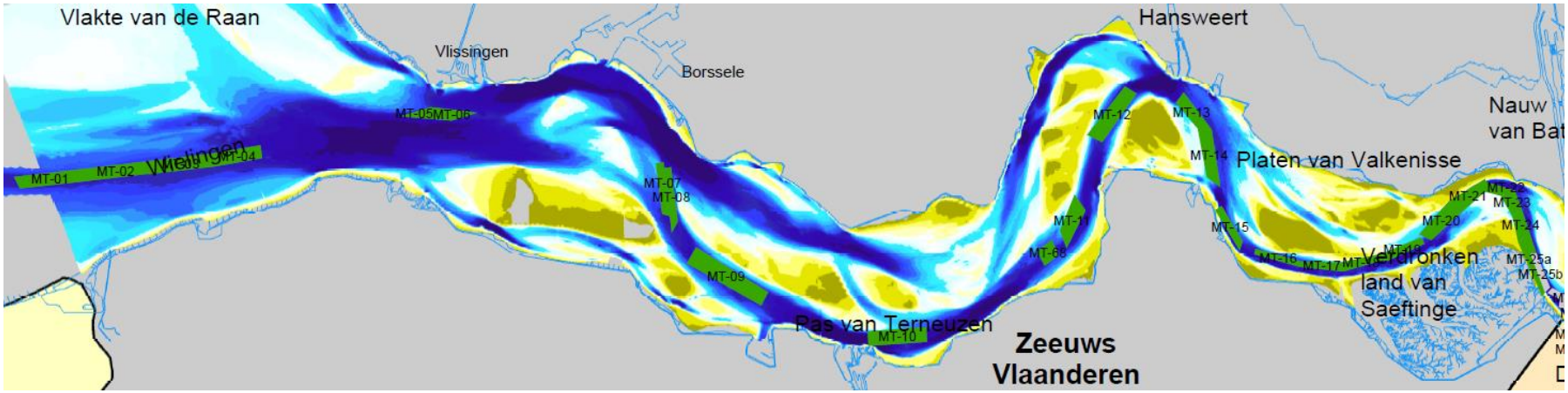
6.5.1.2.1 Monstername

De monstername is analoog aan deze in de Beneden-Zeeschelde.

De meetpunten op de Westerschelde worden getoond in Figuur 6-32.

Hieronder volgt een overzicht van de verschillende meetpunten.

MT01 Wielingen – Zwin
MT02 Wielingen – Cadzand Bad
MT03 Wielingen – Zwarte Polder
MT04 Wielingen – Kruishoofd
MT05 Drempel van Vlissingen – rode kant
MT06 Drempel van Vlissingen – groene kant
MT07 Drempel van Borssele – groene kant
MT08 Drempel van Borssele – rode kant
MT09 Pas van Terneuzen
MT10 Terneuzen
MT11 Overloop van Hansweert – afwaarts
MT12 Overloop van Hansweert – opwaarts
MT13 Drempel van Hansweert – afwaarts boei 51
MT14 Drempel van Hansweert – opwaarts boei 51
MT15 Walsoorden
MT16 Rand Plaat van Valkenisse – omgeving boei 52
MT17 Rand Plaat van Valkenisse – omgeving boei 56
MT18 Rand Plaat van Valkenisse – omgeving boei 60
MT19 Drempel van Valkenisse – omgeving boei 64
MT20 Drempel van Valkenisse – omgeving Schaarboei
MT21 Nauw van Bath – afwaarts
MT22 Nauw van Bath – opwaarts
MT23 Drempel van Bath – afwaarts boei 70
MT24 Drempel van Bath – opwaarts boei 70
MT25a Vaarwater boven Bath
MT68 Gat van Ossenisse – boei 28a-32



Figuur 6-32: Situering bemonsteringsplaatsen VMM in de WS (VMM, 2013b).

6.5.1.2.2 Monsteranalyse en aanvaardbaarheid terugstorten

Een gedetailleerd overzicht van de Nederlandse wetten met betrekking tot terugstorten van baggerspecie (WVO, WBR, ...) wordt gegeven in STERK Consulting (2006). Voor de beoordeling van de baggerspecie voor storting in zoute wateren was vanaf 2005 de Chemie-Toxiciteit-Toets (CTT) van toepassing. Bij de evaluatie van de CTT is naar voren gekomen dat de onderzochte CTT bioassays niet langer onderdeel uitmaken van het beoordelingskader. Hiermee valt de biologische component weg uit de CTT en dekt de naam niet langer de lading. De Zoute-Bagger-Toets (ZBT) wordt als opvolger van de CTT ingevoerd voor de beoordeling van de bestemming van baggerspecie in het mariene milieu (VMM, 2009b). Begin 2010 werden op 25 verschillende locatie monsters genomen.

In het MER Verruiming vaargeul (Consortium Arcadis-Technum, 2007a) wordt gesteld dat op basis van meetcampagne uit 2004 de verruimingsspecie vrij gestort kan worden in zoute wateren, uitgezonderd van specie afkomstig van de Drempel van Zandvliet. Voor de onderhoudsspecie werd de campagne van 2006 bekeken. Binnen het gebied van de verruiming vertoont enkel de Drempel van Borssele normoverschrijding, waarbij dit een eerste maal is sinds 1994 en steeds voldaan wordt aan de andere zijde van de vaargeul. Er kan geconcludeerd worden dan geen systematische en grote normoverschrijdingen verwacht worden, maar dat meetcampagnes en grondige analyses noodzakelijk blijven om het terugstorten van specie te rechtvaardigen.

De monsters worden op dezelfde manier geanalyseerd en beoordeeld als deze van de Beneden-Zeeschelde. De 50 % toetsingsregel wordt eveneens toegepast.

Voor een aantal prioritaire stoffen zoals Cd, Hg, TBT, … is deze toetsingsregel echter niet van toepassing.

De getalwaarden voor de beoordeling volgens de Zoute Bagger-Toets zijn niet identiek aan deze voor de Beneden-Zeeschelde:

- Cd* - 4 mg/kg DS
- Cr - 120 mg/kg DS
- Cu - 60 mg/kg DS
- Hg* – 1,2 mg/kg DS
- Ni* - 45 mg/kg DS
- Pb* - 110 mg/kg DS
- Zn - 365 mg/kg DS
- As - 29 mg/kg DS
- Minerale olie - 1.250 mg/kg DS
- Som PAK10* - 8 mg/kg DS
- Som PCB7 - 0,10 mg/kg DS
- Heptachloorbenzeen* - 0,02 mg/kg DS
- Som DDT-DDE-DDD* - 0,02 mg/kg DS
- Tributyltin* - 0,25 mgSn/kg DS

* prioritaire stoffen waarop de 50 % toetsingsregel niet van toepassing is

6.5.1.2.3 Resultaten

In Tabel 6-12 is de evaluatie van de kwaliteit voor de verschillende meetpunten over de laatste jaren weergegeven. Een ‘J’ betekent: storten toegestaan, een ‘N’: storten niet toegestaan. Op basis van de beoordeling van de resultaten van de monsters 2011-2013 kan gesteld worden dat verspreiding in zoute wateren is toegestaan voor alle baggerspecielocaties in de Westerschelde (VMM, 2013b).

In de periode van 1997 tot 2003 zijn een aantal normoverschrijdingen ter hoogte van de zone ‘Nauw van Bath’ waargenomen. In 2006 werd één overschrijding aan de Drempel van Borssele opgemerkt. Alle overige staalnames bleken aan de normen te voldoen. Sinds 2007 werd er nergens een overschrijding genoteerd.

Tabel 6-12: Evolutie kwaliteit WS voor storting in zoute wateren (VMM, 2013b).

	Omschrijving	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
MT-01	Wielingen Zwin							J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-02	Wielingen Cadzand Bad							J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-03	Wielingen Zwarte Polder							J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-04	Wielingen Kruishoofd							J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-05	Drempel van Vlissingen - rode kant			J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-06	Drempel van Vlissingen - groene kant			J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-07	Drempel van Borssele - groene kant	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	N	J	J	J	J	J	J	J
MT-08	Drempel van Borssele - rode kant	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-09	Pas van Terneuzen			J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-10	Terneuzen	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-11	Overloop van Hansweert - afwaarts	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-12	Overloop van Hansweert - opwaarts	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-13	Drempel van Hansweert - afwaarts boei 51	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-14	Drempel van Hansweert - opwaarts boei 51	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-15	Walsoorden	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-16	Rand Platen van Valkenisse - omgeving boei 52	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-17	Rand Platen van Valkenisse - omgeving boei 56	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-18	Rand Platen van Valkenisse - omgeving boei 60	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-19	Drempel van Valkenisse - omgeving boei 64	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-20	Drempel van Valkenisse - omgeving Schaarboei	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-21	Nauw van Bath - afwaarts	J	J	N	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-22	Nauw van Bath - opwaarts	J	J	N	J	J	J	J	N	N	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-23	Drempel van Bath - afwaarts boei 70	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-24	Drempel van Bath - opwaarts boei 70	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-25a	Vaarwater boven Bath	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
MT-68	Gat van Ossenisse – boei 28a-32																	J	J	J

J = storting toegestaan, N = storting niet toegestaan, lege cel: geen metingen

6.6 SAMENVATTING / CONCLUSIE FYSICOCHEMIE EN WATERBODEMKWALITEIT

Op basis van verschillende parameters is nagegaan hoe de fysicochemische eigenschappen en de waterbodemkwaliteit zijn geëvolueerd tijdens de periode van het flexibel storten. De volgende ontwikkelingen zijn waargenomen:

- Het gehalte aan sediment in suspensie werd gemeten op negen locaties met behulp van periodieke staalnames en op drie locaties met continue metingen. In de periodieke metingen werd te Schaar van Ouden Doel een lichte stijging van het suspensiegehalte waargenomen; op de andere locaties werden geen trends waargenomen. De periodieke metingen bevatten ook geen indicaties van een systematische stijging van de pieken (in aantal en/of grootte) in het suspensiegehalte.
- De continue metingen van het suspensiegehalte op de locatie Oosterweel vertonen een sterke stijging (34-50 mg/l per jaar) van het suspensiegehalte van 2005 t.e.m. 2011, gevolgd door een lichte daling van 2011 t.e.m. 2013. De piekwaarden (gekenmerkt door de 99ste percentielwaarde) zijn echter blijven toenemen in 2011-2013. Het meetpunt Oosterweel is echter sterk beïnvloed door de stortingen van het nabijgelegen Deurganckdok. De continue metingen van het suspensiegehalte op Boei 84 zijn tussen 2006 en 2013 ook toegenomen, maar aan een lager tempo (13 mg/l per jaar) dan te Oosterweel. Tussen 2011 en 2013 is het stijgingstempo afgenomen naar 7 mg/l per jaar. De 99ste percentielwaarde steeg met gemiddeld 60 mg/l per jaar in 2005-2011 en 12 mg/l per jaar in 2011-2013. De sterke stijging in het suspensiegehalte (vooral te Oosterweel), is verontrustend in het kader van een mogelijke systeemomslag in de Schelde naar een hyperturbide toestand.
- Voor het doorzicht, een bepalende factor voor de primaire productie, werd de eufotische diepte als meetparameter gebruikt. De eufotische diepte vertoont weinig verandering in de periode van het flexibel storten. 2011 was in de Beneden-Zeeschelde een minimumjaar voor de eufotische diepte en een maximumjaar voor het suspensiegehalte. Dit kan een gevolg zijn van de derde verruiming van de Schelde (bv. de verhoogde stortingen aan het Deurganckdok, Figuur 6-10).
- Het Chlorofyl-A gehalte, een graadmeter voor de primaire productie, vertoont telkens een piek in het voorjaar. Sinds 2008 is deze piek sterk toegenomen tussen ca. Schaar van Ouden Doel (Westerschelde) en Liefkenshoek (Beneden-Zeeschelde). Dit kan wijzen op een algenbloei of de introductie van een exoot. Te Hansweert en Terneuzen is een lichte daling opgemeten van het Chlorofyl-A gehalte. In 2013 werden er wel opnieuw hogere waarden opgetekend.
- Het chloridegehalte beschrijft de indringing en menging van zeewater in het estuarium. In de periode 2011-2013 is het chloridegehalte op alle locaties gedaald. Deze daling was het sterkst ter hoogte van Hansweert en is veroorzaakt door hogere bovendebieten in de Schelde en door de spuisluis van Bath tijdens deze periode.
- De normoverschrijdingen van verschillende verontreinigingsparameters (PCBs, zware metalen, organische parameters, extraheerbare halogeenverbindingen) in 2011-2013 behoren tot de laagste van de afgelopen tien jaar. Het flexibel storten heeft dus niet gezorgd voor een verhoging van de normoverschrijdingen.

7. FAUNA

7.1 MACROZOÖBENTHOS

7.1.1 Inleiding

Op 12 februari 2010 is de verruiming van de vaargeul in de Westerschelde van start gegaan. Voor de verruiming van de vaargeul en het onderhoud in de jaren daarna is een ontheffing verleend in het kader van de Flora- en faunawet (kenmerk FF/75C/2008/0505). De doelstelling van deze wet is de bescherming en het behoud van de gunstige staat van instandhouding van in het wild levende planten- en diersoorten. Activiteiten met een schadelijk effect op beschermde soorten zijn in principe verboden. Daarnaast erkent de wet dat ook dieren die geen direct nut opleveren voor de mens van onvervangbare waarde zijn (erkenning van de intrinsieke waarde). Van het verbod op schadelijke handelingen ('nee') kan onder voorwaarden ('tenzij') worden afgeweken, met een ontheffing of vrijstelling. Het verlenen hiervan is de bevoegdheid van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit of, in geval van beheer en schadebestrijding, van Gedeputeerde Staten.

In een brief van 29/08/2013 aan het Ministerie van Economische Zaken wordt door de Vogelbescherming Nederland een zienswijze ingediend naar aanleiding van de verlening van een vergunning voor het onderhoud van de Westerschelde. Hierin wordt de conclusie van de Passende Beoordeling (Arcadis, 2013) in twijfel getrokken gelet op ‘de ongunstige staat van instandhouding van de betreffende natuurwaarden’. Specifiek wordt de beperkte ecologische kennis (m.n. de ontwikkeling van de benthische gemeenschap) over de plaatranden toegelicht, terwijl de ontwikkeling van de plaatrand(storting)en als waardevol wordt gezien. Daarom wordt in het tweede Voortgangsrapport aandacht geschonken aan de benthosgemeenschap in het algemeen, en op de plaatranden in het bijzonder.

Benthos (Figuur 7-1) is de verzamelnaam voor alle organismen die leven op, in of net boven de bodem van zoete en zoute wateren. Benthos kan worden onderscheiden volgens de grootte van de organismen:

- macrobenthos: > 1 mm; bv. krabben, zeesterren, vlokreeftjes
- meiobenthos: tussen 1 mm en 32 µm; bv. mosbeertjes, eenoogkreeftjes
- microbenthos: < 32 µm; bv. klokdiertjes, bacteriën

Daarnaast kan benthos ook ingedeeld worden volgens de plaats waar ze leven:

- endobenthos: leven in de bodem; bv. tweekleppigen
- epibenthos: leven op de bodem; bv. zee-egels
- hyperbenthos: leven juist boven de bodem; bv. aasgarnalen

Het project beschreven in de MER Verruiming Vaargeul (Consortium Arcadis-Technum, 2007a) gaat gepaard met omvangrijke baggerwerken. In deze MER wordt ook een negatief effect verwacht op korte, middellange en lange termijn (2015) op het benthos, aangezien deze organismen op, in of net boven de bodem vertoeven. Op korte termijn (tijdelijke effecten) werd de vernietiging van 0,9 % tot 2,2 % van de benthos biomassa als gevolg van de aanlegwerken en de hierbij horende stortactiviteiten verwacht (projectalternatief plaatranden). Door het onderhoud van de vaargeul, de stortingen die hierbij horen, en de veranderingen van de ecotooparealen, werd een gecombineerde verandering van de totale biomassa verwacht tussen +1,6 % en -7,5 %.

Met betrekking tot de kokkelbestanden, werd op basis van de verwachte veranderingen in ecotopen berekend dat er weinig effecten zouden zijn, en dat de waargenomen veranderingen minimaal zijn ten opzichte van de grote jaarlijkse variatie van de kokkelbestanden in de Westerschelde (Wijsman en Kesteloo, 2007).

Figuur 7-1: Benthossoorten (bron: Wikimedia Commons)

Tot op heden worden benthossoorten niet beschermd dus er bestaat geen Rode Lijst van benthos organismen. Er worden ook geen benthossoorten vermeld in de Habitatrichtlijn (bijlage II en V) als te beschermen soorten, ook niet binnen het 1130 habitattype (estuaria).

Exoten zijn soorten die van nature niet in onze streken voorkomen (INBO, 2014c). Het zijn dus uitheemse soorten die hier niet op eigen kracht zijn geraakt, maar wel door toedoen van de mens, bijvoorbeeld door transport. De meeste exoten veroorzaken geen problemen omdat ze niet aangepast zijn aan het overleven in onze vrije natuur. Sommige exoten kunnen zich wel vestigen, maar groeien niet uit tot een plaag en richten daardoor geen schade aan. Als een exoot zich vestigt én zich explosief voortplant, kan die wel enorme schade veroorzaken. In dat geval spreekt men van een 'invasieve exoot'. We gaan na of dergelijke soorten voorkomen in de Westerschelde.

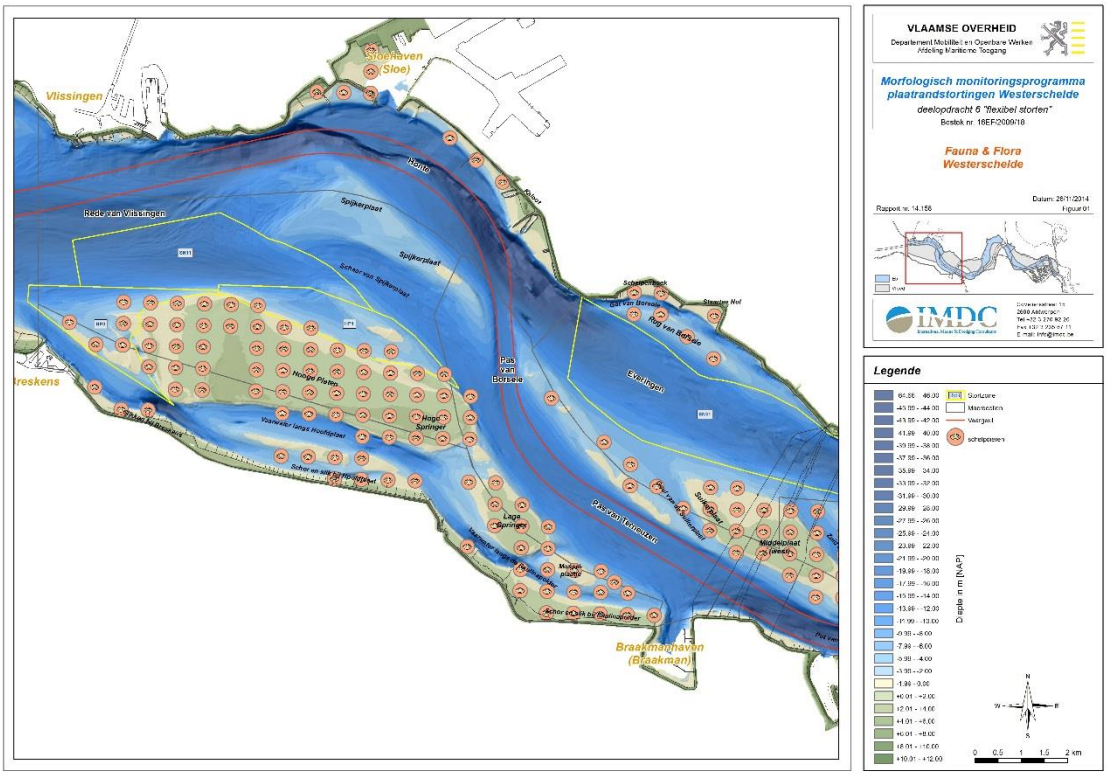
Het doel van onderhavige analyses is de evolutie nagaan van de (macrobenthos)populaties in de Westerschelde tussen 2009 en 2013 in het algemeen, en specifiek op de plaatranden. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat benthos van nature erg geclusterd voorkomt. Er zal dus steeds een grote variatie zichtbaar zijn tussen verschillende monsters. Om conclusies te kunnen trekken uit de benthosdata dient de steekproefgrootte daarom voldoende groot te zijn.

7.1.2 Data

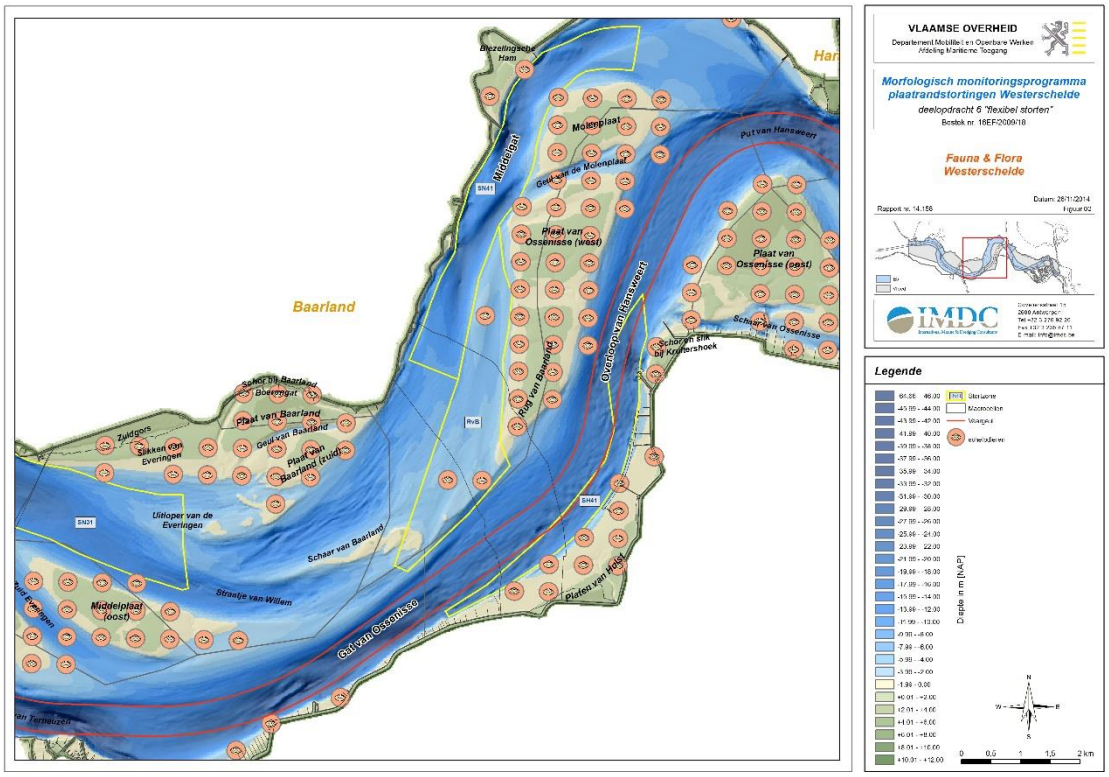
Schelpdierdata 1991-2013

Het schelpdierbestand in het litoraal van de Westerschelde wordt ieder voorjaar onderzocht sinds 1991 (WOT Westerschelde: kokkelsurvey). Niet alle soorten zijn altijd waargenomen. In de eerste jaren werden niet altijd alle bijvangsten vermeld. *Scrobicularia plana* werd bijvoorbeeld pas vanaf 1999 opgenomen in de database. Het bemonsteringstuig is daarenboven specifiek op kokkels (*Cerastomderma edule*) gericht. Andere soorten die bijvoorbeeld dieper in de bodem zitten (zoals *Ensis sp.*), kunnen hierdoor onderschat worden in aantallen. De densiteiten van de platte slijkgaper *Scrobicularia plana* en de exoot Amerikaanse boormossel *Petricolaria pholadiformis* waren zeer laag ten opzichte van het nonnetje (*Macoma Baltica*) en de kokkel (*Cerastoderma edule*). Daarom zullen enkel deze laatste twee soorten besproken worden aan de hand van densiteit (aantallen per m²) en biomassa (g/m²).

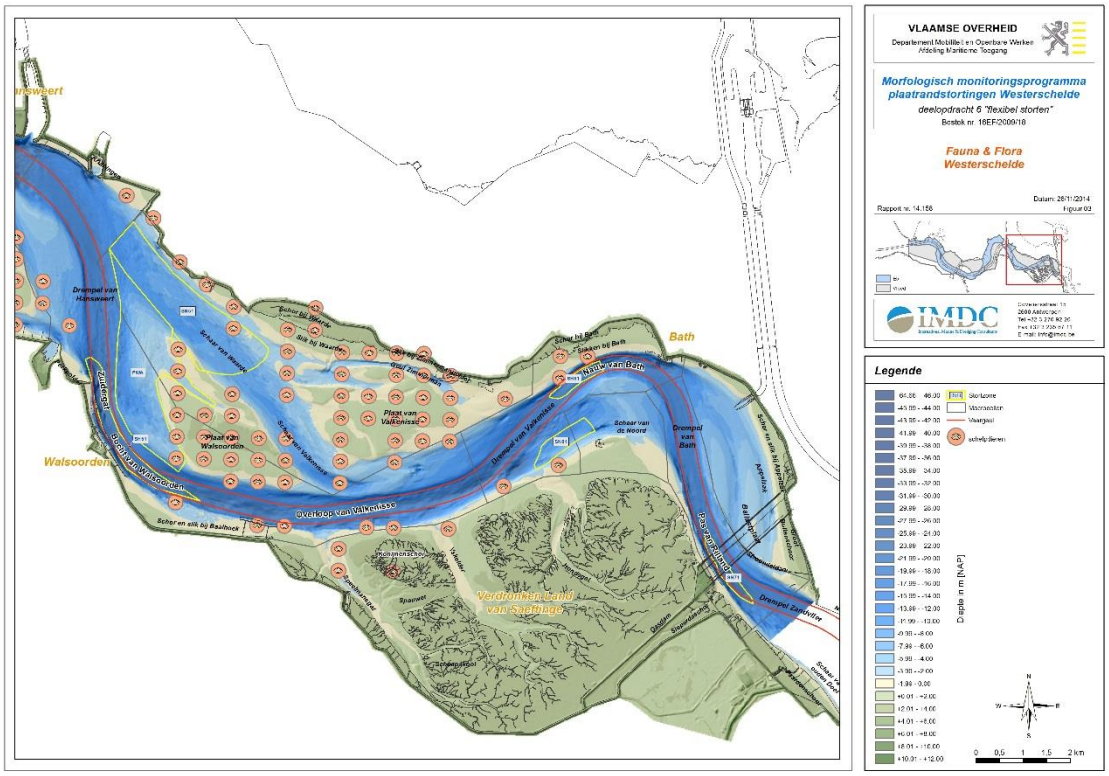
De schelpdierdata is beschikbaar per coördinaat en werd per zone (’brak’ en ‘zout’) en per ecotoop ingedeeld (laag- en hoogdynamisch litoraal, sublitoraal en supralitoraal). Voor de kokkel en het nonnetje zijn aantal observaties weergegeven in Tabel 7-1 en Tabel 7-2. Alle locaties ten westen van Hansweert zijn in de zone ‘zout’ ingedeeld en alle locaties ten oosten van Hansweert in de zone ’brak’ De monsternamepunten zijn weergegeven in Figuur 7-2 tot Figuur 7-4.



Figuur 7-2: Monsternamepunten Schelpdierensurvey in westelijk gebied Westerschelde.



Figuur 7-3: Monsternamepunten Schelpdierensurvey in middengebied Westerschelde.



Figuur 7-4: Monsternamepunten Schelpdierensurvey in oostelijk gebied Westerschelde.

Tabel 7-1: Aantal observaties van kokkels (Cerastoderma edule) in de verschillende ecotopen tussen 1992 en 2013

	Hoogdynamisch				Laagdynamisch			
	Litoraal		Sublitoraal	Supra-litoraal	Litoraal		Sublitoraal	Supra-litoraal
	brak	*zout*	*zout*	*zout*	*brak*	*zout*	*zout*	*zout*
1992	2	26	9		5	61	1	
1993		23	9	1		65	3	1
1994		25	6			59	1	1
1995		13	7	2		53	2	1
1996		9	1			40	3	
1997		17	3			46	1	
1998		28	4			60	4	
1999		24	2			51	1	1
2000		20	1			40	2	
2001		14				33	2	
2002		12	3			29	1	
2003		14	3			33	1	1
2004		23	3			47	2	
2005		26	9			52	3	1
2006		20	3		1	37	2	
2007		17	4			37	2	
2008	1	13	1			27	2	
2009		10				20	1	
2010		6	1			19	1	
2011		12	2			37		1
2012		13	6			39		
2013		11	2			26		

Tabel 7-2: Aantal observaties van het nonnetje (Macoma baltica) in de verschillende ecotopen tussen 1992 en 2013

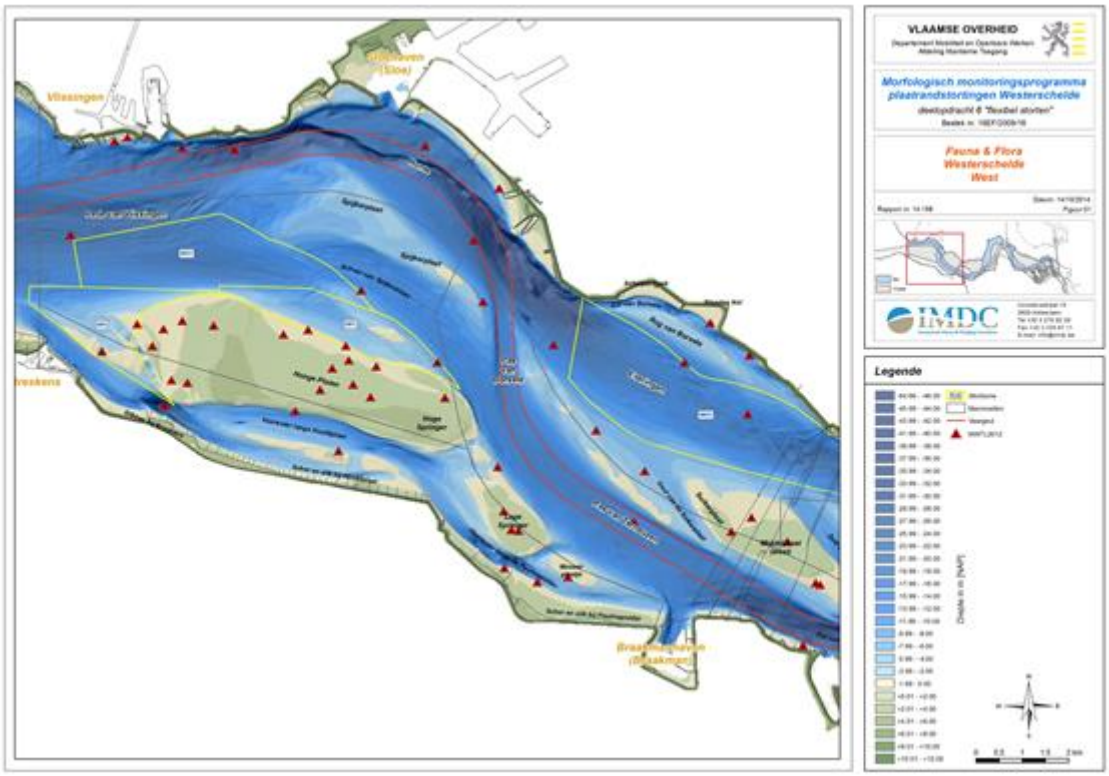
	Hoogdynamisch					Laagdynamisch				
	Litoraal		Sublitoraal		Supra-litoraal	Litoraal		Sublitoraal		Supra-litoraal
	brak	*zout*	*brak*	*zout*	*zout*	*brak*	*zout*	*brak*	*zout*	*zout*
1992	8	49	2	16	1	16	121		1	
1993	9	48	3	12	2	13	128	1	4	1
1994	8	59	2	12	1	9	121		1	1
1995	7	41	2	11	3	8	113		4	1
1996	5	40	6	2		6	105		6	1
1997	9	53	4	7	1	7	104		1	
1998	6	67	4	9		8	131		6	
1999	8	75	3	10		8	112		1	2
2000	8	57	1	4	1	10	92		2	
2001	7	53	2	5	1	10	88		3	
2002	6	50	3	13		8	88		2	
2003	9	55	4	12	1	6	90		4	2
2004	9	62	7	10		6	104		4	
2005	10	65	6	21		6	116		3	2
2006	11	63	4	18	1	7	98		5	
2007	12	64	6	25		9	99		5	
2008	14	55	3	14		7	79		2	
2009	8	44	3	12		7	88		4	
2010	12	42	4	16		8	89		4	
2011	8	39	5	26		6	100		3	2
2012	13	52	7	35		8	111		2	
2013	15	51	5	27		7	94		3	

MWTL 1992-2012

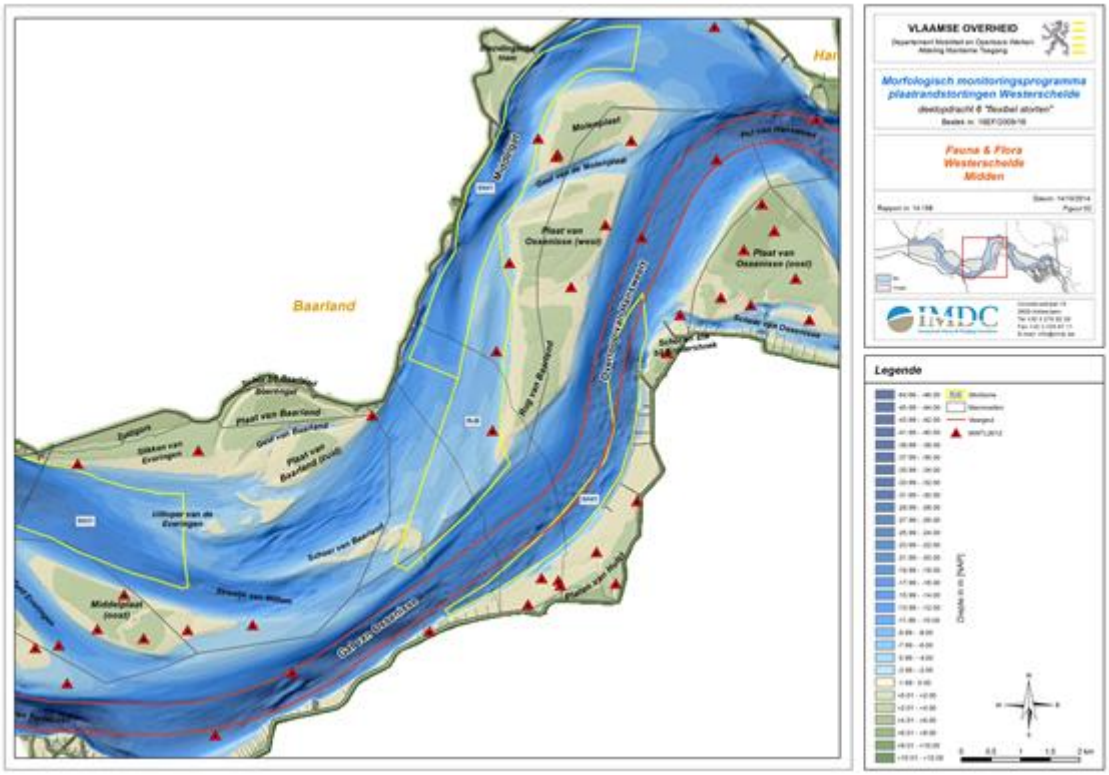
De Water, Verkeer en Leefomgeving dienst (WVL) van Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor de uitvoering van het MWTL meetplan (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands – Milieumeetnet Rijkswateren). In het kader van het MWTL meetplan werd de benthosgemeenschap onderzocht op verschillende locaties in de Westerschelde in de periode 1992-2009 en 2012. Voor 2010 en 2011 is er geen data aangeleverd.

Deze gegevens zijn een kopie van de (primaire) data van het datarapport ‘MON2013-13’, uitgewerkt in de pre-creditatiefase conform ISO 17025. Ze zijn afkomstig van MWTL Macrozoöbenthos bemonsteringen, analyses en sedimentbemonstering 2012 in de Delta; Westerschelde en Oosterschelde, (perceel A), uitgevoerd door de Monitor Taakgroep van het NIOZ. In deze database bevinden zich biomassa (mg asvrij drooggewicht per m²) en densiteiten (aantallen per m²). Er werd zo veel als mogelijk tot op soort gedetermineerd.

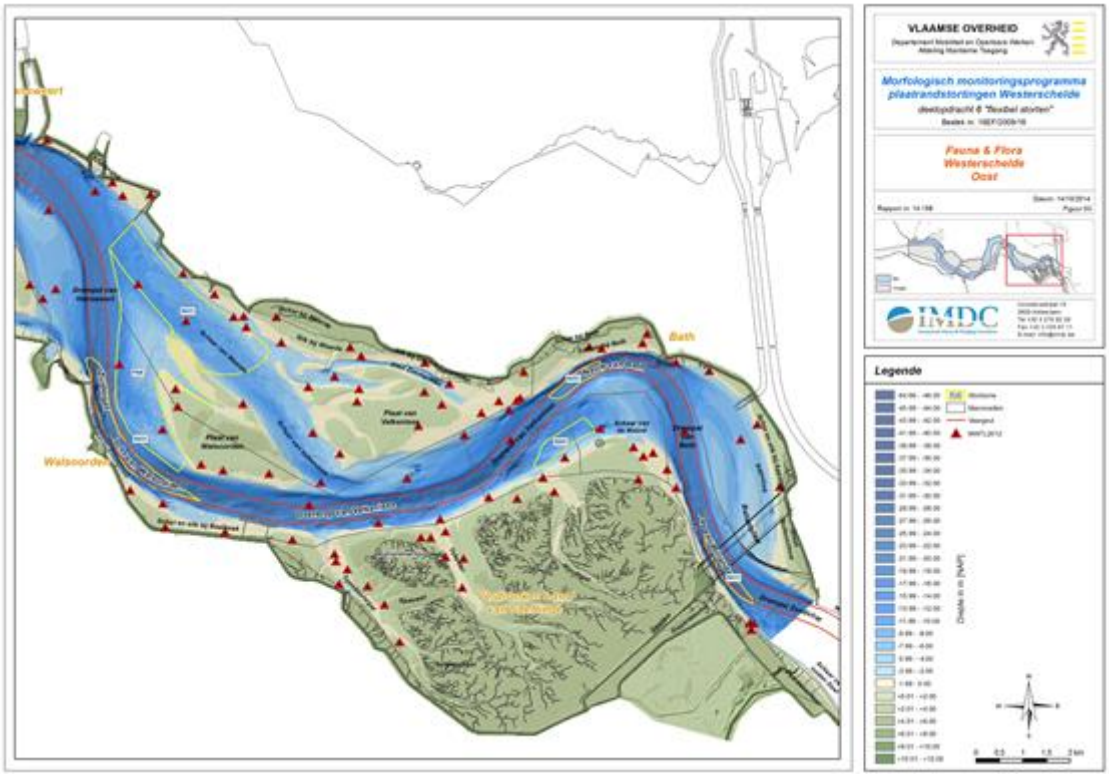
De MWTL data zijn ruimtelijk gedetailleerd, aan de hand van coördinaten. Voor de analyses werden de MWTL data per zone (‘zout’ of ‘brak’; Figuur 7-5 tot Figuur 7-7 voor het jaar 2012) en per ecotoop (laag-en hoogdynamisch litoraal en sublitoraal) gegroepeerd. Gezien het benthos als groep erg gevarieerd is en weinig informatie geeft als geheel, werd de data ook opgesplitst per klasse of orde, en werd er meer in detail gekeken naar volgende grote en belangrijke groepen: de Bivalvia (tweekleppigen), Amphipoda (vlokreeftjes) en Polycheata (borstelwormen). Merk op dat de staalnamelocaties per jaar variëren.



Figuur 7-5: Staalnamelocaties MWTL 2012 in westelijk gebied Westerschelde (zone ‘zout’)



Figuur 7-6: Staalnamelocaties MWTL 2012 in middengebied Westerschelde (zone 'zout')



Figuur 7-7: Staalnamelocaties MWTL 2012 in oostelijk gebied Westerschelde (zone 'brak')

Kwalitatieve Westerschelde data

Op ca. 130 locaties in de Westerschelde bevinden zich zogenaamde sedimentatie-erosieplots. Bij alle sedimentatie-erosieplots wordt de “globale indicatie bodemleven” bepaald op basis van veldwaarneming ter plaatse. Dit houdt in dat wordt aangegeven of er geen/weinig/gemiddeld/veel wadpieren, *Corophium sp.* en/of kokkels aanwezig zijn en of het bodemleven geen/sporadisch/gemiddeld/rijk is. Iedere locatie wordt sinds 2009 vier maal per jaar gemeten, in de maanden maart, mei, september en december. Er wordt op iedere sedimentatie-erosieplot ook een foto genomen van de directe omgeving in een voor het meetpunt vaste richting.

Deze gegevens worden besproken in combinatie met geomorfologische en sedimentologische parameters in §5.3.

7.1.3 Analyses

Schelpdierdata 1991-2013

Uit Figuur 7-8 blijkt dat er in de Westerschelde een positieve trend bestaat voor de densiteit van het nonnetje *Macoma balthica* en een dalende trend bestaat voor de densiteit van de kokkel *Cerastoderma edule*, met enkele pieken in 1998, 2004 en 2011. Uit de biomassagegevens blijkt echter dat de biomassa voor het nonnetje zo goed als stabiel is gebleven (Figuur 7-9). Voor de kokkels volgen de grafieken van de densiteit en de biomassa elkaar wel.

Per ecotoop in brakke en zoute zone

De koppeling van staalname punten en het ecotoop is gebaseerd op de ligging van de ecotopenkaart die het nauwste aansluit bij het jaar van staalname. Indien een staalnamejaar tussen 2 ecotopenkaarten viel, werd geopteerd voor de meest recente kaart. Hieruit volgt dat *Macoma balthica* soms voorkomt in hoogdynamisch gebied wat niet typisch is; de soort komt normaal enkel in laagdynamische gebieden voor. De aantallen en de biomassa in het hoogdynamisch gebied is echter een stuk lager dan in het laagdynamisch gebied (Figuur 7-12 en Figuur 7-13).

Er wordt verder enkel aandacht geschonken aan datareeksen met voldoende observaties; de grote variabiliteit leidt immers tot een lage betrouwbaarheid van een enkele observatie. Indien de steekproefgrootte te klein is, worden de resultaten niet weergegeven aangezien hier geen relevante conclusies uit kunnen getrokken worden. De foutenvlaggen geven de 25ste en de 75ste percentiel weer.

Figuur 7-10 geeft de temporele evolutie van de mediaan van de densiteit en de biomassa aan *Cerastoderma edule* weer in het laag- en hoogdynamisch litoraal in de zoute zone. In het laagdynamisch litoraal is een afname van de mediane densiteit, alsook het derde kwartiel en de biomassa merkbaar tussen 2003 en 2009. Ten opzichte van de jaren ’90 van vorige eeuw is ook in de biomassa een afname zichtbaar, al is er geen monotone daling. In het hoogdynamisch litoraal is de trend minder duidelijk. De densiteit en de biomassa van *Cerastoderma edule* in het hoogdynamisch sublitoraal in de zoute zone is voorgesteld in Figuur 7-11, maar er zijn geen trends waarneembaar.

Voor *Macoma baltica* is er in het laagdynamisch litoraal een toename tot 2003 qua mediane densiteit, die sindsdien stabiel is gebleven. De biomassa bleef echter redelijk stabiel in de periode 1991-2013 (Figuur 7-12). De positieve trend in het hoogdynamisch

litoraal is aanwezig maar minder duidelijk voor de densiteit en blijft stabiel voor de biomassa. Ook na 2003 zijn densiteits- en biomassa schommelingen groter dan in de laagdynamische zone.

Figuur 7-13 geeft de densiteit en biomassa van *Macoma balthica* weer in het hoogdynamisch litoraal in de brakke zone en in het hoogdynamisch sublitoraal in de zoute zone. Hier wordt ook de hierboven beschreven beperkte toename opgemerkt voor de densiteit, maar niet voor de biomassa die een minder eenduidige trend vertonen blijft.

Voor de overige ecotopen/gebieden waren onvoldoende observaties beschikbaar.

Per ecotoop thv. de plaatranden

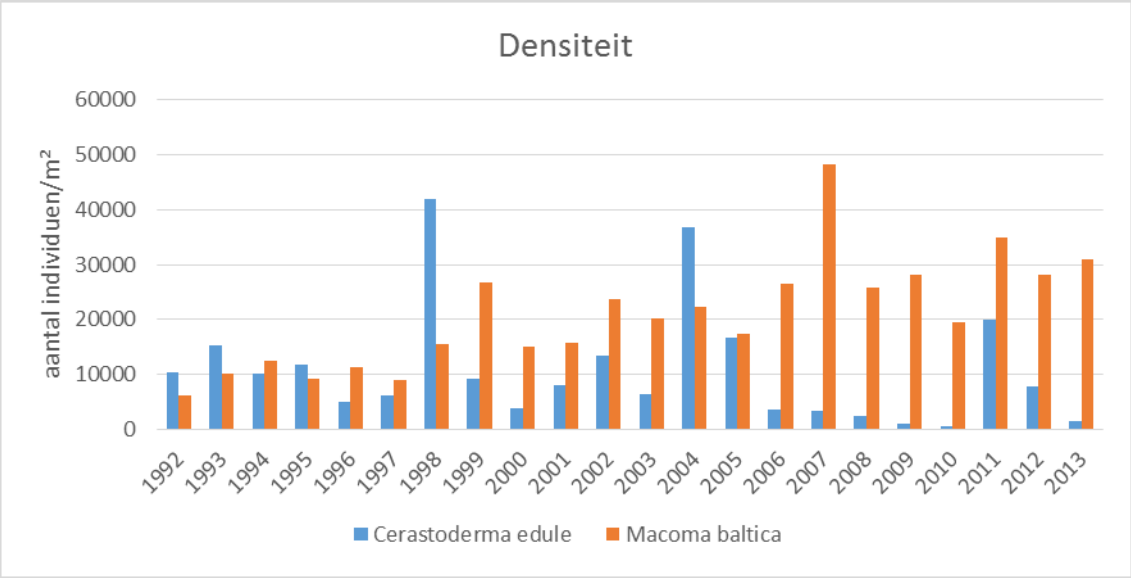
Dezelfde analyse is uitgevoerd voor de plaatranden (Figuur 7-14 tot Figuur 7-17).

In de zone Hooge Platen Noord blijkt de afname van de kokkeldensiteit- en biomassa in het laagdynamisch litoraal sinds eind jaren ’90 bevestigd (Figuur 7-15). De toename van de densiteit van het nonnetje in hetzelfde gebied, sinds begin jaren ’90, wordt ook vastgesteld. Een duidelijke toename in biomassa is er echter niet (Figuur 7-16, boven).

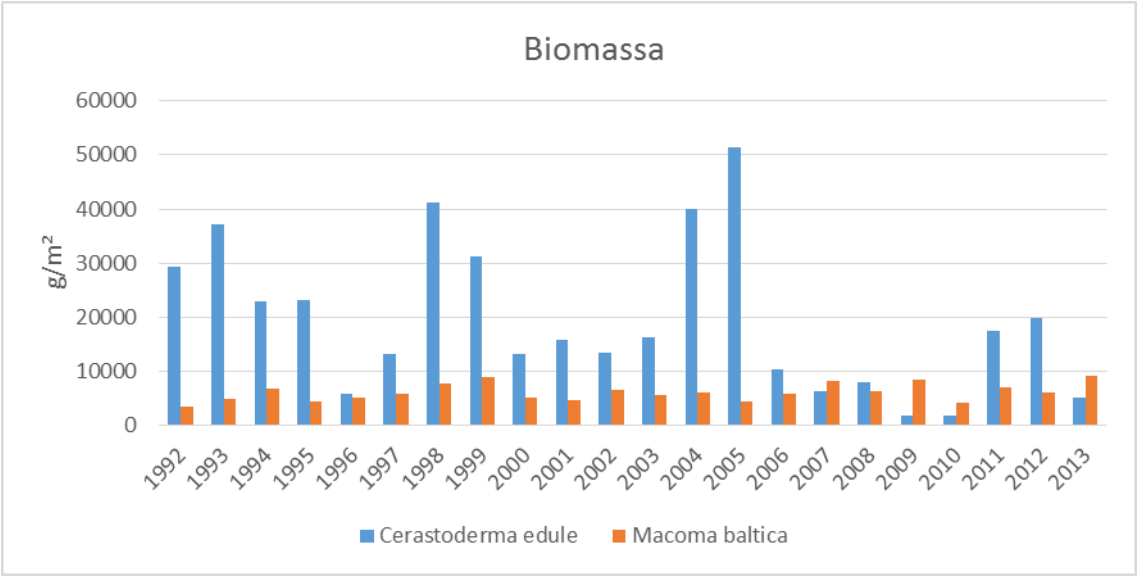
Op de Rug van Baarland (RVB) lijkt de kokkel biomassa in het litoraal af te nemen (vooral in het hoogdynamische); voor de densiteiten is de variatie te groot om van trends te kunnen spreken (Figuur 7-14). In het laagdynamisch litoraal is ook hier de densiteitstoename van het nonnetje aanwezig (Figuur 7-16 onder, Figuur 7-17 boven).

Ter hoogte van Hooge Platen West is geen duidelijke trend waarneembaar in de *Macoma balthica* densiteit en biomassa. De hoogste densiteiten worden wel vanaf 2003 waargenomen, maar dit geldt niet voor de biomassa (Figuur 7-17 onder).

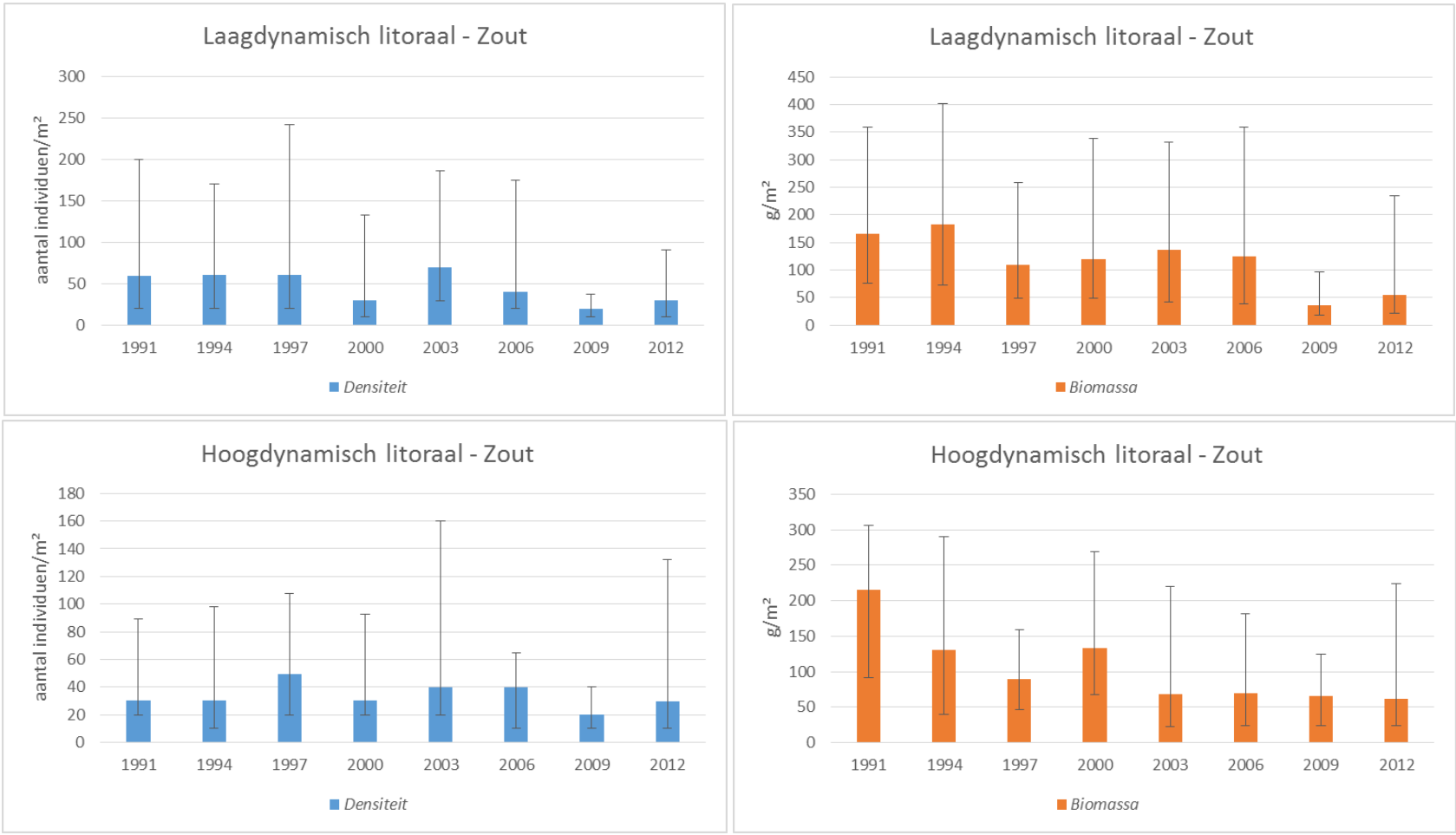
Naast de gegevens uit de kokkelsurvey zijn in hoofdstuk 5.3 kwalitatieve bodemrijkheid schattingen besproken per plaatrand. Ter hoogte van de Hooge Platen West werd op een staalnamepunt een afname van het bodemleven gesteld. Op Hooge Platen werd met name in het westelijk deel van de noordrand (nabij 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. Op 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.



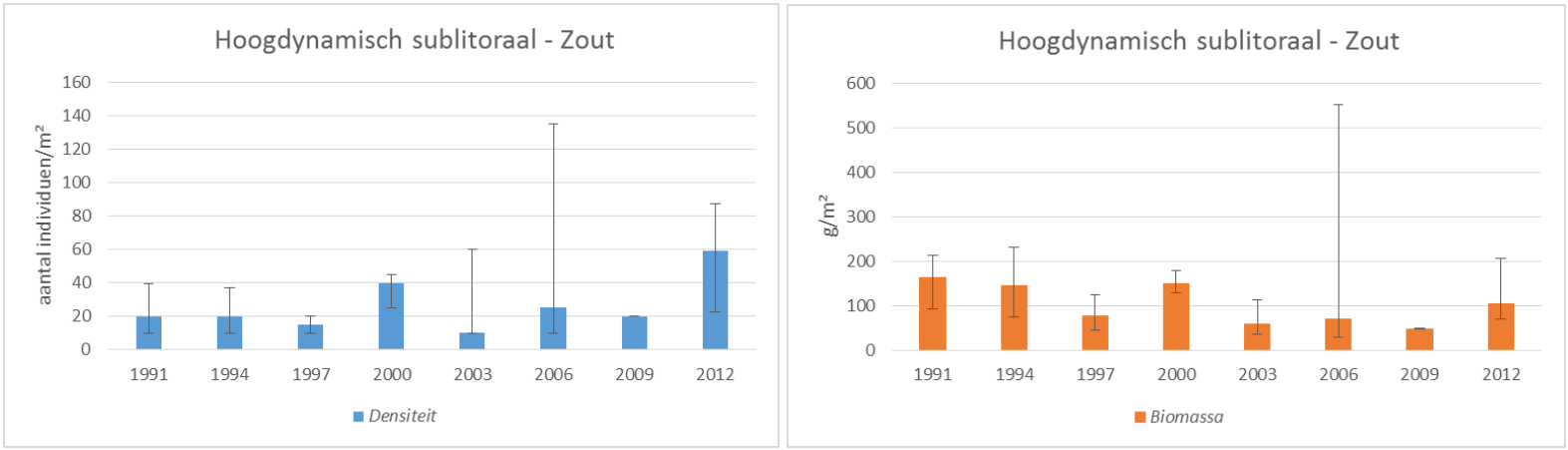
*Figuur 7-8:Temporele evolutie van de densiteit van Cerastoderma edule (blauw) en Macoma Baltica (oranje) in de **Westerschelde** tussen 1992 en 2013.*



*Figuur 7-9: Temporele evolutie van de biomassa van Cerastoderma edule (blauw) en Macoma baltice (oranje) in de **Westerschelde** tussen 1992 en 2013.*



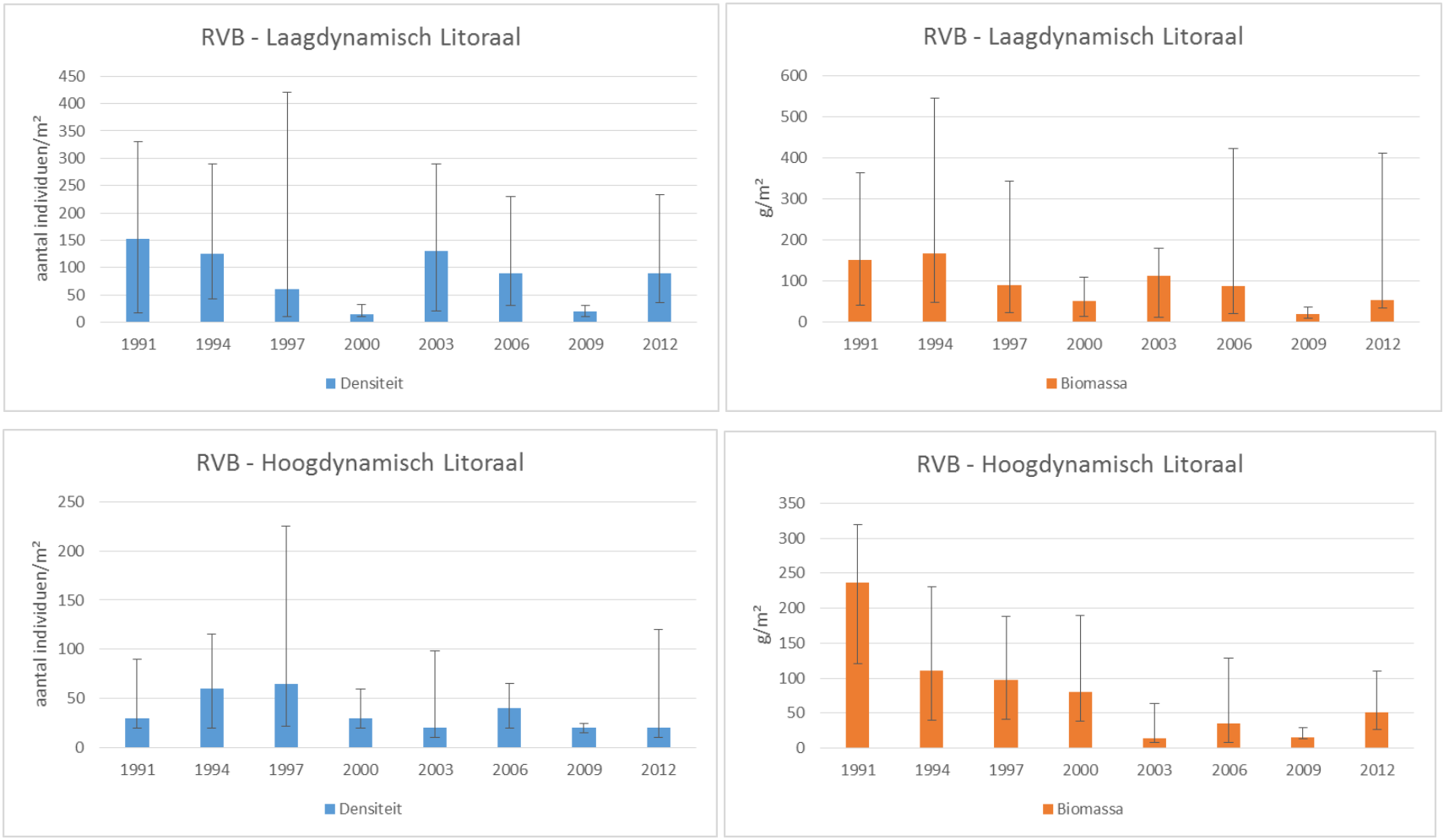
*Figuur 7-10: Temporele evolutie van de mediaan van de densiteit (blauw) en de biomassa (oranje) van **Cerastoderma edule** in het **laag- en hoogdynamisch litoraal** in de **zoute zone** tussen 1991 en 2013. De data zijn per 3 jaar gegroepeerd.*



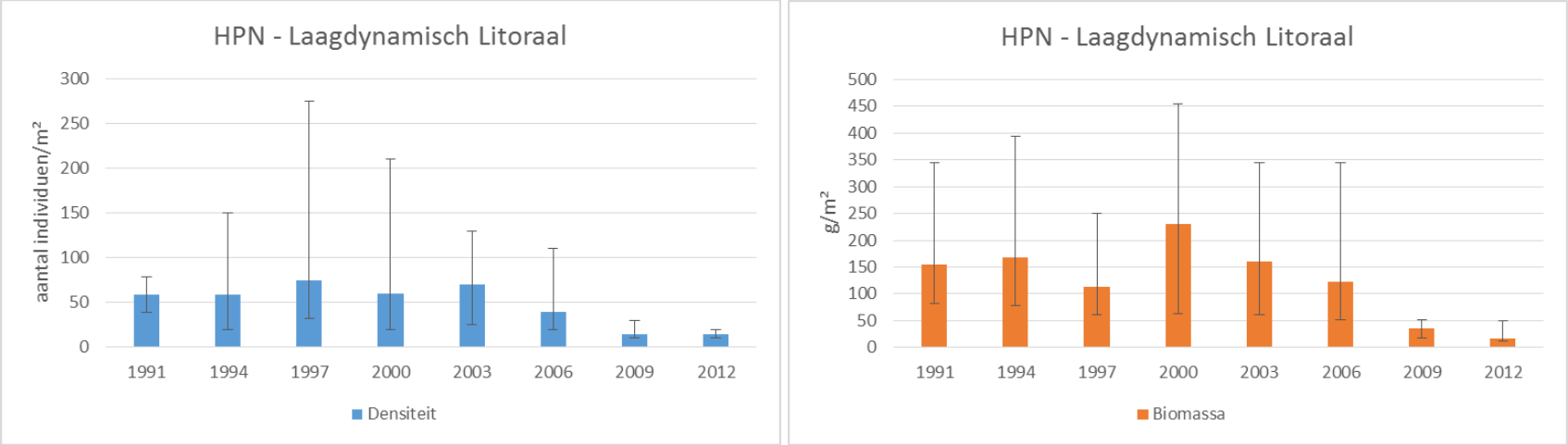
*Figuur 7-11: Temporele evolutie van de mediaan van de densiteit (blauw) en de biomassa (oranje) van **Cerastoderma edule** in het **hoogdynamisch sublitoraal** in de **zoute zone** tussen 1991 en 2013. De data is per 3 jaar gegroepeerd.*

*Figuur 7-12: Temporele evolutie van de mediaan van de densiteit (blauw) en de biomassa (oranje) van **Macoma baltica** in **het laag- en hoogdynamisch litoraal** in de **zoute zone** tussen 1991 en 2013. De data is per 3 jaar gegroepeerd.*

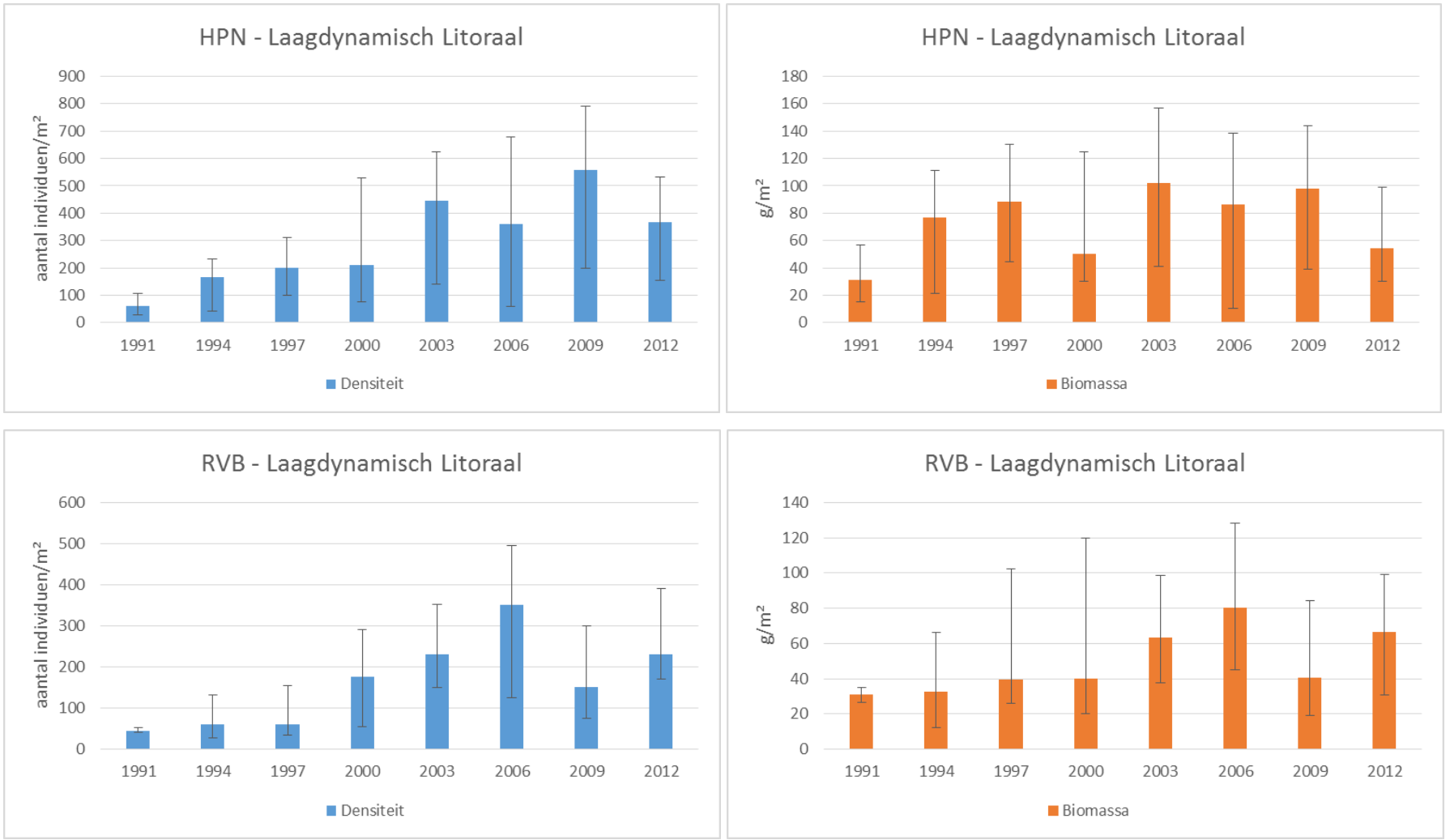
*Figuur 7-13: Temporele evolutie van de mediaan van de densiteit (blauw) en de biomassa (oranje) van **Macoma baltica** in het **laagdynamisch litoraal en het hoogdynamisch sublitoraal** in de **zoute zone** tussen 1991 en 2013. De data is per 3 jaar gegroepeerd.*



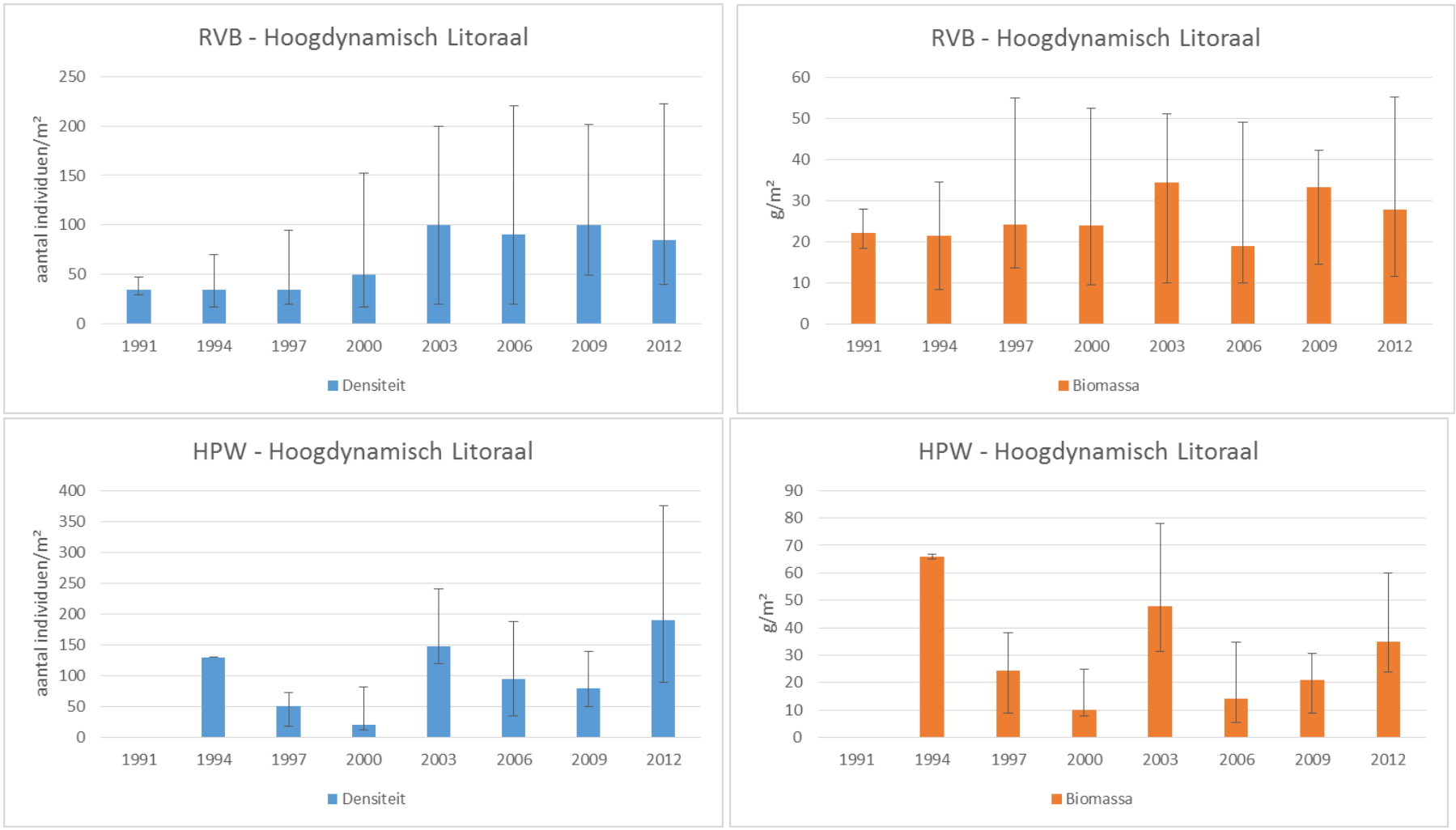
*Figuur 7-14: Temporele evolutie van de mediane densiteit (blauw) en de biomassa (oranje) van **Cerastoderma edule** in het laag- en hoogdynamisch litoraal in **Rug van Baarland** tussen 1992 en 2013. De data is per 3 jaar samengenomen.*



*Figuur 7-15: Temporele evolutie van de mediaan van de densiteit (blauw) en de biomassa (oranje) van **Cerastoderma edule** in het laagdynamisch litoraal in **Hooge Platen Noord** tussen 1992 en 2013. De data is per 3 jaar samengenomen.*



*Figuur 7-16: Temporele evolutie van de mediane densiteit (blauw) en de biomassa (oranje) van **Macoma baltica** in het laagdynamisch litoraal in **Hooge Platen Noord** (HPN) en **Rug van Baarland** (RVB) tussen 1992 en 2013. De data is per 3 jaar samengenomen.*



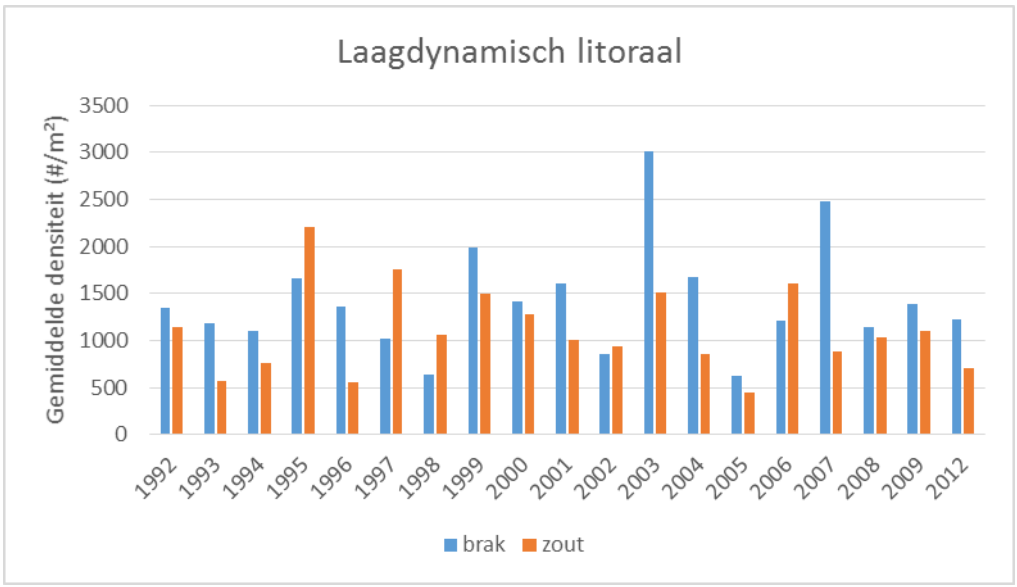
*Figuur 7-17: Temporele evolutie van de mediane densiteit (blauw) en de biomassa (oranje) van **Macoma baltica** in het hoogdynamisch litoraal in **Rug van Baarland** (RVB) en **Hooge Platen West** tussen 1992 en 2013. De data is per 3 jaar samengenomen.*

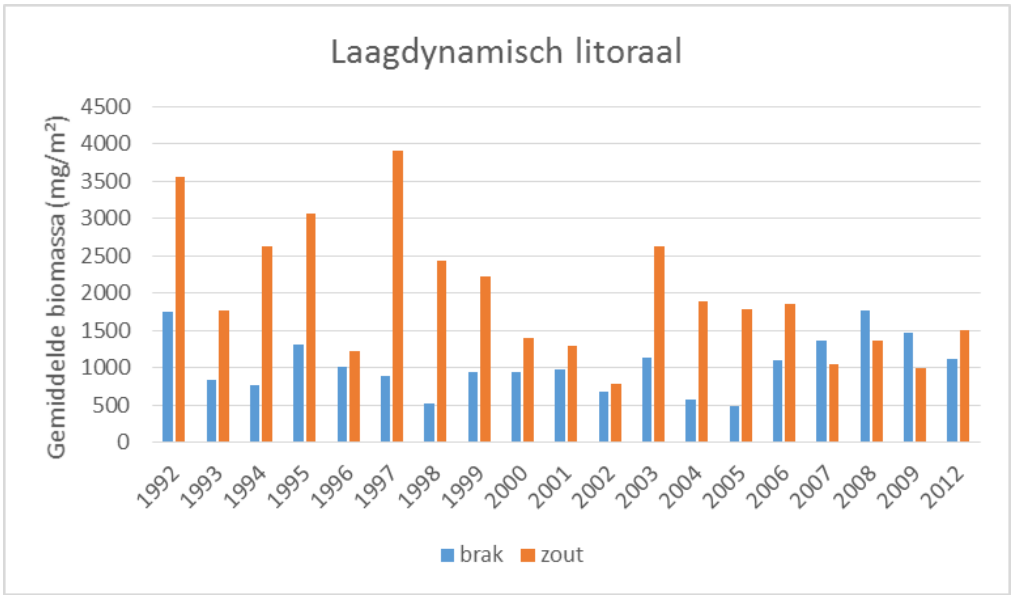
MWTL 1992-2012

Totale densiteit en biomassa

De temporele evolutie in de benthosdensiteit en –biomassa in het hoog- en laagdynamisch litoraal van de brakke en zoute zone wordt weergegeven in Figuur 7-19 t.e.m. Figuur 7-21. Om de temporele evolutie op de plaatranden weer te geven was de steekproefgrootte te klein. Om deze reden werd dit niet opgenomen in het rapport.

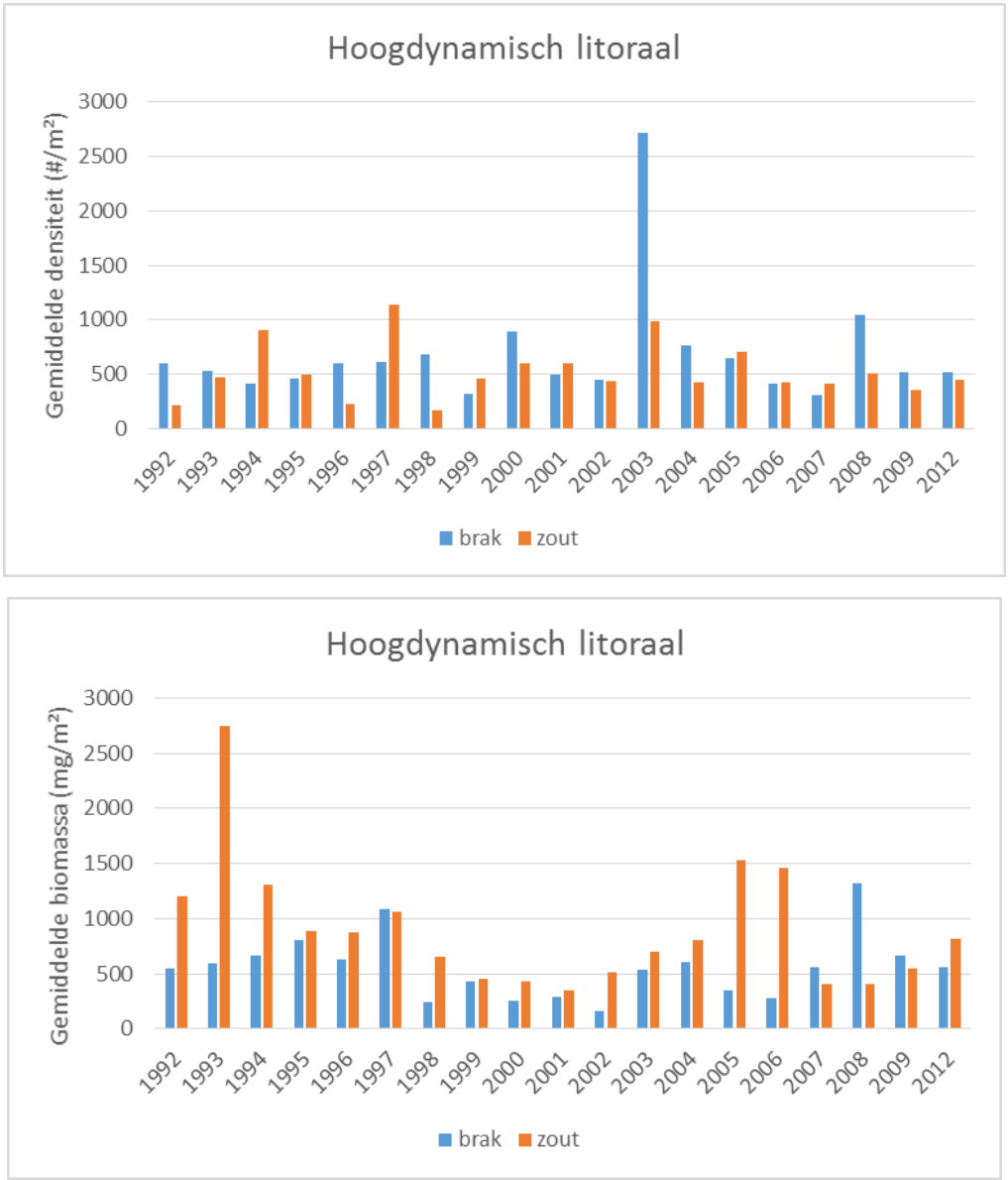
Algemeen genomen werd de grootste benthosdensiteit aangetroffen in het laagdynamisch litoraal (Figuur 7-18). De biomassa is duidelijk hoger in de zoute zone van de Westerschelde, terwijl de densiteit vaak groter is in de brakke zone. Er is geen temporele trend zichtbaar voor de benthosdensiteit. De biomassa in de zoute zone was hoger tijdens de jaren '90, maar ook hier is de trend niet erg duidelijk door de grote fluctuaties.





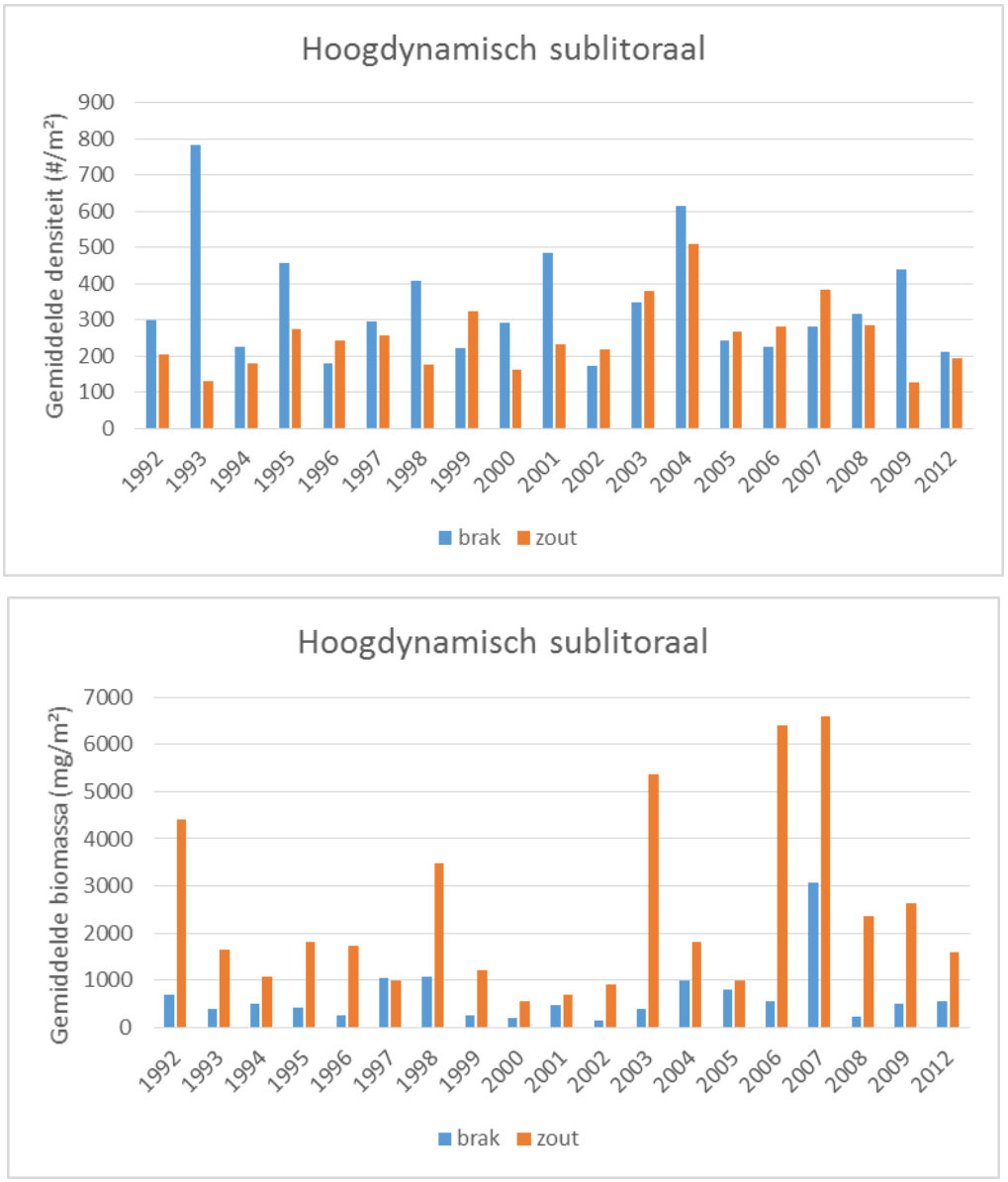
Figuur 7-18: Temporele evolutie van de gemiddelde benthosdensiteit en –biomassa in het laagdynamisch litoraal in de Westerschelde (zone 'brak' of 'zout') tussen 1992 en 2012.

In het hoogdynamisch litoraal werd in de brakke zone een uitzonderlijk hoge benthosdensiteit waargenomen in het jaar 2003, wat voornamelijk te wijten was aan de hoge aantallen *Pygospio elegans* dat jaar (gemiddeld 13.900 individuen/m²). Dit vertaalde zich echter niet in een hoge biomassa. Er is verder geen duidelijke trend te zien in de periode 1992-2012, noch in de densiteit, noch in de biomassa.



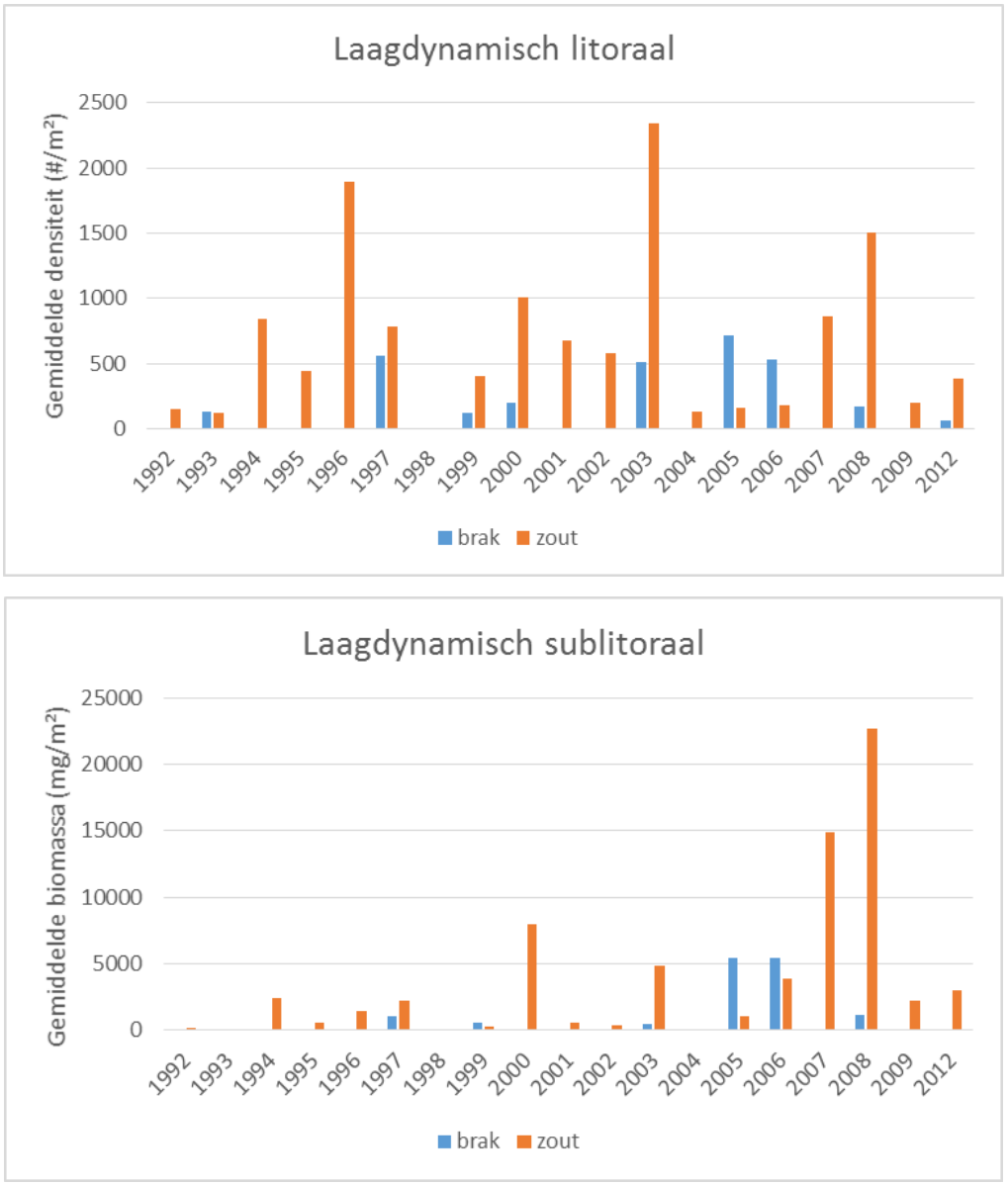
*Figuur 7-19: Temporele evolutie van de gemiddelde benthosdensiteit en –biomassa in het hoogdynamisch litoraal in de Westerschelde (**zone** 'brak' **of** 'zout') tussen 1992 en 2012.*

Ook voor het hoogdynamisch sublitoraal is er geen duidelijk trend aanwezig voor de densiteit en de biomassa in de periode 1992-2012. Vooral de biomassa in de zoute zone fluctueert. Net zoals in het laagdynamisch litoraal kent de biomassa in de zoute zone duidelijker epieken, terwijl de densiteit in de brakke zone vaak hoger is.



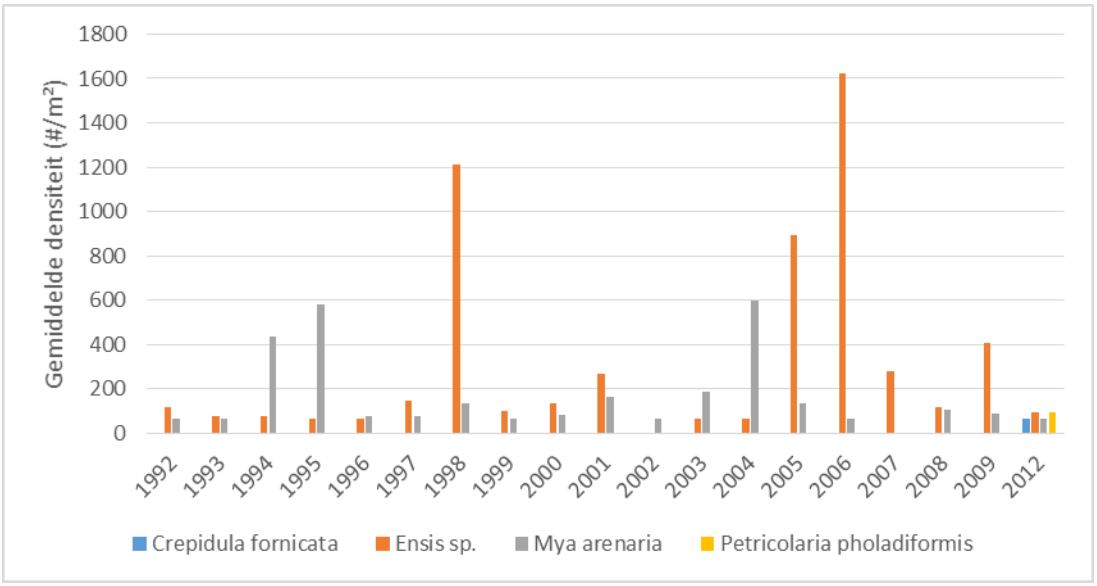
Figuur 7-20: Temporele evolutie van de gemiddelde benthosdensiteit en –biomassa in het hoogdynamisch sublitoraal in de Westerschelde (zone 'brak' of 'zout') tussen 1992 en 2012.

Het laagdynamisch sublitoraal wordt gekenmerkt door sterke fluctuaties. Gedurende enkele jaren worden zelfs zeer hoge biomassa -en densiteitspieken waargenomen en dit bijna steeds in de zoute zone van de Westerschelde.

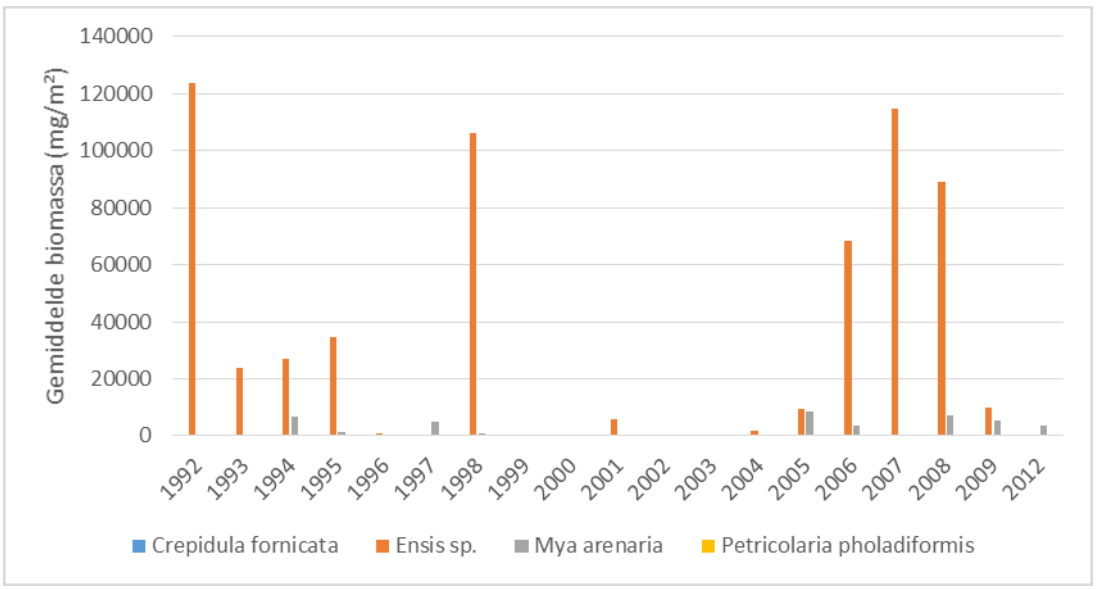


Figuur 7-21: Temporele evolutie van de gemiddelde benthosdensiteit en –biomassa in het laagdynamisch sublitoraal in de Westerschelde (zone 'brak' of 'zout') tussen 1992 en 2012.

Er werden 4 exoten (DAISIE, 2014; WoRMS, 2014) waargenomen, namelijk het muiltje *Crepidula fornicata*, de scheermessen *Ensis sp.*, de strandgaper *Mya arenaria* (sinds de 17e eeuw gevestigd in Noord-Europese wateren) en de Amerikaanse boormossel *Petricolaria pholadiformis*. Uit Figuur 7-22 en Figuur 7-23 blijkt dat voornamelijk de scheermessen veelvuldig voorkomen, gevolgd door de strandgaper. Sinds 2012 zijn ook het muiltje en de Amerikaanse boormossel teruggevonden in de Westerschelde.



Figuur 7-22: Temporele evolutie van de densiteit aan exoten in de Westerschelde tussen 1992 en 2012.



Figuur 7-23: Temporele evolutie van de biomassa aan exoten in de Westerschelde tussen 1992 en 2012.

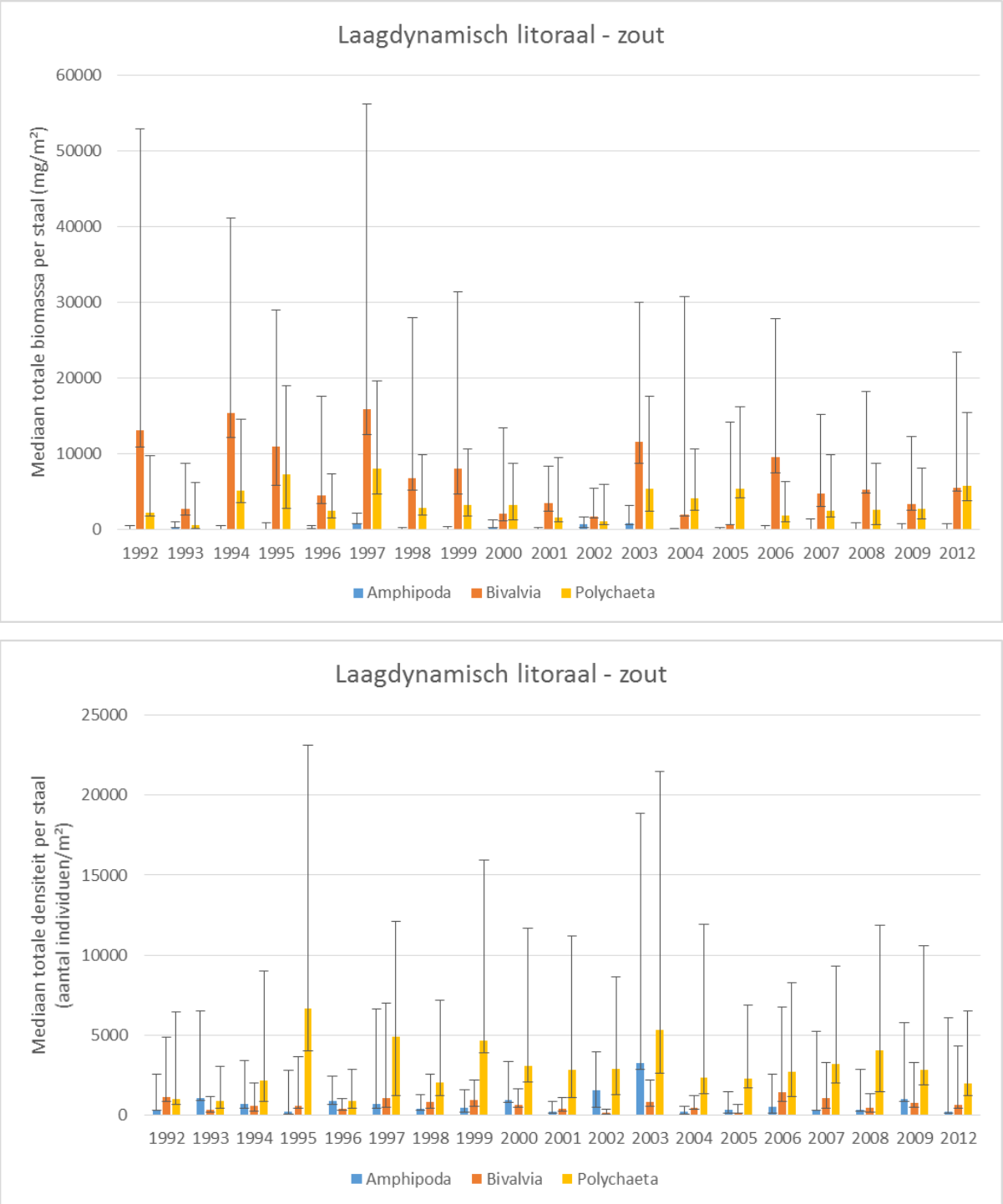
Soortengroepen uitgelicht

De Commissie Monitoring Westerschelde beveelt een doorgedreven soortenanalyse / gemeenschapsanalyse van de benthos gegevens aan. Een dergelijke analyse valt buiten het opzet van de Voortgangsrapportage, maar als verkenning zijn enkele soorten en soortengroepen verder uitgelicht.

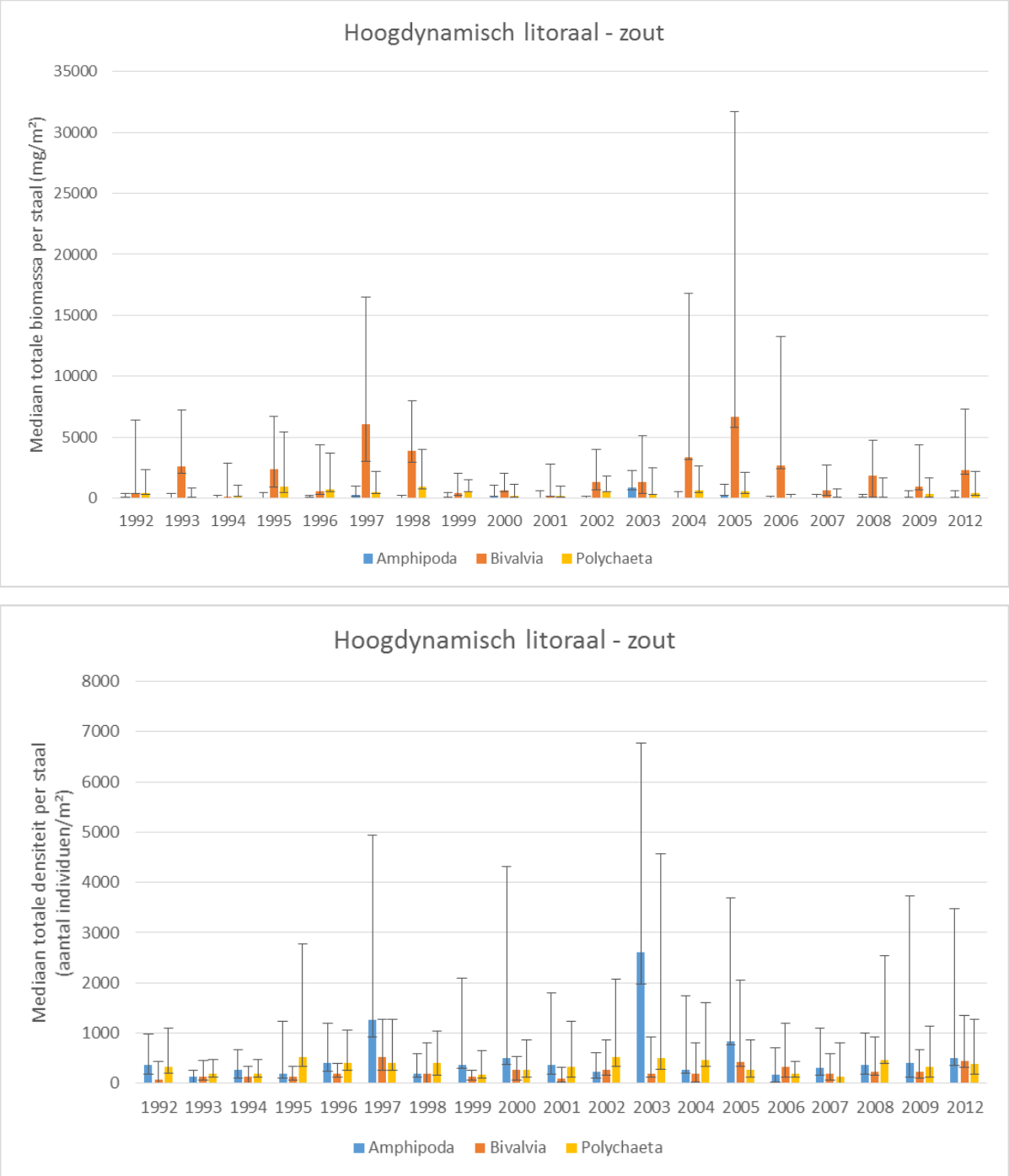
Uit de totale MWTL benthos dataset werd er in het bijzonder gekeken naar de Bivalvia, Amphipoda en Polychaeta.

Figuur 7-24 tot Figuur 7-27 geven de temporele evoluties weer in het hoog- en laagdynamisch litoraal in de zoute en brakke zone van deze groepen. De mediaan van de totale densiteit en biomassa per staal is weergegeven, waarbij de foutenvlaggen het 1ste en 3de kwartiel vertegenwoordigen. Hieruit blijkt al snel dat er een enorme variatie bestaat binnen de stalen.

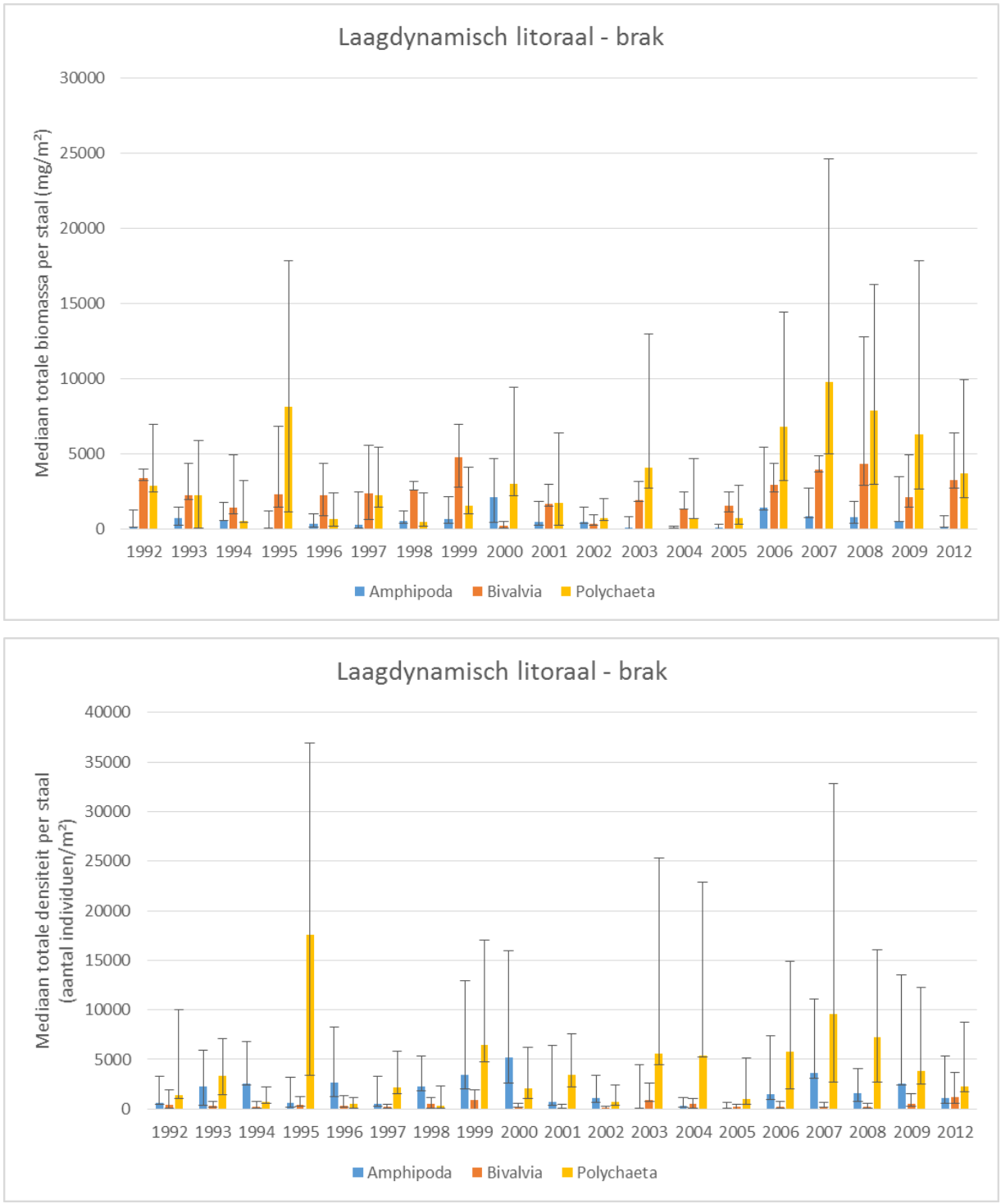
Voor geen enkele groep is er een duidelijke temporele trend zichtbaar. In het laag- en hoogdynamisch litoraal in de zoute zone zijn de Bivalvia de voornaamste groep qua biomassa. In het hoogdynamisch litoraal zijn de Amphipoda het meest vertegenwoordigd qua densiteit, zowel in de zoute als brakke zone. De biomassa van de Amphipoda is laag ten opzichte van de andere benthosgroepen. De Polychaeta vormen een belangrijke groep binnen het laagdynamisch litoraal zowel voor biomassa als densiteit in de zoute en brakke zone.



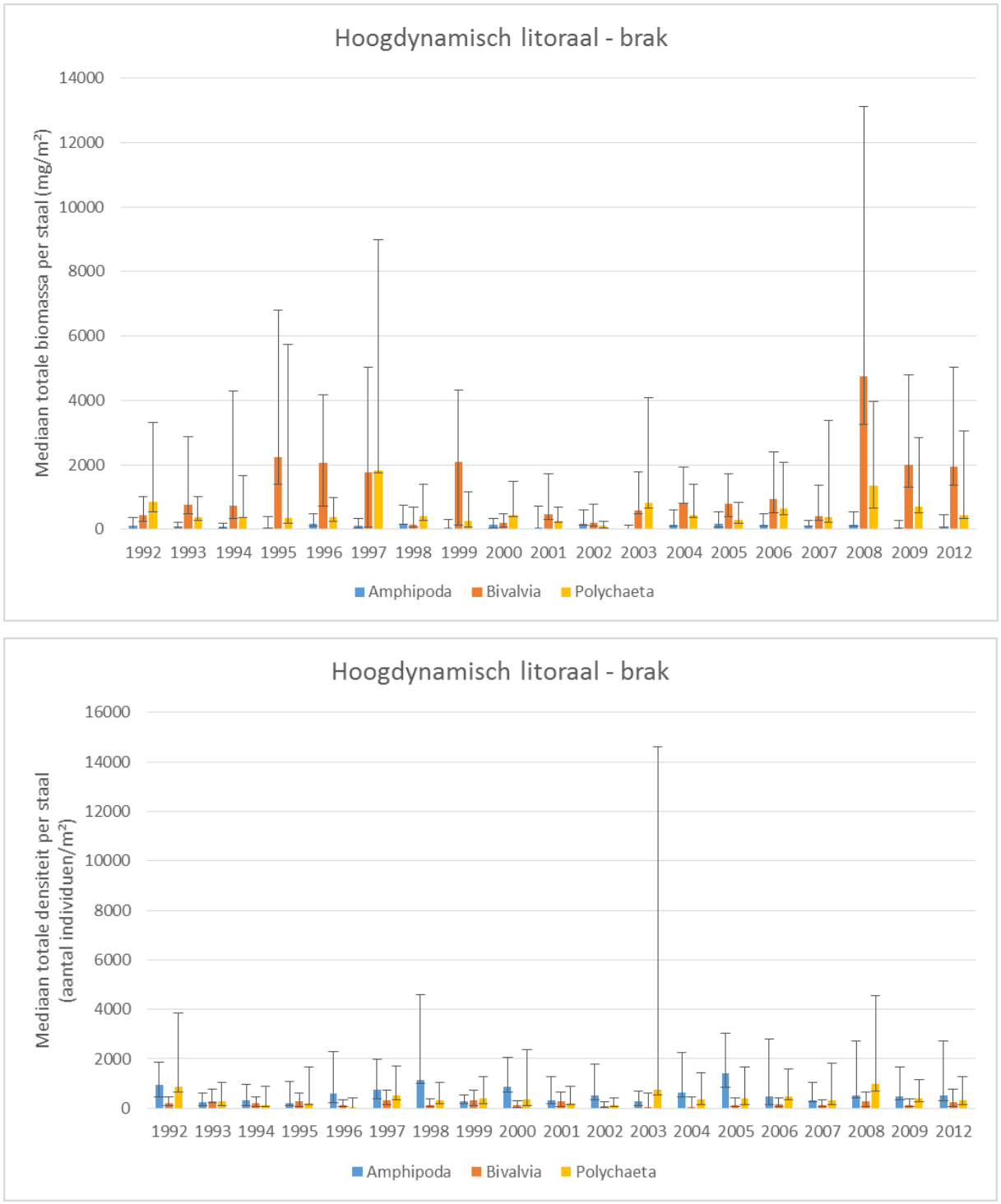
Figuur 7-24: Temporele evolutie van de mediaan van de biomassa en de densiteit per diergroep in het laagdynamisch litoraal – zoute zone



Figuur 7-25: Temporele evolutie van de mediaan van de biomassa en de densiteit per diergroep in het hoogdynamisch litoraal – zoute zone



Figuur 7-26: Temporele evolutie van de mediaan van de biomassa en de densiteit per diergroep in het laagdynamisch litoraal – brakke zone



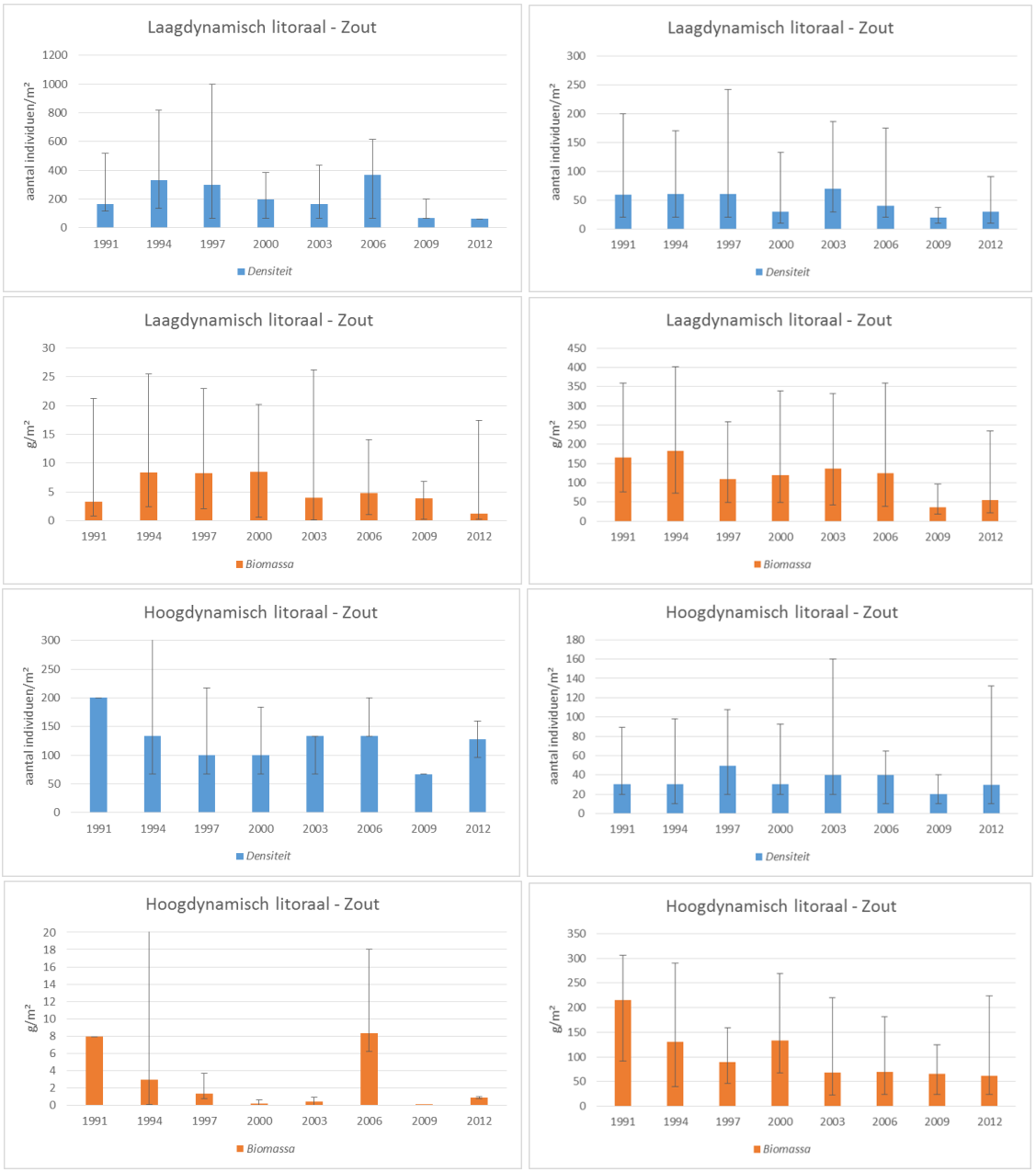
Figuur 7-27: Temporele evolutie van de mediaan van de biomassa en de densiteit per diergroep in het hoogdynamisch litoraal – brakke zone

Voor de Bivalvia werd er meer in detail gekeken naar de kokkel (Figuur 7-28) en het nonnetje (Figuur 7-29) ter vergelijking met de Schelpdierdata 1991-2013. Uit de 2 datasets kunnen gelijkaardige conclusies worden getrokken: het laagdynamisch litoraal zout is zeker de omgeving met de hoogste densiteit en biomassa aan *Cerastoderma edule*, hoewel de MWTL database veel kleinere biomassa waarden vertoont dan de “WOT Schelpdier” database. Dit kan te wijten zijn aan verschillen in staalnamemethode. In het laagdynamisch litoraal geeft de MWTL dataset ook dezelfde, dalende trend in kokkels weer in het laagdynamusch litoraal.

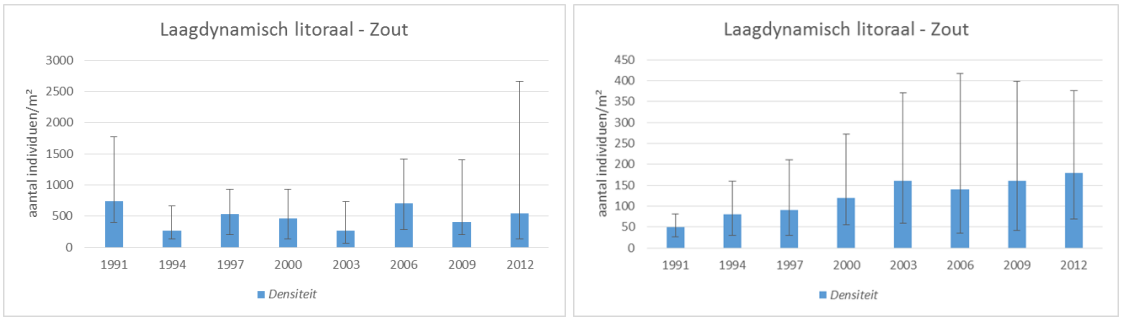
De foutenvlaggen zijn echter vrij groot voor beide datasets. Dat ligt vaak aan een te klein aantal stalen waardoor de variatie in waarden groot is.

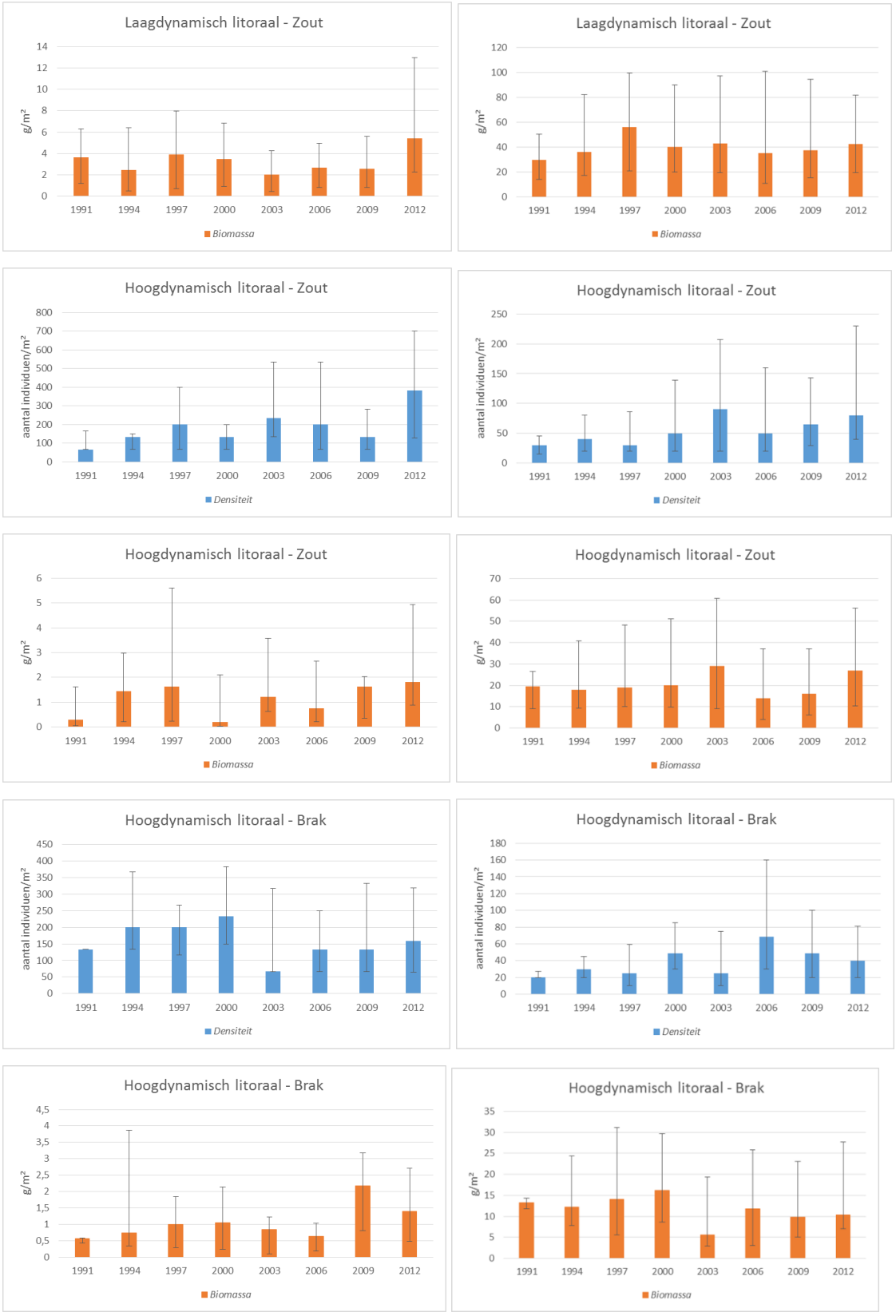
Ook voor het nonnetje is het laagdynamisch litoraal zout de omgeving met de hoogste densiteit en biomassa (Figuur 7-29). Net zoals voor de kokkel zijn de biomassa’s kleiner en de densiteit groter voor de MWTL data. Voor het hoogdynamich litoraal –zoute zone is de trend gelijkaardig voor de 2 datasets. Voor de andere ecotopen is dit minder duidelijk.

Hoewel er dus voor de Bivalvia als geheel geen trends zichtbaar waren, zijn er op soortniveau wel enkele overeenkomsten te trekken met de gegevens uit de WOT kokkelsurvey.



Figuur 7-28: Vergelijking van de temporele evolutie van de mediaan van de biomassa en de densiteit van Cerastoderma edule tussen MWTL data (links) en de WOT Schelpdierdata (rechts)





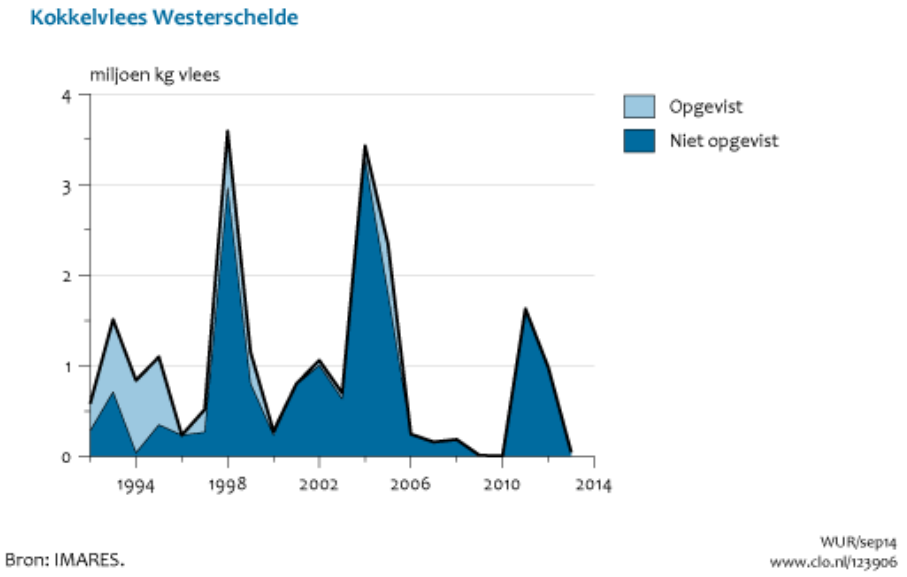
Figuur 7-29: Vergelijking van de temporele evolutie van de mediaan van de biomassa en de densiteit van Macoma baltica tussen MWTL data (links) en de WOT Schelpdierdata (rechts)

7.1.4 Discussie

Schelpdierdata 1991-2013

Kokkels komen in hogere aantallen voor dan nonnetjes in de Westerschelde. Ze voeden zich met fytoplankton (eencellige algen) en worden zelf gegeten door vogels, vissen en andere predatoren zoals krabben en garnalen. De kokkel heeft in het bijzonder een belangrijke functie als voedsel voor wadvogels zoals de scholekster *Haematopus ostralegus*, de kanoet *Calidris canutus*, de zilvermeeuw *Larus argentatus* en de eidereend *Somateria mollissima* en die vooral in de winter voor hun overleving afhankelijk zijn van voldoende kokkels en mosselen (CBS *et al.*, 2014a). Voor de Westerschelde is vooral de scholekster van belang, de andere soorten minder.

Sinds 1992 vertoont de (gewone) kokkel *Cerastoderma edule* een dalende trend, met enkele densiteitspieken in 1998, 2004 en 2011, steeds gevolgd door een verdere gestage daling in densiteit. Grote schommelingen in het kokkelbestand worden vooral veroorzaakt door de kokkelvisserij (tot 2006, sindsdien niet meer vergund) en strenge winters waarin grote sterfte kan optreden en door het sporadisch optreden van goede broedvallen die in de jaren daarna leiden tot grote bestanden (Troost *et al.*, 2012; CBS *et al.*, 2014a). De kans op goede broedval zou na strenge winters ook weer groter zijn, bv. na de strenge winter van 1996 (Beukema, 1992 in Troost et al., 2012). In Wijsman & Kesteloo (2007), een onderzoek in het kader van de MER, wordt door de verruiming maar een beperkte invloed op de kokkels verwacht, die bovendien minimaal is in vergelijking tot de grote jaarlijkse variatie van de kokkelbestanden.



Figuur 7-30: (Niet) opgevist kokkelvlees in de Westerschelde sinds 1990

Gezien de kokkelvisserij een vergunningsplichtige activiteit is in het kader van de Natuurbeschermingswet, worden vergunningen alleen afgegeven als beschermde natuurwaarden niet worden aangetast. Het quotum voor de kokkelvisserij wordt vastgesteld op basis van de septemberschatting van het bestand zodat de vissers voldoende tijd hebben om een vergunning aan te vragen, en het voedselaanbod voor vogels in september groot genoeg blijft om de winter door te komen (CBS *et al.*, 2014a). Daarnaast heeft de kokkelsector zelf bepaald dat er niet gevist zal worden als er minder dan vier miljoen kg

versgewicht kokkels aanwezig is (CBS *et al.*, 2014a). Figuur 7-30 toont duidelijk dat sinds 1990 deze waarde niet meer bereikt werd. De invloed van de huidige toegestane handkokkelvisserij op de droogvallende platen is van ondergeschikt belang op de ontwikkeling van de bestanden na 2004 (Consortium Arcadis-Technum, 2007d; Troost *et al.*, 2012). In de Westerschelde bestaan er ook een aantal permanent voor de visserij gesloten gebieden. Ondanks deze maatregelen hebben de kokkelbestanden zich (nog) niet hersteld. In 2009 werd voorlopig het dieptepunt bereikt in de kokkelbestanden van de afgelopen 24 jaar. Een (eventuele) verdere daling van het kokkelbestand sinds 2009 (uitgenomen de waargenomen densiteitspiek in 2011 en 2012) kan de derde verruiming in ieder geval niet aangeduid worden als bepalende factor aangezien hier reeds sprake was van een vooraf bestaande trend.

Door het lage aantal observaties en de grote variatie in de schelpdierdata is het moeilijk om hier al conclusies uit te trekken. Enkele trends zijn echter wel zichtbaar. Het nonnetje *Macoma balthica* toont een positieve populatietrend in de Westerschelde sinds de jaren ’90. Hierbij is het echter belangrijk op te merken dat enkel de densiteit stijgt terwijl de biomassa stabiel is gebleven sinds de jaren ’90. Ook deze soort is een belangrijke voedselbron voor watervogels en (epi)benthische organismen (Van Colen et al., 2009). *Macoma balthica* beïnvloedt de geochemie van het sediment en de energiecylcus van de slikken door zijn gravende bewegingen en de manier waarop dit organisme zich voedt (Van Colen et al., 2009). 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 25m), voornamelijk in estuaria en op slikken.

Voornamelijk in het laagdynamisch litoraal (maar ook in het hoogdynamisch) op Hooge Platen Noord werd *Macoma balthica (toenemende trend)* gevonden samen met *Cerastoderma edule* (afnemend sinds 2003). De afnemende trend in *Cerastoderma edule* stemt overeen met de algemene afnemende trend in de Westerschelde en daarbuiten. Het totaal laagdynamisch areaal is er toegenomen sinds 1996 heeft hier geen positieve invloed op; *Macoma* profiteert hier mogelijk wel van, hoewel de toename in de biomassa de toename in densiteit niet volgt.

Op Hooge Platen West is *Cerastoderma* minder frequent aangetroffen, maar het milieu is hier ook meer dynamisch dan op Hooge Platen Noord. Voor *Macoma balthica* is geen duidelijke trend waarneembaar in de densiteit en biomassa.

Er is op schaal van de Westerschelde hoogdynamisch litoraal omgezet in hoog- en laagdynamisch sublitoraal (samen 203 ha), mogelijk profiteert *Macoma balthica* hiervan, maar niet *Cerastoderma edule*.

De algemene toename van het laagdynamisch areaal lijkt positief te zijn voor *Macoma*. Dit valt vooral op ter hoogte van de Rug van Baarland, waar *Macoma balthica* ook sterk opgekomen is. Op de Rug van Baarland zijn er voor het laag- en hoogdynamisch litoraal geen duidelijke trends in de densiteit zichtbaar voor *Cerastoderma edule.* De biomassa in het hoogdynamisch litoraal is wel gestaag afgenomen sinds 1991.

De ontwikkelingen voor beide schelpdiersoorten kunnen geïnterpreteerd worden als deel uitmakende van een grote natuurlijke dynamiek die wordt beïnvloed door het succesvol zijn van de broedval, de strengheid van de winter en de eventuele visserij. Op basis van de beschikbare gegevens kan nu echter geen uistpraak gedaan worden over een eventuele invloed van de verruiming en/of de stortstrategie.

MWTL 1992-2012

Er zijn geen duidelijke trends zichtbaar in benthosdensiteit en -biomassa in de periode 1992-2012. De grootste gemiddelde benthosdensiteit werd aangetroffen in het laagdynamisch litoraal in de brakke zone van de Westerschelde, terwijl de biomassa duidelijk hoger is in de zoute zone.

De hoogste aantallen bodemdieren worden aangetroffen in de laag dynamische, ondiepe delen van de Westerschelde en op droogvallende slikplaten (Ministerie van Economische Zaken van Nederland, 2014). Kenmerkend zijn soorten als veelkleurige zeeduizendpoot (*Hediste diversicolor*), wadpier (*Arenicola marina*), kokkel (*Cerastoderma edule*), nonnetje (*Macoma balthica*) en het wadslakje (*Peringia ulvae*). De meer dynamische zandbanken herbergen een geheel andere, minder rijke bodemfauna. Hier zijn gravers actief als de kreeftachtigen *Bathyporeia* en *Haustorius*. Van de in Europa bekende brakwatersoorten komen er maar weinig in de Westerschelde voor.

Corophium volutator is een abundante litorale soort op slikken in de Noord-Atlantische regio (De Backer *et al.*, 2011). Densiteiten van meer dan 20.000 individuen/m² worden vaak geregistreerd en in de zomer kunnen die zelfs lokaal oplopen tot 100.000-140.000 individuen/m². Bovendien beschouwden De Backer *et al* (2011) macrobenthos en vooral slijkgarnalen als de sturende bioturberende factor in hun sedimentplots, en dus onrechtstreeks ook als de cruciale factor in de moddercyclus (afzetting en erosie) op de lange termijn. Gezien de dichtheden die deze soort kan bereiken, de trofische positie in het ecosysteem, evenals het ecosysteem-ingenieur-effect op het abiotische milieu, kan deze soort beschouwd worden als een kritische soort in intergetijdengebieden.

Vier exoten (DAISIE, 2014; WoRMS, 2014) werden waargenomen: *Crepidula fornicata*, *Mya arenaria* (sinds de 17e eeuw gevestigd in Noord-Europese wateren), *Petricolaria pholadiformis* en *Ensis sp.*. Voornamelijk *Ensis* blijkt veelvuldig voor te komen, gevolgd door *Mya*. Sinds 2012 zijn ook *Crepidula* en de *Petricolaria* teruggevonden in de Westerschelde.

Een opdeling van de benthosdata in grote groepen (Bivalvia, Amphipoda en Polychaeta) levert niet meteen bijkomend inzicht door duidelijke trends. Binnen de Bivalvia zijn er wel enige trends waarneembaar op soortniveau voor de kokkel en het nonnetje. Deze zijn echter minder duidelijk dan de vaststellingen die volgen uit de WOT schelpdierdata.

7.1.5 Conclusies

Sinds 1992 vertoont de (gewone) kokkel *Cerastoderma edule* een dalende trend in de Westerschelde en daarbuiten, met enkele densiteitspieken in 1998, 2004 en 2011, steeds gevolgd door een verdere gestage daling in densiteit. Ondanks een toename in laagdynamisch areaal wordt hierin vooralsnog geen ommekeer vastgesteld. De dynamiek in de kokkeldensiteit wordt op dit ogenblik nog vooral gestuurd door het al dan niet succesvol zijn van de broedval, iets waarvan een verband met de ingrepen nog niet gesteld is. Ook in het MER werd gesteld dat de derde verruiming weinig effect zou hebben op de kokkelbestanden.

In dezelfde periode vertoont het nonnetje *Macoma balthica* een positieve populatietrend, die echter enkel zichtbaar is in een toename in aantallen maar niet in biomassa. Alhoewel er ongetwijfeld andere factoren zijn die een rol spelen, bestaat de mogelijkheid dat deze

soort een positieve invloed kent door de areaaltoename van de laagdynamische gebieden, alhoewel deze niet daartoe beperkt is qua voorkomen.

Op basis van de beschikbare gegevens kunnen nu geen sluitende uitspraken gedaan worden aangaande een effect van de verruiming of stortstrategie.

Het is aangewezen om een verder doorgedreven analyse van de benthos gegevens uit te voeren. Dit wordt ook aanbevolen door de Commissie Monitoring Westerschelde, maar valt buiten het opzet van de voorliggende rapportage.

7.2 VOGELS

7.2.1 Inleiding

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).

Het Schelde-estuarium ligt voor watervogels, zoals steltlopers, eenden en ganzen, op de zogenaamde Oost-Atlantische trekroute. Dit is één van de grote trekroutes waarlangs vogels vanuit hun Arctische broedgebieden in Rusland, Scandinavië, Groenland en Canada, of gematigde Noord- en West-Europese streken, naar hun winterkwartieren trekken. Afhankelijk van de soort migreren ze via de estuaria en kustgebieden van Noordwest-Europa, de Afrikaanse kusten van Mauretanië en Guinee-Bissau, tot de kustlijn van Zuid-Afrika. 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. Langs de oligohaliene en zoete Zeeschelde domineren dan weer eenden, zoals wintertaling, krakeend, pijlstaart en tafeleend (T2009 Consortium, 2013).

In het Deltagebied broeden ook nationaal en internationaal belangrijke populaties van diverse soorten kustbroedvogels (Strucker *et al.*, 2010). Vooral voor de sternsoorten (dwergstern, grote stern, visdief) is de Westerschelde van groot belang gezien de Hooge Platen een belangrijk broedgebied vormt. Op langere termijn is de aanwezigheid van voldoende geschikte broedgebieden voor alle kustbroedvogels een aandachtspunt (Strucker *et al.*, 2010). Voor de strandplevier zijn meer gerichte maatregelen noodzakelijk. In het Natura 2000 gebied Westerschelde en Saeftinghe zijn tevens bruine kiekendief en blauwborst opgenomen als broedvogelsoorten, met instandhoudingsdoelstellingen (IHD's) van respectievelijk 20 en 450 broedparen. De "IHD's Schelde-estuarium" stellen dat voldoende potentieel habitat aanwezig moet zijn om een (kern)populatie van de doelsoorten te herbergen (zgn. habitatdoelstelling = benodigd aantal ha van een bepaald habitattype om de doelstelling te bereiken) (Adriaensen *et al.*, 2005).

De langetermijn trends of veranderingen in vogelaantallen kunnen gerelateerd worden aan veranderingen in het beheer van het systeem, zoals habitatverandering en waterkwaliteit, maar zijn ook gekoppeld aan (Europese of internationale) populatieontwikkelingen.

Bovendien worden ze beïnvloed door klimatologische omstandigheden zoals de strengheid van de winter.

Op 12 februari 2010 is de verruiming van de vaargeul in de Westerschelde van start gegaan. Voor de verruiming van de vaargeul en het onderhoud in de jaren daarna is een ontheffing verleend in het kader van de Flora- en faunawet (kenmerk FF/75C/2008/0505). In deze ontheffing wordt aanbevolen om de volgende aanbevelingen uit te voeren: afstand van ten minste 600 meter aanhouden tot de foerageergebieden van steltlopers of storten tijdens hoog water wanneer de vogels op de hoogwatervluchtplaatsen zitten. Gedurende de werkzaamheden (met name bij storten op land) moet verstoring van het broedseizoen van aanwezige soorten vermeden worden. Tevens kunnen voorbereidende maatregelen worden getroffen om te voorkomen dat vogels tot broeden kunnen komen binnen het plangebied. Er wordt evenwel geen standaardperiode voor broedseizoen gehanteerd in het kader van de Flora- en faunawet. Van belang is of een broedgeval aanwezig is, ongeacht de periode (aMT, 2010).

In het MONEOS-T Uitvoeringsplan zijn vogels niet opgenomen en is er enkel voor geopteerd om de directe effecten op te volgen. De evaluatie van (diversiteit van) vogels in de evaluatiemethodiek Schelde-estuarium komt wel aan bod (Holzhauer *et al.*, 2011a). Ook in de Nederlandse natuurbeschermingsvergunning wordt gevraagd dit onderwerp mee te rapporteren, vandaar dat de gegevens voor de Westerschelde in dit Voortgangsrapport zijn opgenomen.

Uit de Passende Beoordeling in het MER Verruiming Vaargeul (Consortium Arcadis-Technum, 2007d), blijkt dat er voor 3 niet-broedende watervogels kleine niet-significant negatieve effecten verwacht worden op korte tot middellange termijn (2015): de tureluur *Tringa totanus*, zwarte ruiter *Tringa erythropus* en groenpootruiter *Tringa nebularia* (Figuur 7-31). De effecten zouden het gevolg kunnen zijn van kleine veranderingen in de waterstand en waterbeweging. Hierdoor kan aantasting van het voor deze soorten belangrijke luwe en daarom potentieel slibrijke en lang droogvallende gebied optreden. De effecten zijn begroot op 4,5–4,8 % van de totale populatie in het Natura 2000-gebied. Gezien het tijdelijk karakter van het effect (waarvan het niet helemaal zeker is dat het optreedt) en vanwege de gunstige staat van instandhouding van deze soorten, wordt het effect als niet-significant beoordeeld.

Figuur 7-31: Tureluur (links; © Andreas Trepte, www.photo-natur.de), zwarte ruiter (midden links), groenpootruiter (midden rechts) en visdief (rechts; © Andreas Trepte, www.photo-natur.de (bron: Wikimedia Commons)

Op middellange termijn (2015) zou er ook een (niet-significant negatief effect verwacht worden op één soort broedvogel, namelijk de visdief *Sterna hirundo* (Figuur 7-31). Negatieve effecten op broedende visdieven zouden het gevolg zijn van een afname in het doorzicht door de voorspelde toename van het slibgehalte in het water in het oostelijk deel van de Westerschelde. Het effect is begroot op een afname van 4 broedparen in het Verdronken Land van Saeftinghe, wat overeenkomt met 0,3 % van het totale aantal. Dit effect wordt als niet significant bestempeld.

In Rappoldt & Ens (2007) werd specifiek de invloed van de derde verruiming op de draagkracht voor overwinterende scholeksters bestudeerd aan de hand van droogvalduurkaarten en kokkel biomassa gekoppeld aan ecotopenveranderingen. De droogvalduur beïnvloedt de foerageertijd en de kokkelpopulatie. De effecten van de verruiming werden als klein beoordeeld, met een mogelijk positief effect in het westen (projectalternatief plaatrand) en een klein negatief effect in het middengedeelte van de Westerschelde. Uit de analyse bleek ook dat de invloed van de mechanische kokkelvisserij een grotere impact heeft op de draagkracht.

Het doel van onderhavige analyses is de evolutie na te gaan van de watervogels en broedvogels in de Westerschelde tussen 2009 en 2013.

7.2.2 Data

De Water, Verkeer en Leefomgeving dienst (WVL) van Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor de uitvoering van het MWTL meetplan (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands – Milieumeetnet Rijkswateren). In het kader van het MWTL meetplan worden heel het jaar door op maandelijkse basis tellingen van de water- en broedvogels in de Westerschelde uitgevoerd.

7.2.2.1 Niet-broedvogels

De watervogelgegevens omvatten vogeltellingen voor de volledige Westerschelde per maand tussen juli 2009 en juni 2013. Deze worden weergegeven in de rapportages “Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta” (Strucker *et al.*, 2011, 2012, 2013). Het rapport voor 2012/2013 is nog niet beschikbaar, maar de getelde gegevens van die periode zijn ter beschikking gesteld door MWTL. De 2012/2013 tellingen zijn echter wel ruimtelijk gedetailleerder, met aparte tellingen per deelgebied van de Westerschelde (west, midden, oost).

Ontbrekende, onvolledige of onbetrouwbare tellingen voor een aantal soorten worden meegenomen in de analyses (Strucker *et al.*, 2013). Om de resultaten met de nodige zorg te kunnen interpreteren, worden de onvolledige tellingen in Tabel 7-3 weergegeven per maand en per soort.

Tabel 7-3: Onvolledige tellingen van niet-broedvogels in de Westerschelde tussen juli 2009 en juni 2013

Onvolledige tellingen	2009			2010				2011		2012	
	Aug	Nov	Dec	Jan	Mrt	Aug	Dec	Mei	Jul	Jan	Feb
Aalscholver				x							
Bergeend			x	x						x	
Bontbekplevier								x			
Bonte strandloper		x		x		x	x	x	x	x	
Brandgans			x								
Drieteenstrandloper		x		x			x			x	
Goudplevier			x								
Grauwe gans			x								x
Kanoetstrandloper		x		x	x						
Kievit			x								
Kluut			x				x			x	
Kolgans			x	x							x
Pijlstaart			x								x
Rietgans				x							
Rosse grutto		x		x					x		
Scholekster				x							
Smient			x								
Tureluur	x						x			x	
Wilde eend			x	x							
Wintertaling			x								x
Wulp				x			x		x		
Zilverplevier		x		x					x		

Deze gegevens 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 voor een 4-jarige periode (2009-2013). Deze analyse is dus methodologisch niet volledig gelijk, en een voorlopig resultaat kan afwijken van wat na de 6-jaarlijkse systeemevaluatie zal besloten worden, afhankelijk wat de tellingen in 2014-2015 weergeven.

7.2.2.2 Broedvogels

De broedvogelgegevens van 2011, 2012 en 2013 werden ter beschikking gesteld door MWTL. Deze tellingen zijn ruimtelijk gedetailleerd, met aparte tellingen per telgebied, voorzien van een beschrijving en coördinaten. Voor de analyses werden deze tellingen ook gegroepeerd per deelgebied van de Westerschelde (west, midden, oost).

Deze gegevens werden vergeleken met de gegevens uit de T2009 rapportage (T2009 Consortium, 2013) op dezelfde wijze als de niet-broedvogels.

7.2.2.3 Locaties

De watervogel data is enkel beschikbaar per deelgebied (west, midden, oost). Hierbij vallen alle locaties ten westen van Terneuzen onder West en alle locaties ten oosten van Hansweert onder Oost. Midden omvat dan alle locaties tussen Terneuzen en Hansweert. De data voor de broedvogels zijn wat ruimtelijk gedetailleerder, maar werden voor de analyse ook per deelgebied gegroepeerd (Tabel 7-4).

Tabel 7-4: Telplaatsen broedvogels per deelgebied van de Westerschelde

Telgebied	Deelgebied	Telgebied	Deelgebied
Baarlandpolder, Kruispolder, zeedijk	Oost	Kruiningen, Veerhaven-Waarde, zeedijk	Oost
Baarland, Baarlandpolder, St.Jacobspolderweg	Midden	Nieuwdorp, Sloekreek Noord	West
Baarland, Schor van Baarland	Midden	Oudelande, Everingepolder	Midden
Baarland, Uienfabriek	Midden	Ritthem, Strand Rammekenshoek	West
Bath, Bath-Grens	Oost	's-Gravenpolder, Biezelingse Ham binnendijks	Midden
Bath, voormalig Schor	Oost	's-Gravenpolder, Boonepolder, natuurbouw	Midden
Borssele, Borsselepolder, Sloebos	West	's-Gravenpolder, Hoedekenskerke-Biez.Ham, zeedijk	Midden
Borssele, Kaloot	West	's-Gravenpolder, Willem-Annapolder, zeedijk	Midden
Borssele, Kerncentrale-Hoek van Borssele, zeedijk	West	Terneuzen, Braakman Noord	West
Borssele, Luxemburgweg, noordzijde	West	Terneuzen, Braakman Noord, eiland	West
Borssele, Quarleshaven	West	Terneuzen, Braakmanhaven	West
Borssele, Staartsche Nol-Coudorpe, zeedijk	West	Terneuzen, Braakmanpolder, Noord	West
Borssele, Staartsche Nol-Hoek van Borssele,zeedijk	West	Terneuzen, Braakmanpolder, Savoyaard	West
Borssele, Total e.o.	West	Terneuzen, Braakmanpolder, West	West
Ellewoutsdijk, Coudorpe, natuurbouw	West	Terneuzen, centrum	Midden
Ellewoutsdijk, Inlaag Ellewoutsdijk	West	Terneuzen, DOW Nieuw Neuzenpolder II	West
Ellewoutsdijk, Trenteweg, natuurbouw	West	Terneuzen, Eendragtpolder, zeedijk	Midden
Ellewoutsdijk, Zuidgors	Midden	Terneuzen, haven, schiereiland	Midden
Hansweert, Haven	Midden	Terneuzen, Margarethapolder, natuurbouw	Midden
Hansweert, Kapellebank-Hansweert, zeedijk	Midden	Terneuzen, sluiscomplex	Midden
Hoofdplaat, Hoofdplaat-Nummer Een, zeedijk	West	Verdronken land van Saeftinge	Oost
Hoofdplaat, Hoofdplaatpolder, natuurbouw	West	Vlissingen, havengebied	West
Kloosterzande, Hellegatpolder, zeedijk	Midden	Waarde, Schor	Oost
Kloosterzande, Molenpolder, natuurbouw	Midden	Walsoorden, Perkpolder, zeedijk	Oost
Kloosterzande, Molenpolder, zeedijk	Midden	Westerschelde, Hooge Platen	West
Kruiningen, Simon Hendrikshoek, zeedijk	Oost		

7.2.2.4 Beschouwde soorten

In de analyses zal specifiek gekeken worden naar de vogelsoorten (niet-broedvogels en broedvogels) in de Westerschelde waarvoor een instandhoudingsdoelstelling bestaat en die bovendien afhankelijk zijn van het gebied.

Tabel 7-5: Niet-broedvogels en broedvogels in de Westerschelde waarvoor een instandhoudingsdoelstelling bestaat en die afhankelijk zijn van het gebied (Consortium Arcadis-Technum, 2007d; 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	

7.2.3 Niet-Broedvogels

7.2.3.1 Analyse

Temporele analyse maandgemiddeldes 1987-2013

Voor de benthivore soorten blijkt dat de afname van de populatie van Bontbekplevier, Zwarte Ruiter, Scholekster, Rosse Grutto, Tureluur en Zilverplevier reeds bestond vanaf de jaren ’80 of ’90 van vorige eeuw. Evenzeer is de populatietoename van de Kanoetstrandloper en de Bergeend ook een verderzetting van een voorafgaande trend. Op basis van deze gegevens kan er geen koppeling gemaakt worden tussen de derde verruiming en de afname van vogelpopulaties.

Wat belangrijker is, 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 mogelijk indirect effect van de recente ingrepen bestaat.

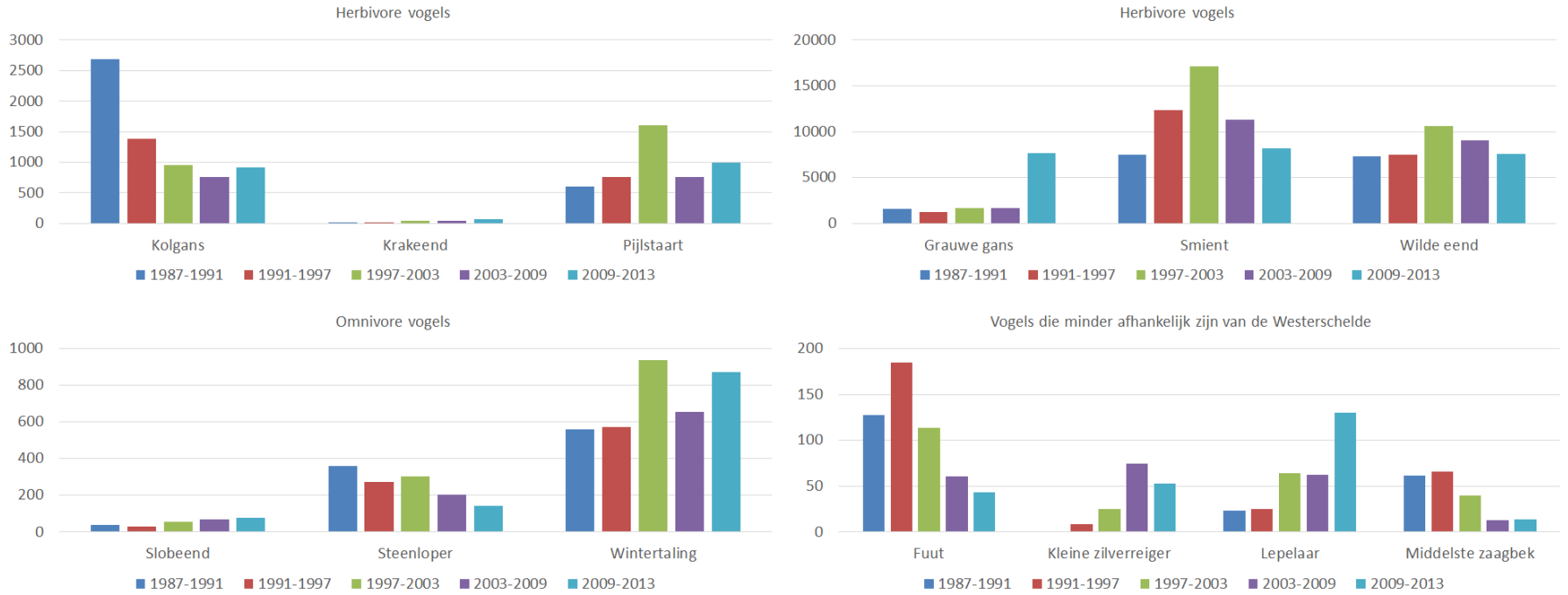
Voor een aantal andere soorten, waaronder de ganzen en eenden, is in de maandgemiddelden een toename zichtbaar (Kolgans, Krakeend, Pijlstaart, Grauwe Gans) ten opzichte van de periode 2003-2009. Voor drie van de vier soorten is binnen de laatste vier jaar echter een afname zichtbaar in 2011-2013 ten opzichte van 2009-2010. Voor Smient en Wilde Eend is een afname zichtbaar die reeds vanaf de periode 1997-2003 bestond.

Er bestaat een vermoeden dat de achteruitgang van het kokkelbestand een rol speelt in de achteruitgang van de Scholekster alhoewel externe maar niet nader bepaalde factoren, een rol kunnen spelen. Echter, er worden ook positieve tekenen herkend in de benthosgegevens (toename van de densiteit van nonnetjes en 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. De trend in de biomassa van de nonnetjes is echter stabiel gebleven, wat betekent dat er vooral veel kleine nonnetjes aanwezig zijn.

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. Het is moeilijk in te schatten of de derde verruiming de situatie verergerd heeft. Bovendien mogen externe effecten die op regionaal spelen, niet vergeten worden.

Om te voorkomen dat er voorbarige uitspraken worden gedaan, wordt deze analyse overgelaten aan de 6-jaarlijkse systeemevaluatie omdat de methodiek dan volledig vergelijkbare resultaten oplevert.

Figuur 7-32: Evolutie van de seizoensgemiddeldes van de benthivore vogels in de Westerschelde tussen 1987 en 2013



Figuur 7-33: Evolutie van de seizoensgemiddeldes van de herbivore vogels en de omnivore vogels in de Westerschelde en van de vogels die minder afhankelijk zijn van de Westerschelde tussen 1987 en 2013

Temporele analyse juli 2009 – juni 2013

De hiernavolgende figuren illustreren de waarnemingen over de afgelopen vier jaar voor de voornoemde soorten. Voor alle soorten is een sterke seizoenale cycliciteit waar te nemen. Voor alle soorten is een trendanalyse uitgevoerd die hiermee rekening houdt (Seasonal Mann Kendall test over de hele periode) om na te gaan of significante af- of toenames waargenomen worden. Volgende trends zijn dus gebaseerd op de maandelijkse telgegevens.

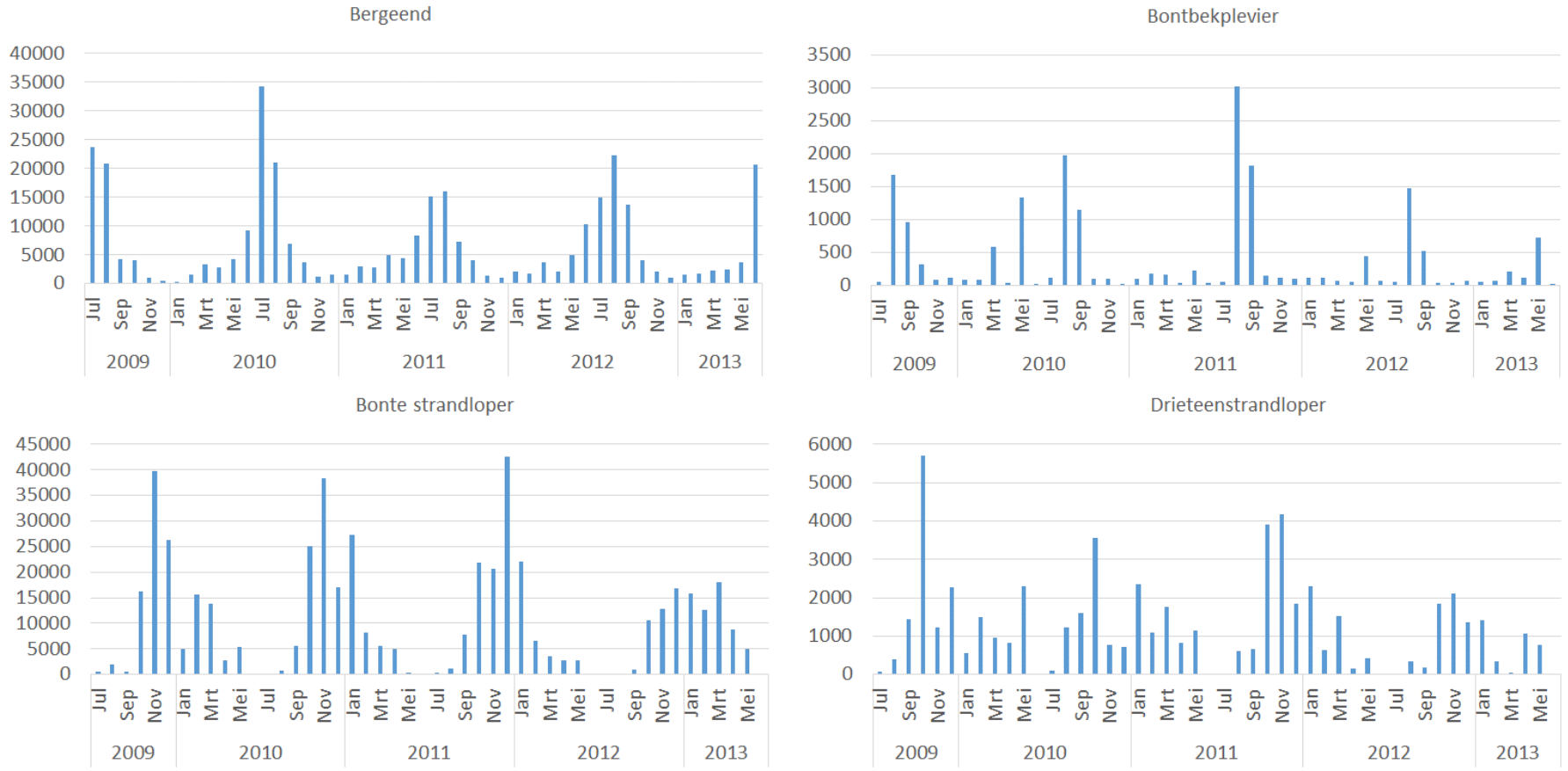
De benthivore soorten vertonen overwegend *niet-significante (p>0.05)* dalende trends waarbij dit voor de scholekster, drieteenstrandloper en kluut wel over een belangrijke daling tov. de jaarmaxima gaat (-208 scholeksters per jaar, tov. jaarmaxima van ca 10000 à 14000; -220 drieteenstrandlopers per jaar tov. jaarmaxima van 2000 à 6000; -76 kluten op een maximaal voorkomen van ca 800 per jaar (1400 in 2009)). De ontwikkeling van het aantal scholeksters volgt daarmee de lange-termijn trend die hierboven werd beschrevenen, maar voor kluut en drieteenstrandloper is dit niet het geval. 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).

Enkele soortenaantallen vertonen worden wel significante trends waargenomen, waarbij enkel de tureluur een relatief belangrijke afname vertoont, namelijk -146 individuen ten opzichte van jaarmaxima tussen 1000 en 1500 (muv. 2009: 3500). Deze afname bestaat ook reeds vanaf de jaren ’90. De groentpootruiter is quasi status quo (-1 per jaar, p=0.03).

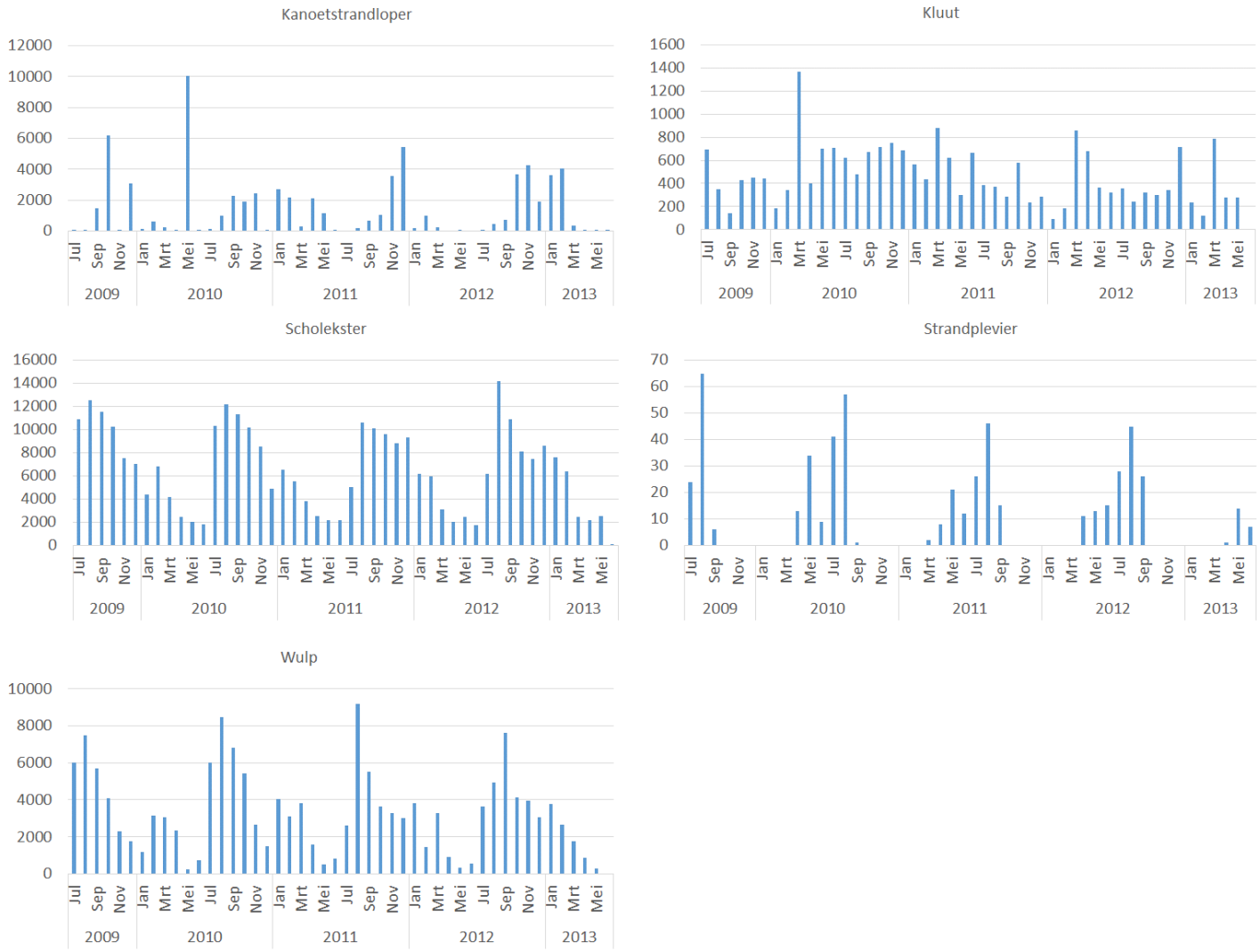
Los van de significantie of de aan- of afwezigheid van trends, is er een opvallend patroon aanwezig in de data die bij heel veel soorten voorkomt. Er wordt waargenomen dat de seizoensmaxima voor heel wat soorten in 2009-2010 hoger liggen dan in de periode 2010-2013. Duidelijke voorbeelden hiervan zijn 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 smient 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.

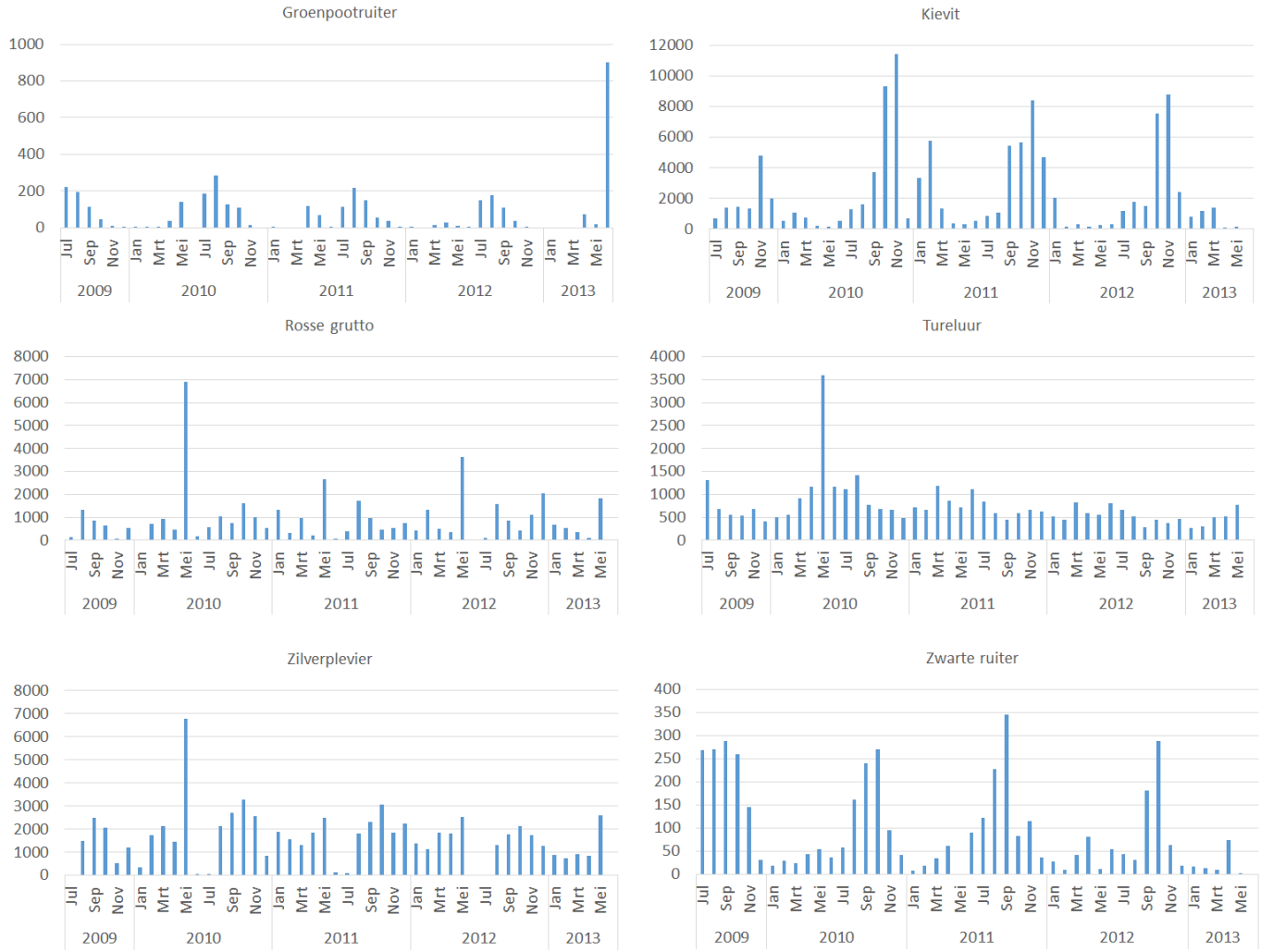
Bij soorten die minder afhankelijk zijn van het estuarium worden evenmin significante trends waargenomen.



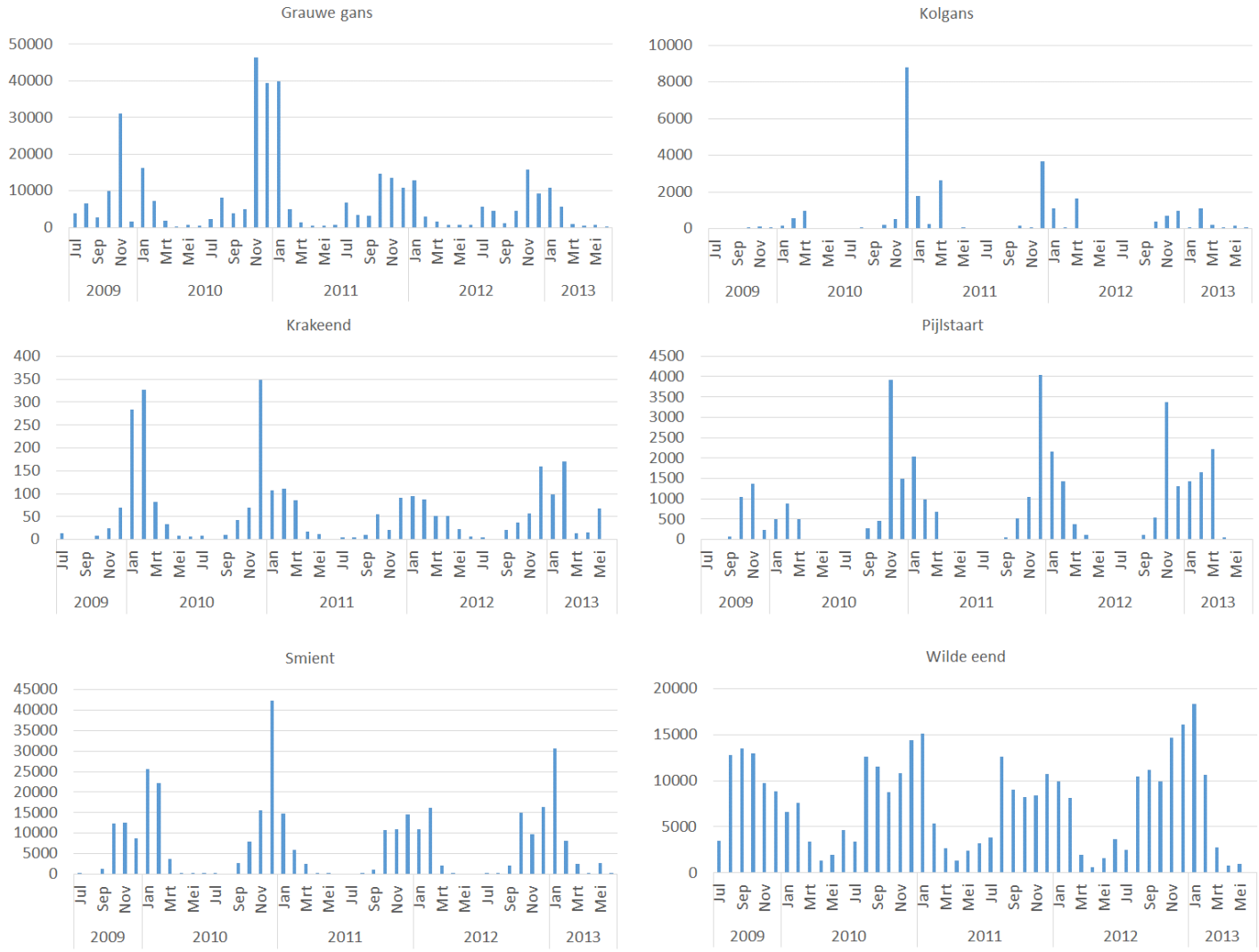
Figuur 7-34: Aantal individuen van de benthivore niet-broedvogels in de Westerschelde per maand tussen juli 2009 en juni 2013



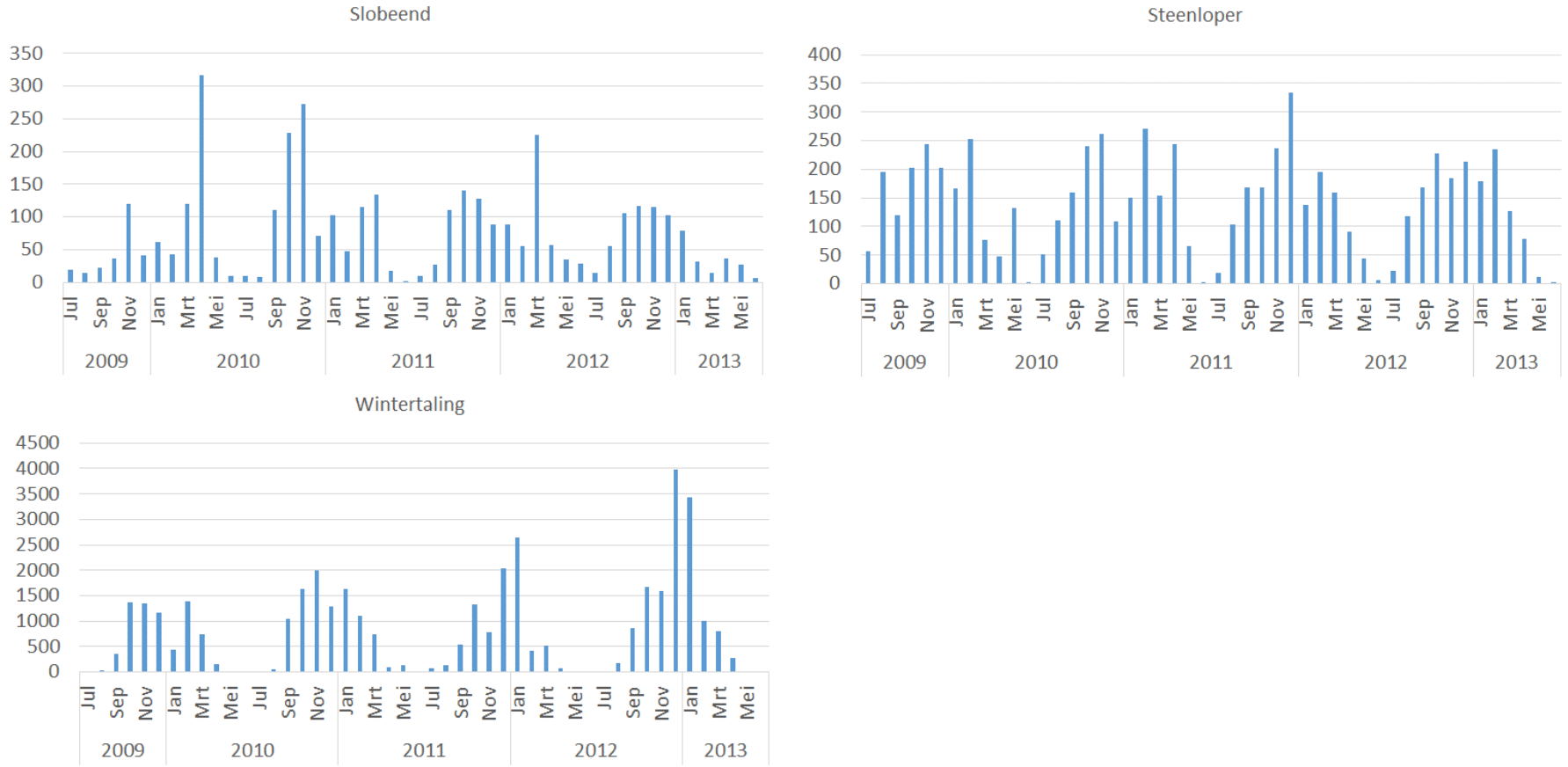
Figuur 7-35: Aantal individuen van de benthivore niet-broedvogels in de Westerschelde per maand tussen juli 2009 en juni 2013 (vervolg)



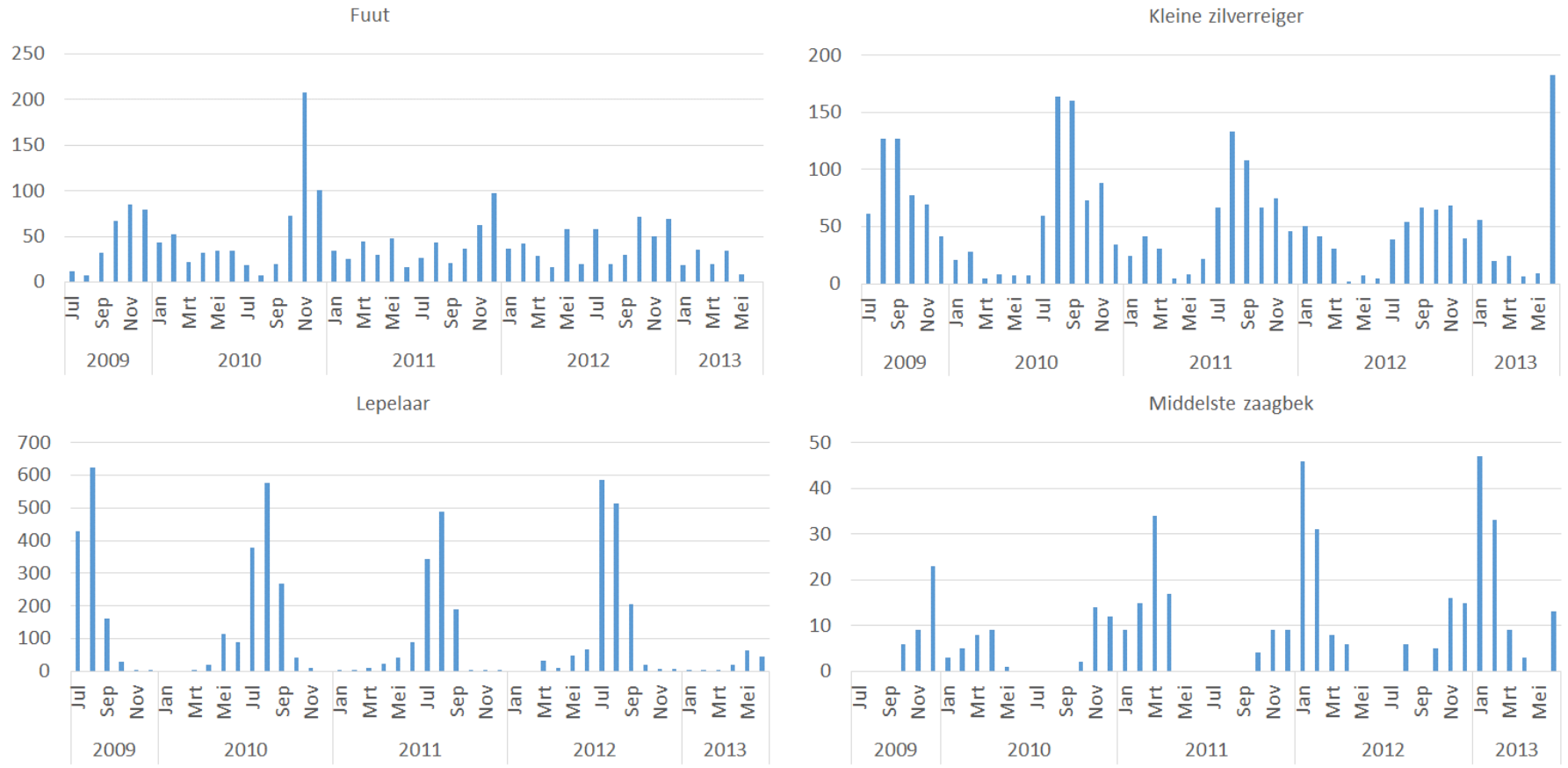
Figuur 7-36: Aantal individuen van de benthivore niet-broedvogels in de Westerschelde per maand tussen juli 2009 en juni 2013



Figuur 7-37: Aantal individuen van de herbivore niet-broedvogels in de Westerschelde per maand tussen juli 2009 en juni 2013



Figuur 7-38: Aantal individuen van de omnivore niet-broedvogels in de Westerschelde per maand tussen juli 2009 en juni 2013



Figuur 7-39: Aantal individuen van de niet-broedvogels die minder afhankelijk zijn van de Westerschelde per maand tussen juli 2009 en juni 2013

Instandhoudingsdoelstellingen en Ramsar

Er zijn een aantal niet-broedvogels in de Westerschelde waarvoor er een instandhoudingsdoelstelling (IHD) bestaat, gebaseerd op seizoensgemiddeldes, en een aantal niet-broedvogels die voldoen aan de 1 % norm van Ramsar (Holzhauer et al., 2011b). Voor de IHD soorten van de Westerschelde zijn de seizoengemiddeldes (juli jaar 1 – juni jaar 2) afgewogen ten opzichte van de Natura 2000 instandhoudingsdoelstelling. In Tabel 7-7 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 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. Wetlands zijn onder andere van internationaal belang wanneer er regelmatig meer dan 20.000 watervogels voorkomen, of er regelmatig meer dan 1 % van een totale geografische populatie van een watervogelsoort van het gebied gebruik maakt. De 1 %-normen voor de belangrijkste niet-broedvogels in de Westerschelde worden weergegeven in Tabel 7-6. Internationaal gezien kan men stellen dat voor veel soorten de populatiegrootte niet of weinig verandert over de periode 1994-2012. Opvallende toenames in de 1 %-normen zijn er wel voor grauwe gans, krakeend en smient. Enkel voor pijlstaart (1 % norm van 700 naar 600) en bonte strandloper (1 % norm van 14000 naar 13300) daalt de populatieschatting over de periode 1994-2006.

In Tabel 7-7 wordt ook 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. De betrouwbaarheid van deze trends variëren echter per soort en zijn niet altijd actueel.

Tabel 7-6: 1 %-normen voor de relevante soorten (van http://wpe.wetlands.org/)

	1994	1997	2002	2006	2012
Bergeend	2500	3000	3000	3000	3000
Bonte strandloper	14000	14000	13300	1300	13300
Drieteenstrandloper	10 00	1000	1200	1200	1200
Grauwe gans	1200	2000	4000	5000	6100
Kluut	700	700	730	730	730
Krakeend	250	300	600	600	600
Lepelaar	30	30	100	110	110
Pijlstaart	700	600	600	600	600
Rosse grutto	1000	1000	1200	1200	1200
Scholekster	9000	9000	10200	10200	8200
Smient	7500	12500	15000	15000	15000
Tafeleend	3500	3500	3500	3500	3000
Wintertaling	4000	4000	4000	5000	5000
Zilverplevier	1500	1500	2500	2500	2500

Tabel 7-7: 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	4950	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?

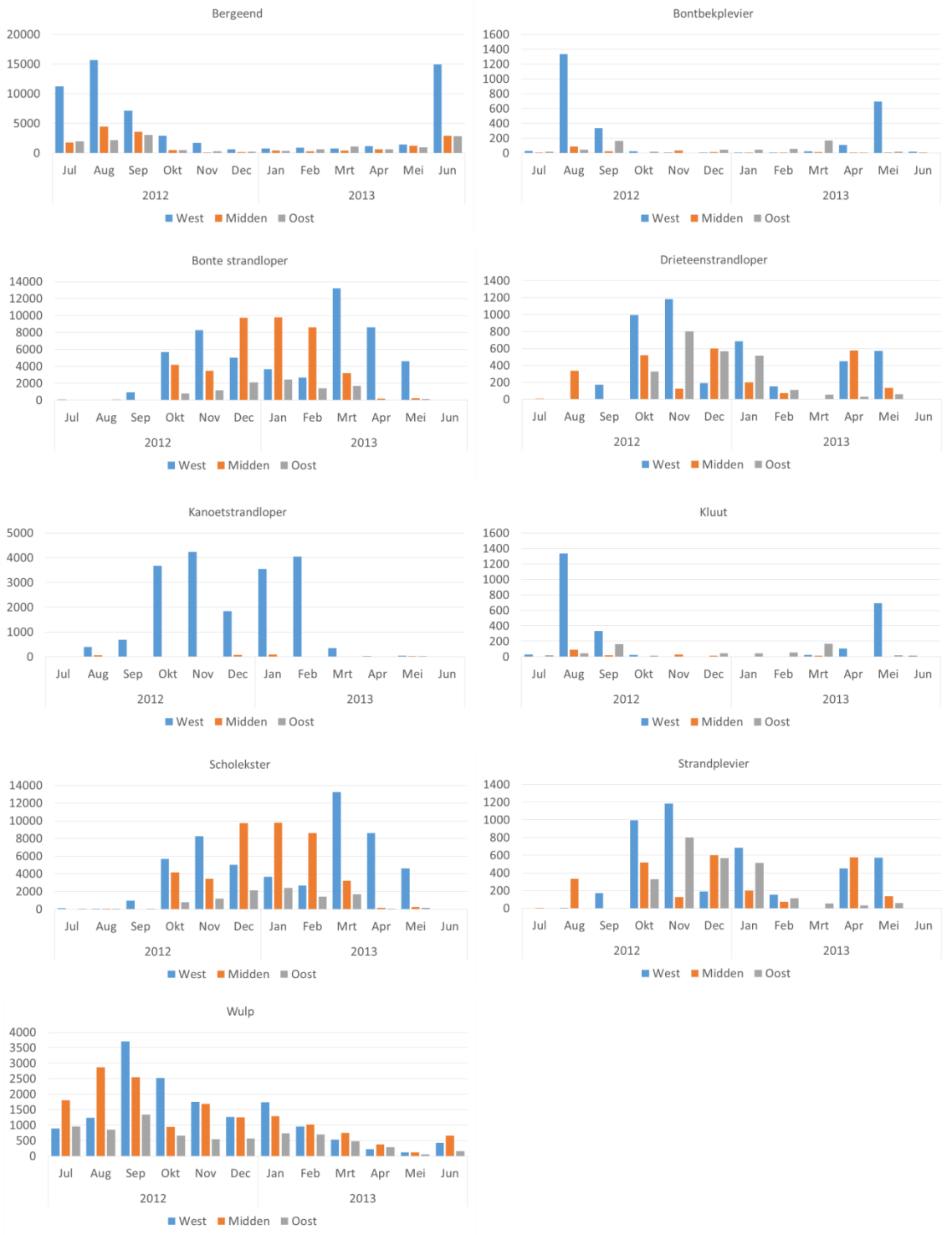
Ruimtelijke analyse juli 2012 – juni 2013

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 (Figuur 7-40 en Figuur 7-41) 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.

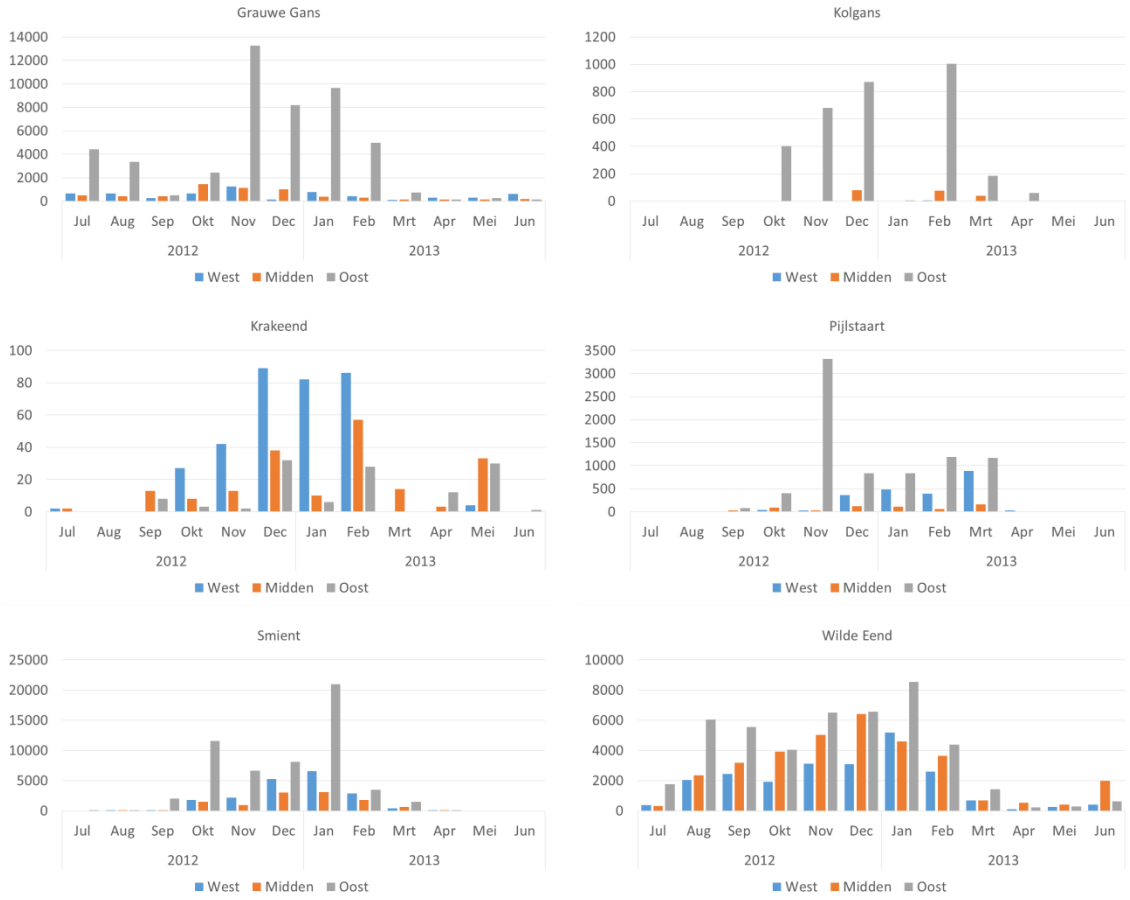
De meeste herbivoren komen in het oosten van het estuarium voor (grauwe gans, kolgans, pijlstaart, smient, wilde eend). Dit heeft te maken met hun sterke aanwezigheid in het Land van Saeftinghe. Krakeend en wilde eend komen ook frequent in het westen voor.

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.



Figuur 7-40: Ruimtelijk voorkomen van benthivore soorten in de Westerschelde in het seizoen 2012-2013.

Figuur 7-41: Ruimtelijk voorkomen van benthivore soorten in de Westerschelde in het seizoen 2012-2013.



Figuur 7-42: Ruimtelijk voorkomen van herbivore soorten in de Westerschelde in het seizoen 2012-2013.

Figuur 7-43: Ruimtelijk voorkomen van omnivore soorten (Slobeend, Steenloper, Wintertaling) en soorten die soms in grote getale voorkomen in de Westerschelde maar er minder afhankelijk van zijn (Fuut, Kleine Zilverreiger, Lepelaar en Middelste Zaagbek) in het seizoen 2012-2013.

7.2.3.2 Discussie

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. Desalniettemin kan niet ontkend worden dat de afname van de vogelpopulatie een feit is. Dit wordt ook bevestigd door Strucker *et al.* (2013): sinds 2001/2002 heeft er zich in de Westerschelde een afname van 41 % voor gedaan in het aantal vogeldagen van watervogels. Het zijn met name de herbivoren die deze trend bepalen. De trend van de benthivoren daalde ten opzichte van vorig seizoen, maar fluctueert op langere termijn (Strucker *et al.*, 2013).

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. Voor de Scholekster behoort mogelijk het afnemend kokkelbestand en veranderingen in het leefgebied een rol spelen, alhoewel hiervoor in de literatuur nog geen definitieve oorzaak wordt voor aangewezen.

Uit de ecotopenontwikkeling tussen 1996 en 2012 (Arcadis, 2014 en voorliggend rapport) blijkt dat het totaal areaal laagdynamisch litoraal is toegenomen ten opzichte van 1996, maar doorheen de jaren is de variatie vrij groot. De belangrijkste toename situeert zich in het middelhoog litoraal. Dit wijst er op dat het potentieel foerageergebied is bijgekomen. Recent is ook ter hoogte van de plaatrandstortingen een verhoging van het laagdynamisch areaal gerealiseerd. Als dit gebied ook effectief wordt gekoloniseerd door benthos, biedt dit potentieel meer foerageergebied. Echter, enkel *Macoma* blijkt een dergelijke trend te vertonen, terwijl de kokkelpopulatie verder afneemt. Hoewel de aantallen *Macoma* zijn gestegen, is de biomassa echter stabiel geblijven. Uiteindelijk is ook de biomassa van het benthos belangrijk, en is de benutting ervan ook soortafhankelijk. Zo zijn voor de kanoet kleine kokkels belangrijk en voor de Scholekster grote. Wanneer er veel kleine *Macoma* zitten, zijn die dan weer niet interessant voor Scholeksters, waar grote dat wel zijn.

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

Ter illustratie hiervan: de groenpootruiter gaat in de rest van de Zoute Delta licht achteruit sinds de eeuwwisseling (Strucker *et al.*, 2012). In de Waddenzee en op internationaal niveau wordt de populatie dan weer als stabiel beschouwd, hoewel soms fluctuerend (Laursen *et al.*, 2010; Birdlife International, 2014). In de Waddenzee en de rest van de Zoute Delta neemt de populatie zwarte ruiter gestaag af sinds de eeuwwisseling (Laursen *et al.*, 2010; Strucker *et al.*, 2012). Piek- en daljaren vallen grotendeels samen in de Ooster- en Westerschelde wat wijst op veranderingen op populatieniveau (Strucker *et al.*, 2012).

De trend van de bonte strandloper wordt gekenmerkt door grote fluctuaties. De laatste vier seizoenen (2008/2009 – 2011/2012) is het aantal vogeldagen in de Westerschelde gemiddeld 30 % lager dan in de periode 2004/2005 – 2007/2008 (Strucker *et al.*, 2013). Internationaal nemen de meeste populaties af, hoewel de evolutie van een heel aantal populaties onbekend is en in bepaalde regio's de populaties toenemen (Birdlife International, 2014). Bij de scholekster vertoont het aantal vogeldagen voor het zesde jaar op rij een afname (Strucker *et al.*, 2013). Het aantal vogeldagen in 2011/2012 in de

Westerschelde was het laagste sinds het begin van de tellingen in 1987/1988. Deze negatieve trend is zichtbaar in heel Noordwest-Europa. Wetlands International schat de Oost-Atlantische populatie op 820.000 vogels, een afname van 20 % ten opzichte van de vorige populatieschatting (wpe.wetlands.org). De oorzaken zijn nog niet volledig verklaard.

De recente afname van de grauwe gans is mogelijk te wijten aan de overbegrazing van de ganzen van hun geprefereerde voedsel, namelijk heenknollen. Het areaal heen (syn. zeebies, *Scirpus maritimus*) is drastisch afgenomen in de brakke zone van de Westerschelde. Anderzijds foerageren ze veel op de akkers en gebruiken schelde vaak enkel om te slapen.

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 blijkt dat voorafgaand aan 2009 deze status ook al negatief was voor bontbekplevier, fuut, goudplevier, grauwe gans, middelste zaagbek, pijlstaart, rosse grutto, steenloper, strandplevier, tureluur, zwarte ruiter. Voor groenpootruiter, krakeend en wilde eend werd toen een positieve trend herkend, en nu wordt voor de krakeend de IHD doelstelling gehaald, alsook voor groenpootruiter in 2010.

7.2.4 Broedvogels

7.2.4.1 Analyse

De hiernavolgende figuren illustreren de waarnemingen over de afgelopen vier jaar voor de voornoemde broedvogelsoorten, gebaseerd op de MWTL gegevens van 2011 tot 2013. Er zijn geen MWTL telgegevens van de blauwborst en de bruine kiekendief.

Uit Tabel 7-8 blijkt 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 7-8: Aantal broedparen in de Westerschelde in 2010, 2011, 2012 en 2013

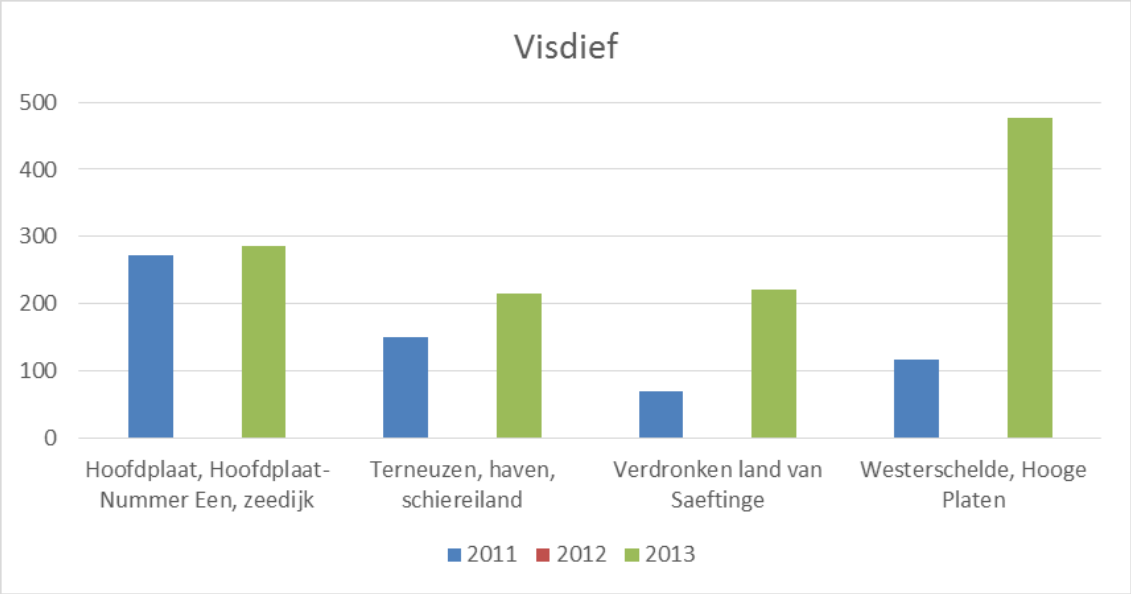
Soort	2010	2011	2012	2013
Bontbekplevier	38	26	22	12
Dwergstern	47	3	48	132
Grote Stern	3700	705	2350	2277
Kluut	254	242	216	191
Strandplevier	16	14		12
Visdief	885	673		1347
Zwartkopmeeuw	896	625		1411

In Figuur 7-40 en Figuur 7-45 zijn de broedparen weergegeven voor 2011, 2012 en 2013 per deelgebied van de Westerschelde. In beide figuren zijn de broedparen 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 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.

Figuur 7-44: Aantal broedparen bontbekplevier, dwergstern, grote stern en kluut, strandplevier en visdief in 2011, 2012 en 2013 in de drie deelgebieden in de Westerschelde

Figuur 7-45: Aantal broedparen strandplevier, visdief en zwartkopmeeuw in 2011, 2012 en 2013 in de drie deelgebieden in de Westerschelde

Aangezien visdieven koloniebroeders zijn, worden in Figuur 7-46 het aantal broedparen in de gebieden met de grootste kolonies weergegeven. Vooral in het Verdronken Land van Saeftinghe en Hooge Platen, gebieden die mogelijk door de verruiming beïnvloed worden, heeft er zich een toename in broedparen voorgedaan tussen 2011 en 2013.



Figuur 7-46: Aantal broedparen visdief in 2011, 2012 en 2013 in de belangrijkste kolonies in de Westerschelde.

Daarnaast zijn er een aantal broedvogels in de Westerschelde waarvoor er een instandhoudingsdoelstelling (IHD) bestaat, gebaseerd op seizoensgemiddelden (Holzhauer *et al.*, 2011b). Voor een aantal kustbroedvogels is in Nederland een IHD gedefinieerd op het niveau van de gehele Delta (zgn. regiodoelen). Zoals in de T2009 rapportage reeds vermeld (T2009 Consortium, 2013) werd het Delta regiodoel voor de grote stern verhoogd van kwaliteit en draagkracht 4.000 naar 6.200 broedparen (concept Natura 2000 ontwerpbeheerplan Deltawateren Westerschelde). Voor de meeste soorten (behalve de grote stern) werden tevens streefaantallen afgeleid voor de Westerschelde (Holzhauer *et al.*, 2011b).

De analyse in dit rapport is gebaseerd op gegevens uit de periode 2010-2013 en omvat zeven soorten kustbroedvogels die ook in de T2009 rapportage (T2009 Consortium, 2013) aan bod komen, namelijk bontbekplevier, dwergstern, grote stern, kluut, strandplevier, visdief, zwartkopmeeuw. Tabel 7-9 geeft voor deze soorten het IHD regiodoel voor de volledige ZW Delta en het in Holzhauer *et al.* (2011b) vermelde streefdoel voor de Westerschelde, en het maximaal aantal broedparen waargenomen in de periode 2010-2013 weer.

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. 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 7-9: 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

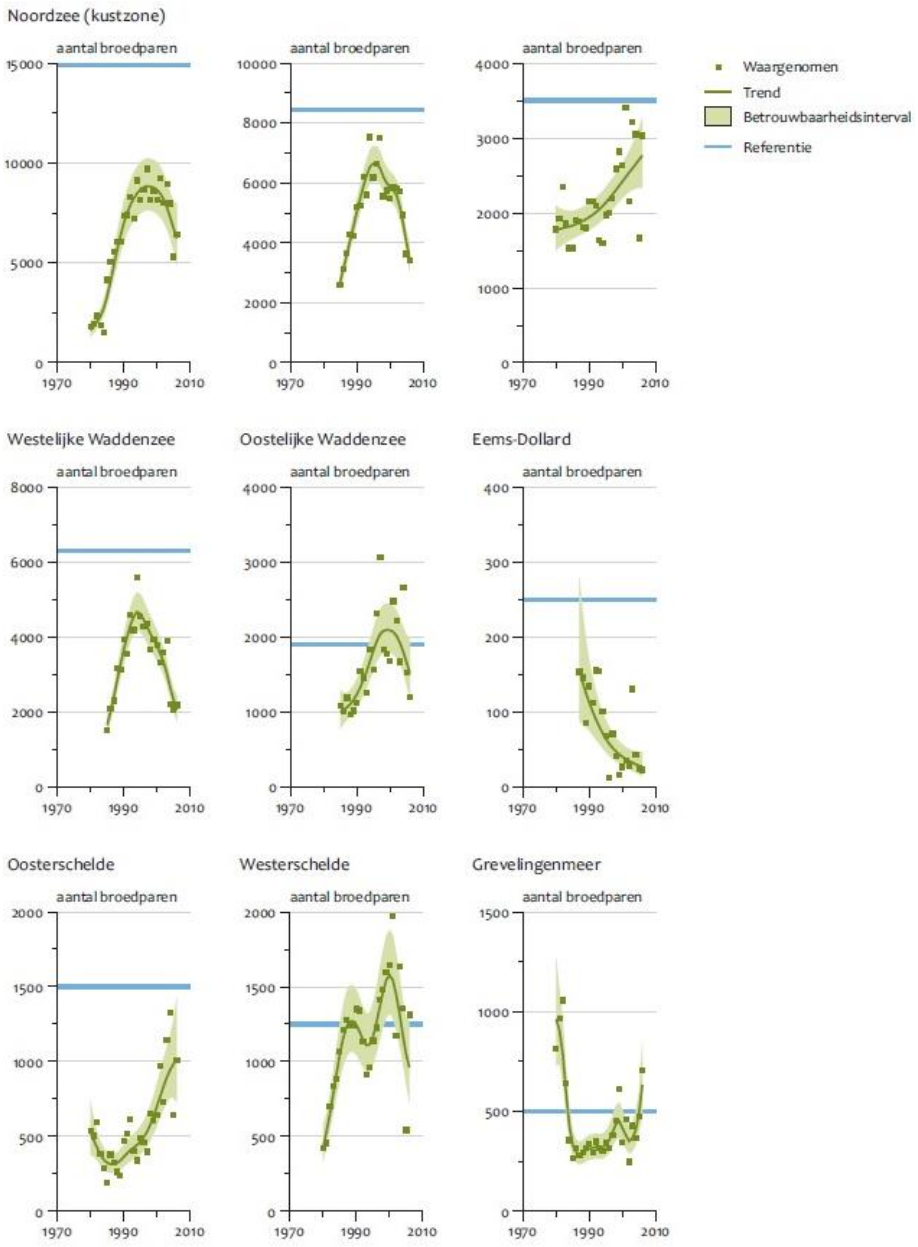
7.2.4.2 Discussie

De broedparen zijn doorgaans talrijker in het westen van de Westerschelde dan in de twee andere deelgebieden. De broedpaaraantallen van de bontbekplevier en de strandplevier zijn heel laag. Van de bontbekplevier dalen de broedpaaraantallen ook 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.

Zoals reeds vermeld in de T2009 rapportage (T2009-consortium, 2013) waren de aantallen van visdief in 2013 in alle deelgebieden hoger dan in 2011. De populatie visdieven in Nederland kende na een dieptepunt in de jaren ’60 (ca. 2.500 paren) een herstel tot 27.000 paren in 2005-2006 (Wortelboer, 2010). Het niveau van 40.000 paren in de jaren ’30 wordt echter niet meer gehaald. In de Waddenzee werden vanaf 1990 ca. 6.000 paren geteld hoewel het aantal broedparen uiteindelijk beneden de 4.000 is gezakt. In het Deltagebied zijn de aantallen toegenomen, maar met grote verschillen tussen deelgebieden en tussen opeenvolgende jaren (Figuur 7-47). Qua broedsucces worden hier ook grote regionale verschillen waargenomen. In de rest van de wereld kent de populatie visdieven hoofdzakelijk een negatieve trend. In Noord-Amerika bijvoorbeeld is er de voorbije 40 jaar een afname van meer dan 70 % geobserveerd (Birdlife International, 2014). De precieze oorzaken van de afname zijn nog niet ontrafeld, maar zouden gezocht kunnen worden in veranderend voedselaanbod, beschikbaarheid van broedhabitat, veranderend klimaat (o.a. toegenomen overspoelingskansen), predatiedruk en omstandigheden in de overwinteringsgebieden (o.a. visserij en sternenvangst) (Wortelboer, 2010).

Er zijn geen MWTL telgegevens van de blauwborst en de bruine kiekendief tussen 2010 en 2013. Volgens een rapport van Castelijns *et al.* (2012) is het aantal blauwborsten in het Verdronken Land van Saeftinghe de laatste jaren fors afgenomen. De oorzaak hiervan niet te relateren is aan een verandering in het gebied, maar mogelijk door ongunstige weersomstandigheden en klimaatsverandering. Het aantal broedparen is gezakt van 454 in 2004 naar slechts 293 in 2012 ten opzichte (IHD’s 450 paren). De populatie bruine kiekendief is in het Verdronken Land van Saeftinghe licht toegenomen in voorbije jaren ondanks de komst van de vos (Castelijns *et al.*, 2012). In 2012 werden 32 broedparen geteld waardoor de IHD van 20 paren werd gehaald.

De IHD's voor de gehele ZW Delta (regiodoelen) worden in de Westerschelde niet gehaald, behalve voor de zwartkopmeeuw. Voor de bontbekplevier en kluut wordt het streefdoel voor de Westerschelde jaarlijks gehaald over de periode 2010-2013. De aantallen voor de zwartkopmeeuw halen het streefdoel niet in 2012 terwijl de aantallen van de dwergstern het streefdoel 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. In de Westerschelde wordt nooit het regiodoel van 6.200 broedparen gehaald.



Figuur 7-47: Trend in de populatie visdieven op verschillende locaties in Nederland (Wortelboer, 2010).

7.2.5 Conclusies

Voor de benthivore **watervogels** blijkt dat heel wat soorten (bontbekplevier, zwarte ruiter, scholekster, rosse grutto, tureluur, zilverplevier) een negatieve populatieontwikkeling doormaken die reeds ingezet was voorafgaand aan de derde verruiming, in sommige gevallen van in de jaren ’80. Ook wat betreft het halen van de instandhoudingsdoelstellingen is er geen verbetering merkbaar ten opzichte van de periode voor 2009 (cfr. T2009-rapport).

De derde verruiming kan niet als oorzaak van deze achteruitgang aangewezen worden. 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; hiervoor wordt naar de 6-jaarlijkse systeemevaluatie verwezen.

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. Bovendien stijgt enkel de densiteit aan nonnetjes en niet de totale biomassa.

Het aantal **broedvogel**paren toont een gemengde evolutie. Alhoewel de totale aantallen in 2013 vergelijkbaar zijn aan 2010, zijn er enkele trends zichtbaar:

De bontbekplevier en strandplevier komt minder vaak broedend voor, net als de kluut en de grote stern. Voor bontbekplevier en kluut worden de IHD echter steeds gehaald de afgelopen 4 jaar, de strandplevier geen enkele keer.

De visdief, dwergstern en zwartkopmeeuw komen dan weer frequenter voor in 2013 ten opzichte van 2010. Ondanks de stijging komt de visdief nog niet boven de IHD uit, en de dwergstern en zwartkopmeeuw sommige jaren.

7.3 ZEEHONDEN

7.3.1 Inleiding

Door de jaren heen is er sprake van een permanente aanwezigheid van 3 zeezoogdiersoorten in de Westerschelde (Holzhauer *et al.*, 2011a), namelijk de gewone zeehond *Phoca vitulina*, grijze zeehond *Halichoerus grypus* en bruinvis *Phocoena phocoena*. Deze 3 soorten hebben een bijzondere status met specifieke instandhoudingsdoelstellingen in het kader van Natura 2000. In het Natura 2000 gebied Westerschelde en Saeftinghe moet bijvoorbeeld het areaal aan ongestoord gebied toenemen zodat het beter geschikt wordt voor de voortplanting van de gewone zeehond. Zowel de gewone als de grijze zeehond staan op de Rode Lijst van zoogdieren, in de Habitatrichtlijn (bijlage II en V) en in de Conventie van Bonn en Bern.

Zeehonden staan bovendien 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. Gewone zeehonden zijn bij laagwater in de Westerschelde hoofdzakelijk te vinden op droogvallende zandplaten met een steile rand langs vrij diep water. Geliefkoosde

rustplaatsen zijn de Hooge Platen, de Molenplaat en de Platen van Valkenisse t.h.v. Rilland. Op die zandplaten worden in half juni – half juli bij laagwater jongen geboren en gezoogd.

Het aantalsverloop van gewone zeehonden in Nederland is redelijk goed gedocumenteerd (Geelhoed en van Polanen Petel, 2011). De pelsjacht op jonge dieren duurde tot begin jaren zestig (1961 in de Delta, 1962 in de Waddenzee) waarna gedurende een korte tijd enig herstel optrad. De populatie daalde vervolgens tot een dieptepunt door de voortzetting van de jacht tot 1974 op de populatie in het Duitse en Deense deel van de Waddenzee, door verontreiniging door PCB's, door de toename van verstoring door beroepsvaart en door watertoerisme. Sinds eind jaren negentig is een voorzichtig herstel waarneembaar in de Delta (Reijnders *et al.,* 2000), voornamelijk dankzij immigratie vanuit de snel groeiende populatie in de Waddenzee. In 1994 werden voor het eerst na lange afwezigheid weer jonge zeehonden gevonden in de Westerschelde (Meininger *et al.*, 2003). Sindsdien wordt jaarlijks een klein aantal jongen geboren, wat echter niet voldoende is om de groei te verklaren. De populatie is dus nog steeds aangewezen op immigratie vanuit andere gebieden in de Noordzee (Geelhoed en van Polanen Petel, 2011).

De grijze zeehond geeft de voorkeur aan rotsige kusten bij open zee en dankzij een dikke speklaag is deze zeehond goed beschermd tegen het koude zeewater. De grijze zeehond is slechts recent teruggekeerd en wordt ook slechts sporadisch waargenomen in de Westerschelde (Holzhauer *et al.*, 2011a). Daarom focussen we in de hierop volgende analyses voornamelijk op de gewone zeehond.

Op 12 februari 2010 is de verruiming van de vaargeul in de Westerschelde van start gegaan. Voor de verruiming van de vaargeul en het onderhoud in de jaren daarna is een ontheffing verleend in het kader van de Flora- en faunawet (kenmerk FF/75C/2008/0505). Het onderwerp van deze ontheffing is de verbodsbepalingen genoemd in artikel 11 van de Flora- en faunawet voor zover dit betreft het verstoren van voortplantings- of vaste rust- en verblijfplaatsen van de gewone zeehond en de grijze zeehond (Figuur 7-48) (aMT, 2010).

Figuur 7-48: Gewone zeehond (links) en grijze zeehond (rechts)
(bron: Wikimedia Commons)

In de Passende Beoordeling beschreven in de MER Verruiming Vaargeul (Consortium Arcadis-Technum, 2007d), werd een significant negatief effect op gewone zeehonden verwacht ter hoogte van de Zimmermangeul en de Plaat van Valkenisse en dit op middellange termijn (2015). Hier worden ook regelmatig jongen geboren. Het effect werd gemitigeerd door het betreffende stortvak SN51 te verkleinen.

Het doel van onderhavige analyses is de evolutie nagaan van de zeehonden populatie in de Westerschelde tussen 2009 en 2013.

7.3.2 Data

7.3.2.1 MWTL

De Water, Verkeer en Leefomgeving dienst (WVL) van Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor de uitvoering van het MWTL meetplan (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands – Milieumeetnet Rijkswateren). In het kader van het MWTL meetplan worden heel het jaar door op maandelijkse basis tellingen van de zeezoogdieren in de Westerschelde uitgevoerd. Er wordt steeds een systematische vlucht binnen één getij gevlogen waarbij de gespotte jonge en volwassen individuen gewone zeehond *Phoca vitulina*, grijze zeehond *Halichoerus grypus* en bruinvis *Phocoena* worden geteld.

Deze gegevens worden weergegeven in de rapportages “Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta” (Strucker *et al.*, 2010, 2011, 2012, 2013). Het rapport voor 2012/2013 is nog niet beschikbaar, dus werden de getelde gegevens van de periode 2012-2013 ter beschikking gesteld door MWTL. Deze tellingen zijn volledig, met als uitzondering dat in maart, april en juni 2013 alleen tellingen in steekproefgebieden werden uitgevoerd.

7.3.2.2 Provincie Zeeland

De provincie Zeeland doet elk jaar tellingen van de gewone zeehond *Phoca vitulina* en de grijze zeehond *Halichoerus grypus* in de Westerschelde tijdens het voorjaar en de zomer. In de periode eind mei tot begin augustus wordt circa 4 tot 5 keer geteld. Telkens wordt een systematische vlucht binnen één getij gevlogen, waarbij het aantal jonge en volwassen individuen per locatie geteld worden.

De zeehondentellingen van 2012 en 2013 zijn door de provincie Zeeland tot op heden nog niet verwerkt en kunnen daarom in dit rapport niet worden opgenomen. De voorlopige telgegevens van 2013 zijn echter ten behoeve van deze rapportage beschikbaar gesteld. De provincie Zeeland zal nog een inhaalbeweging uitvoeren met de gegevens van 2012 en 2013 zodat ze volgend jaar definitief beschikbaar zijn, samen met de gegevens van 2014.

7.3.2.3 Locaties

De getelde gegevens van de periode 2012-2013 waren niet per ligplaats beschikbaar. Voor de meer gedetailleerde analyse zijn de gegevens daarom per deelgebied (west, midden, oost) geaggregeerd in plaats van per macrocel. Hierbij vallen alle locaties ten westen van Terneuzen onder West en alle locaties ten oosten van Hansweert onder Oost. Midden omvat dan alle locaties tussen Terneuzen en Hansweert. Het gebied waar een negatief effect op de populatie werd verwacht (zie §7.3.1) valt dus onder het gebied ‘Oost’.

Tabel 7-10: Ligplaatsen per macrocel en deelgebied van de Westerschelde (Strucker et al., 2011, 2012, 2013)

Plaatnaam	macrocel	Locatie in de Westerschelde
Hooge Platen (= De Bol)	1	West
Hoge Springer	1	West
Lage Springer	3	Midden
Spijkerplaat	3	Midden
Middelplaat	3	Midden
Molenplaat	4	Midden
Everingen	3	Midden
Plaat van Baarland	4	Midden
Rug van Baarland	4	Midden
Plaat van Ossenisse	4	Midden
Platen van Valkenisse	5	Oost
Zimmermangeul	5	Oost
Verdronken Land van Saeftinghe	-	-

7.3.3 Analyses

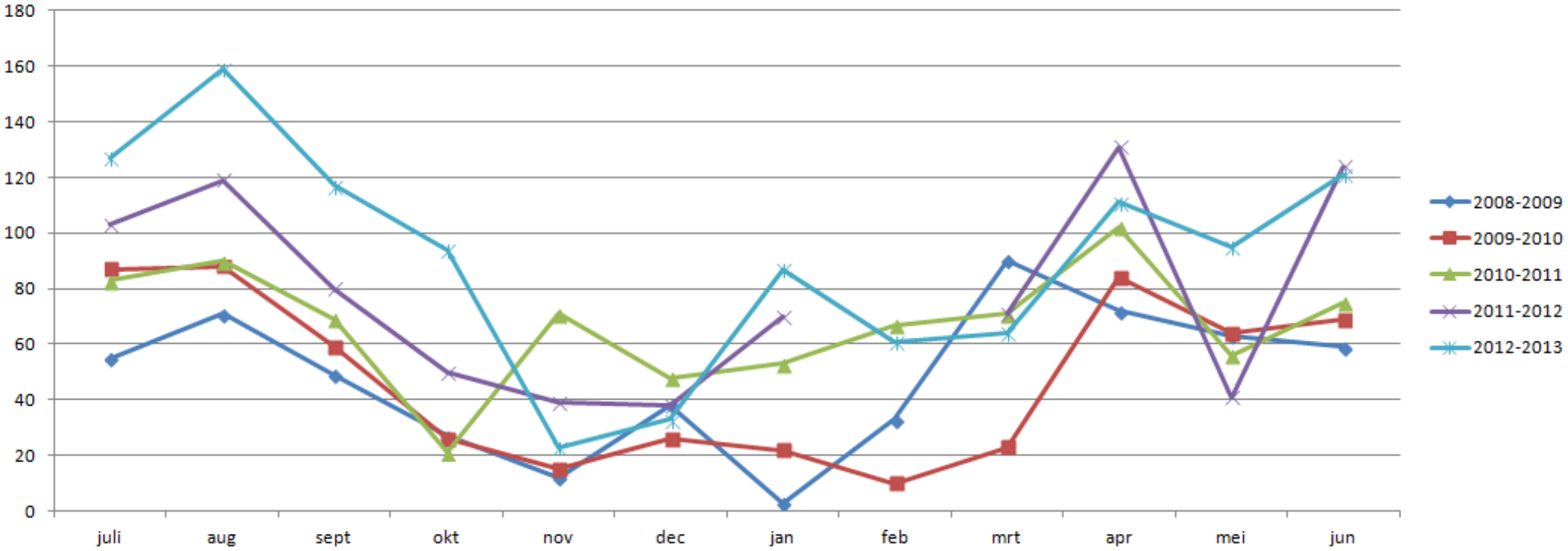
7.3.3.1 Monitoring MWTL

7.3.3.1.1 Gewone zeehond

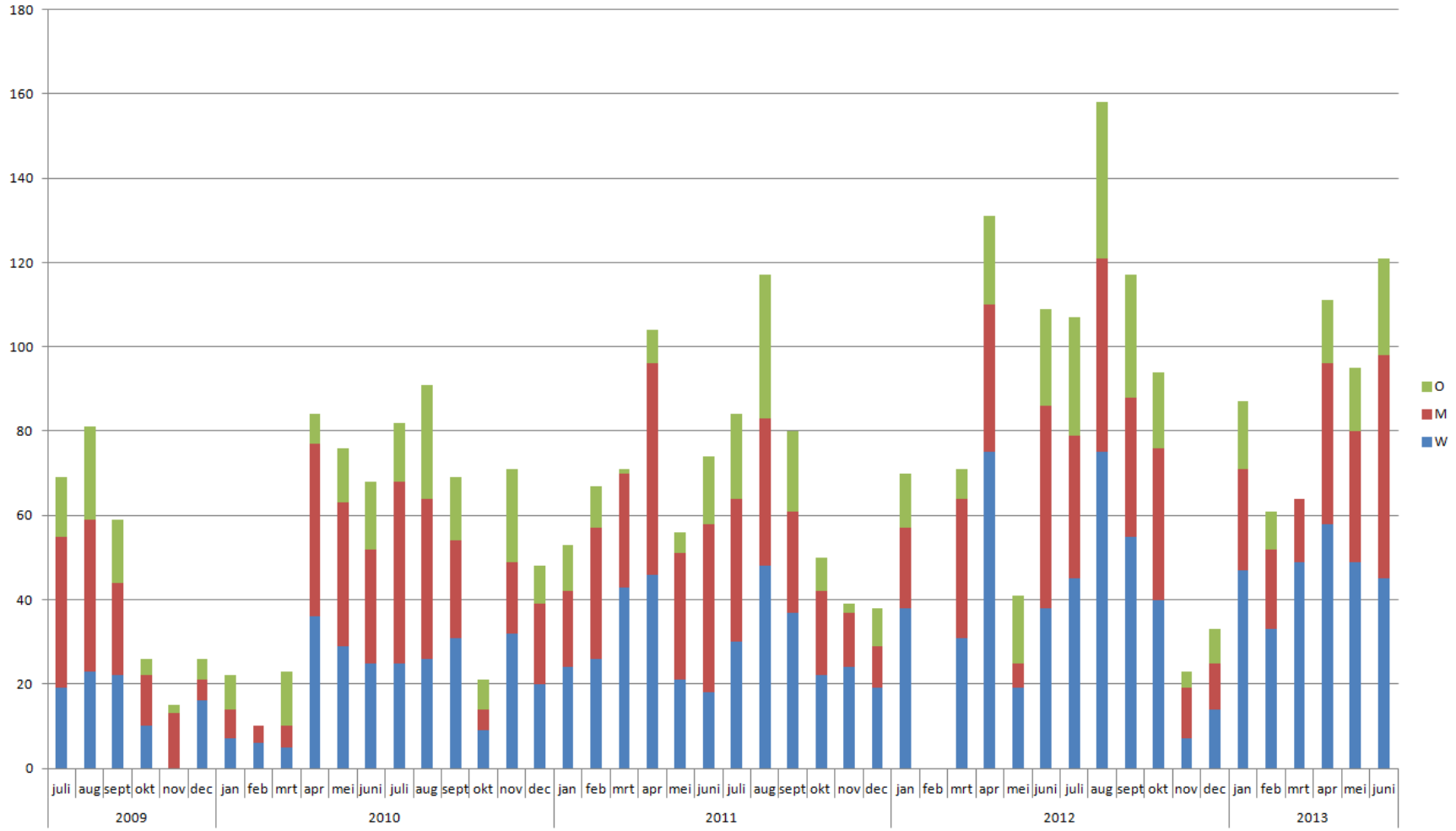
Uit de MWTL gegevens (Tabel 7-11) blijkt dat er een positieve trend bestaat voor de populatie gewone zeehonden in de Westerschelde in de voorbije 5 jaar. De hoogste aantallen gewone zeehonden, inclusief de jongen worden jaarlijks aangetroffen in augustus (Figuur 7-49). De hogere aantallen volwassen individuen worden voornamelijk geteld in het westelijk deel van de Westerschelde (Figuur 7-50) terwijl de hoogste aantallen jongen werden aangetroffen in het oostelijk deel van de Westerschelde in 2009 en 2012 en in het midden van de Westerschelde in 2010 en 2011.

Tabel 7-11: Tellingen MWTL van de gewone zeehond, inclusief de jongen (2008-2013; de telling in februari 2012 werd niet uitgevoerd)

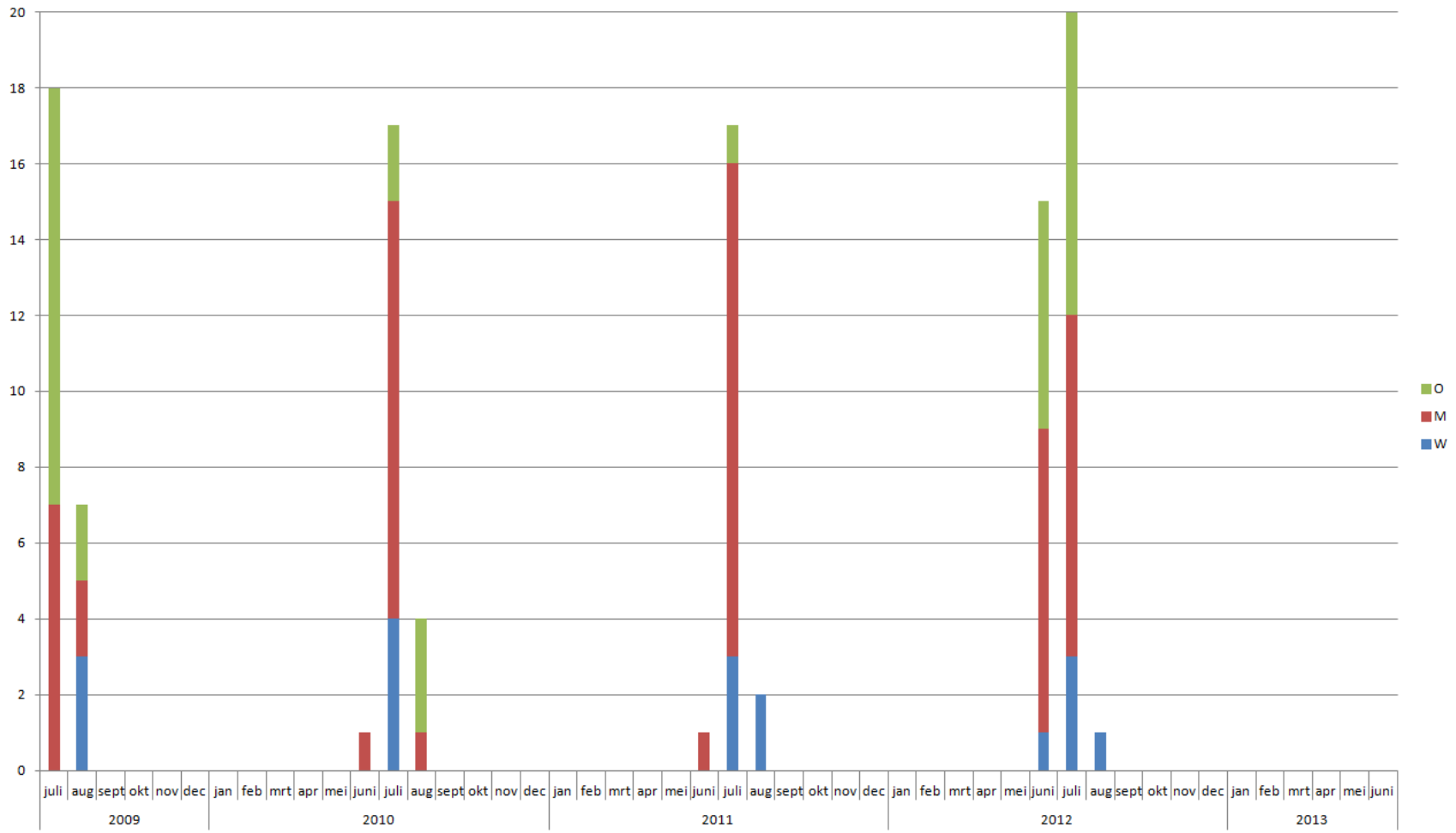
maand	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013
juli	55	87	83	103	127
aug	71	88	90	119	159
sept	49	59	69	80	117
okt	27	26	21	50	94
nov	12	15	71	39	23
dec	38	26	48	38	33
jan	3	22	53	70	87
feb	33	10	67	-	61
mrt	90	23	71	71	64
apr	72	84	102	131	111
mei	63	64	56	41	95
jun	59	69	75	124	121
Totaal	**572**	**573**	**806**	**866**	**1092**



Figuur 7-49: Temporele evolutie van het aantal gewone zeehonden, inclusief de jongen, in de Westerschelde tussen juli 2008 en juli 2013



Figuur 7-50: Spatiotemporele evolutie het aantal volwassen gewone zeehonden in de Westerschelde (W: west; M: midden; O: oost) tussen juli 2009 en juli 2013

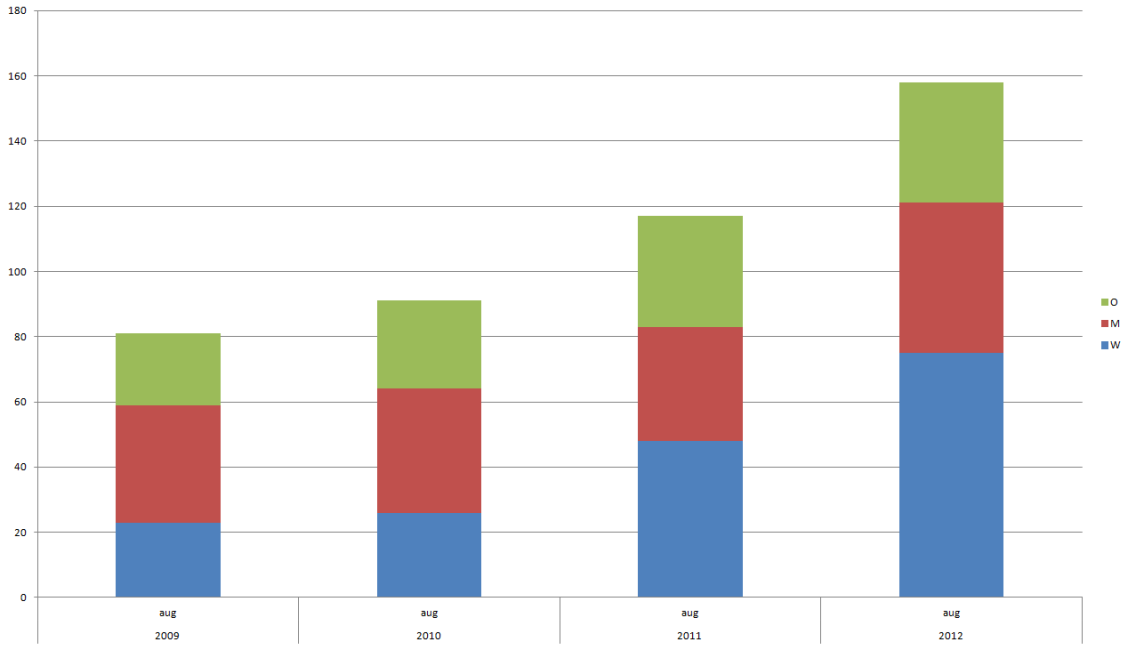


Figuur 7-51: Spatiotemporele evolutie van het aantal jonge gewone zeehonden in de Westerschelde (W: west; M: midden; O: oost) tussen juli 2009 en juli 2013

Een niet-parametrische Seasonal Kendall test geeft aan dat de stijging van het aantal getelde gewone zeehonden significant is ($p<0.05$) en de trendmatige toename in aantal wordt op 12 individuen per jaar geschat.

In voorgaande rapportage werd ook aanbevolen de trendanalyse uit te voeren op het aantal zeehonden dat wordt geobserveerd in augustus i.p.v. juli zoals beschreven in Holzhauer *et al.* (2011a). Uit eerder onderzoek is gebleken dat op dat moment de kleinste variatie in totale aantallen optreedt, en je zo de meest zinvolle uitspraak kunt doen over de evolutie van het aantal zeehonden in de Westerschelde.

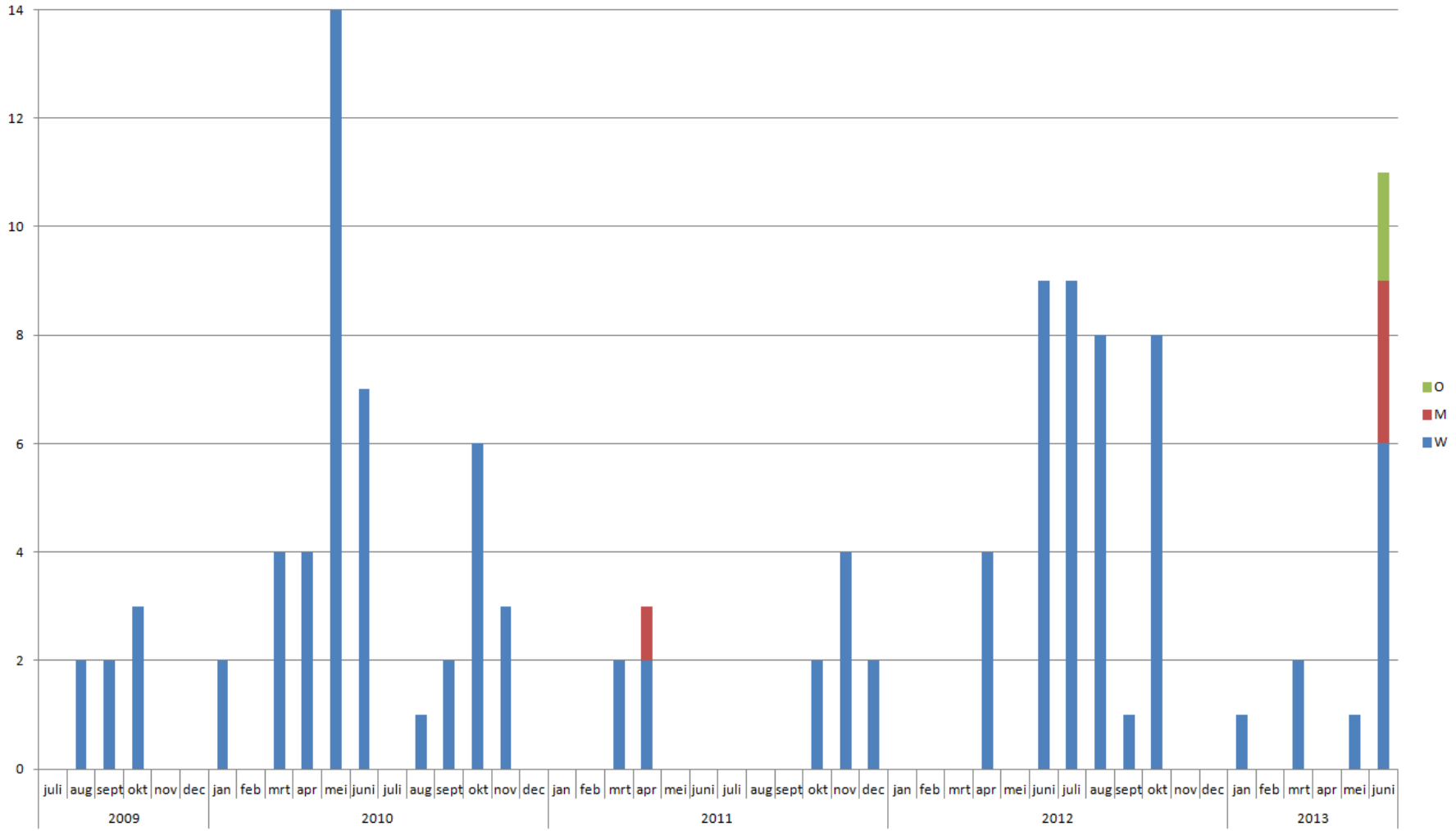
In Figuur 7-52 worden de augustustellingen van de gewone zeehond weergegeven tussen 2009 en 2012. Hierin is duidelijk een stijging merkbaar in aantallen in de tijd en dan voornamelijk in het westen van de Westerschelde.



Figuur 7-52: Spatiotemporele evolutie van het aantal gewone zeehonden in de maand augustus in de Westerschelde (W: west; M: midden; O: oost) tussen 2009 en 2012

7.3.3.1.2 Grijze zeehond

Er worden beduidend minder grijze zeehonden (maximum aantal: 14) dan gewone zeehonden (maximum aantal: 158) aangetroffen in de Westerschelde. Er valt geen temporele trend te ontdekken in Figuur 7-53, maar ruimtelijk gezien worden de volwassen grijze zeehonden voornamelijk in het westelijk deel van de Westerschelde gespot. Enkel in april 2011 en in juni 2013 werden ze ook aangetroffen in respectievelijk het midden en het midden en het oosten van de Westerschelde. Er werden geen jonge grijze zeehonden aangetroffen in de Westerschelde tussen 2009 en 2013.



Figuur 7-53: Spatiotemporele evolutie van het aantal volwassen grijze zeehonden in de Westerschelde (W: west; M: midden; O: oost) tussen juli 2009 en juli 2013

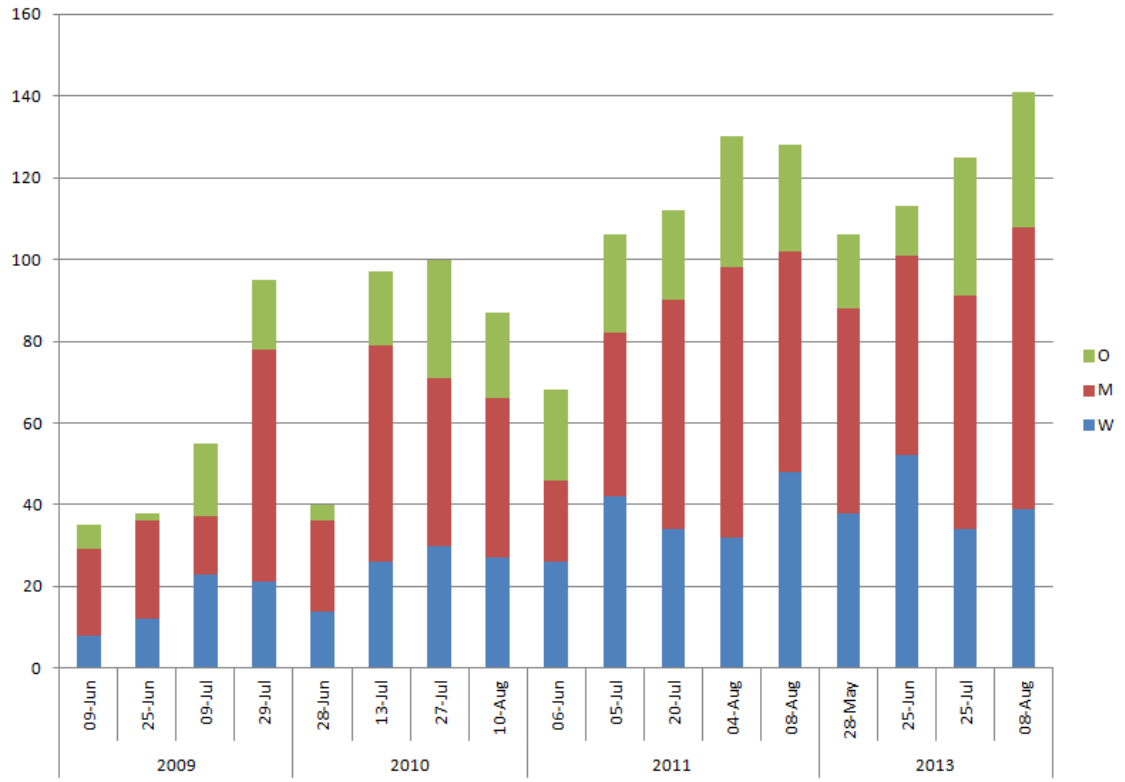
7.3.3.2 Monitoring provincie Zeeland

Uit de tellingen van de Provincie Zeeland kan de positieve trend voor de populatie gewone zeehonden in de Westerschelde in de voorbije 5 jaar ook worden afgeleid (Figuur 7-54). Daarnaast wordt bevestigd dat deze hogere aantallen volwassen individuen voornamelijk geteld worden in het westelijk deel en in het midden van de Westerschelde.

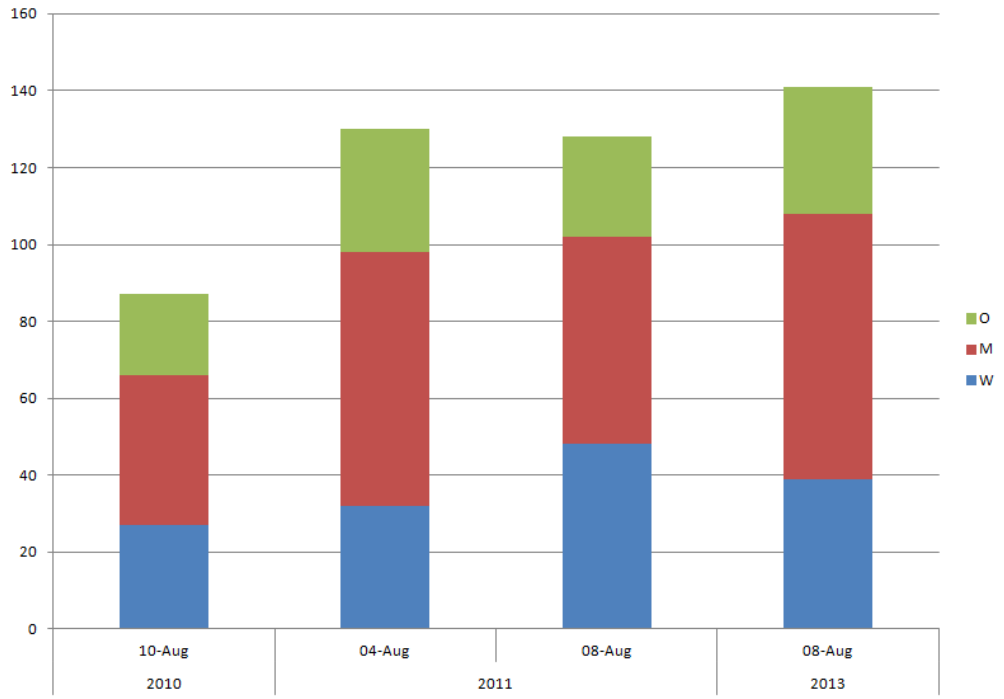
In Figuur 7-55 valt ook duidelijk een stijgende trend in de aantallen gewone zeehond in de maand augustus waar te nemen. De figuur toont ook de schommelingen in de aantallen in de deelgebieden. De stijging in aantallen is niet toe te pinnen op 1 deelgebied.

Figuur 7-56 laat dan weer duidelijk zien dat er steeds minder jonge gewone zeehonden worden gespot in de volledige Westerschelde tijdens de zomermaanden.

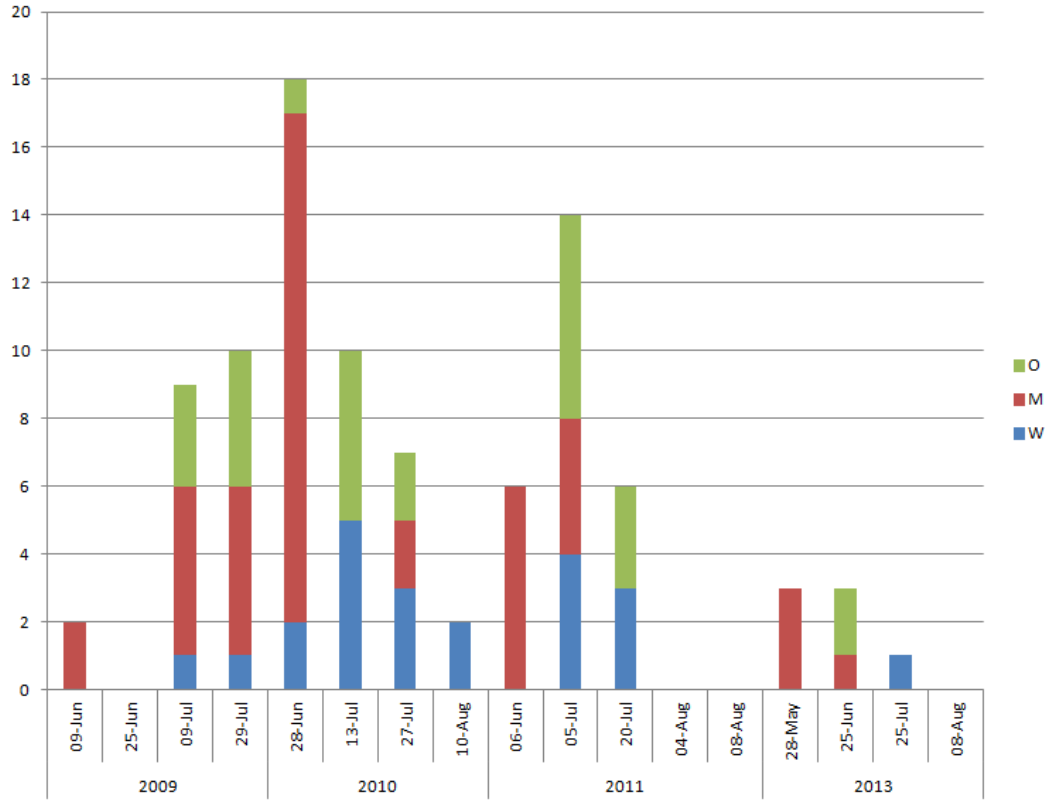
De volwassen grijze zeehonden worden slechts sporadisch aangetroffen in het westelijk deel van de Westerschelde (Figuur 7-57). In 2013 werd er zelfs geen enkel individu gespot. Ook tijdens deze monitoringscampagnes werd nergens een jonge grijze zeehond aangetroffen.



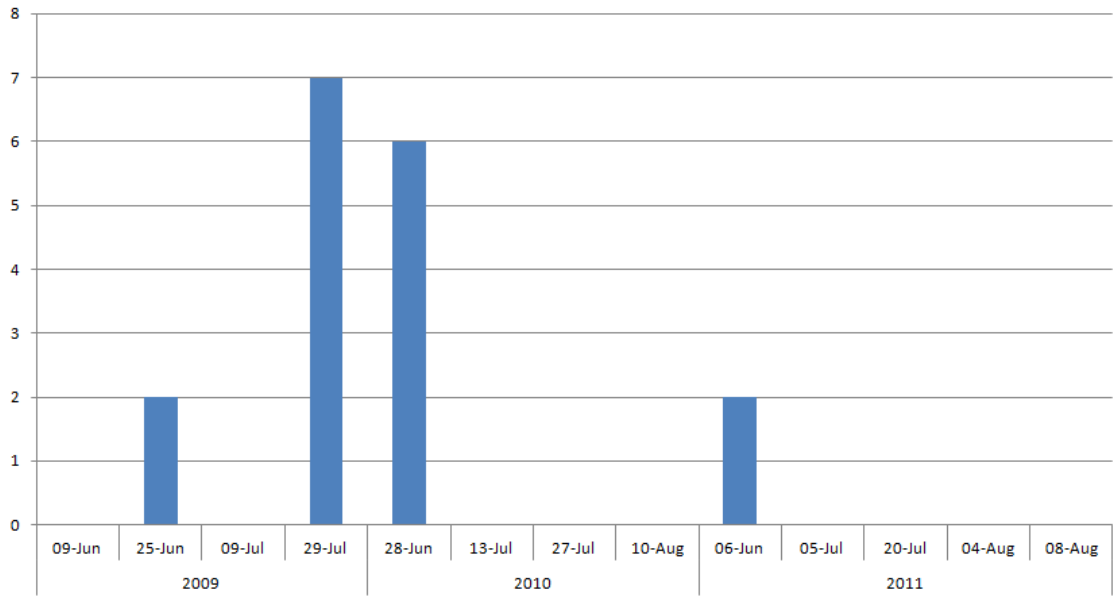
Figuur 7-54: Spatiotemporele evolutie van het aantal volwassen gewone zeehonden in de Westerschelde (W: west; M: midden; O: oost) in de zomermaanden van 2009, 2010, 2011 en 2013



Figuur 7-55: Spatiotemporele evolutie van het aantal gewone zeehonden in de maand augustus in de Westerschelde (W: west; M: midden; O: oost) tussen 2010 en 2013



Figuur 7-56: Spatiotemporele evolutie van het aantal jonge gewone zeehonden in de Westerschelde (W: west; M: midden; O: oost)
in de zomermaanden van 2009, 2010, 2011 en 2013



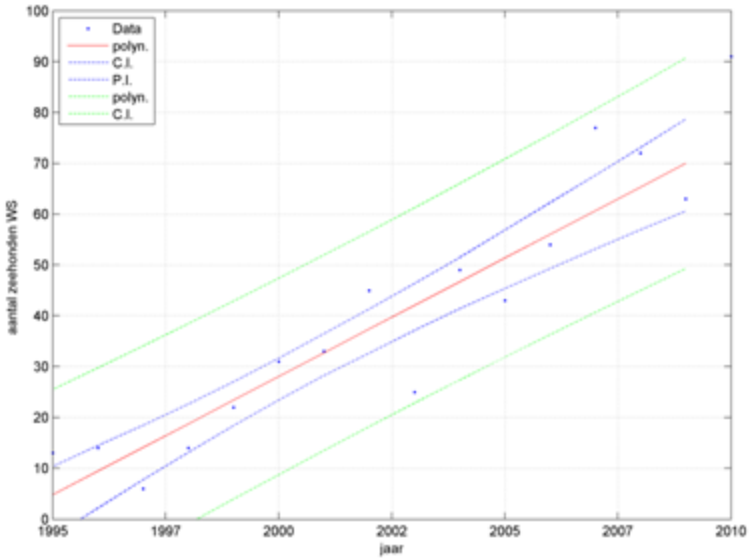
Figuur 7-57: Spatiotemporele evolutie van het aantal volwassen grijze zeehonden in de Westerschelde (W: west; M: midden; O: oost) in de zomermaanden van 2009, 2010, 2011 en 2013

7.3.4 Discussie

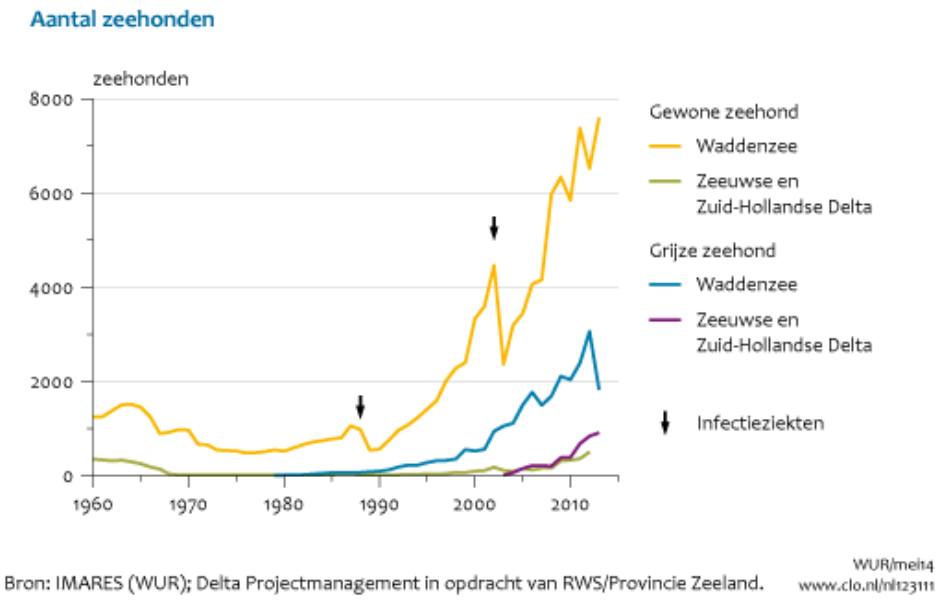
Uit alle data in de Westerschelde blijkt er een significante positieve trend te bestaan voor de populatie gewone zeehonden in alle deelgebieden van de Westerschelde. Er wordt een trendmatige toename in het aantal gewone zeehonden geschat van 12 individuen per jaar. De volwassen individuen worden voornamelijk aangetroffen in het westen van de Westerschelde terwijl de jongere individuen dieper in het estuarium gevonden worden in de zomermaanden (juni-juli-augustus). De resultaten van de MWTL data zijn in lijn met de stijgende trend van het aandeel gewone zeehonden in de Westerschelde ten opzichte van de referentiesituatie in de voorgaande rapportage (T2009).

De augustustellingen van de gewone zeehond tussen 2009 en 2012 (MWTL data) en tussen 2010 en 2013 (Provincie Zeeland data) tonen allebei een duidelijke stijging in aantallen in de tijd. Volgens de MWTL data is deze stijging voornamelijk zichtbaar in het westen van de Westerschelde. Deze significant stijgende trend van het aantal zeehonden in augustus werd reeds waargenomen in de periode 1995-2010 (T2009; Figuur 7-58:): 6-22 zeehonden in de jaren negentig tot 50-77 in de periode 2004-2009. In de periode 2004-2009 worden ook jaarlijks 3 tot 7 jongen waargenomen, tegenover een enkeling in de beginperiode van de waarnemingen.

Zoals reeds in de T2009 rapportage werd aangegeven, is de populatie in de Westerschelde afhankelijk van uitwisseling met populaties elders 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. De resultaten van de MWTL data zijn ook in lijn met de algemene vooruitgang van de gewone zeehond in Nederland (Figuur 7-59). In het Zeeuwse en Zuid-Hollandse Deltagebied is pas sinds eind jaren negentig sprake van een lichte groei en een herstel van de populatie, dankzij import uit onder andere de Waddenzee. In 2012 werden in het Deltagebied wel 500 gewone zeehonden geteld. Hoewel dit nog ver onder de draagkracht van het gebied ligt en de voortplanting nog erg laag is, met slechts 24 getelde jongen in 2012, geeft dit aan dat het gebied in toenemende mate gebruikt wordt door de dieren (CBS *et al.*, 2014b). In een populatie van 500 gewone zeehonden moeten minimaal 60 jongen geboren worden om een stabiele populatie in stand te houden (Meininger *et al.*, 2003).



Figuur 7-58: Trendanalyse van het aantal zeehonden in de Westerschelde in de maand augustus (1995-2010) (p<0.05)
(bron: T2009 Consortium, 2013)



Figuur 7-59: Evolutie van de gewone en grijze zeehond populaties in Nederland tussen 1960 en 2013 (Bron: IMARES (WUR); Delta Projectmanagement in opdracht van RWS/ Provincie Zeeland)

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. Hierop rusten ze tijdens laagwater (Meininger *et al.*, 2003). De relatie tussen de steilheid van de plaatrand (hoe steiler, hoe groter de ontsnappingskans bij gevaar) en het gebruik door zeehonden is nooit gekwantificeerd, maar wordt algemeen aanvaard. 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. De aanwezigheid van andere zeehonden, de afstand tot het foerageergebied, beschutting tegen extreme weersinvloeden en rust zijn van invloed op de keuze van een gewone zeehond om een zandbank al dan niet als ligplaats te gebruiken. Gewone zeehonden gebruiken het water rondom de zandbanken, indien niet dieper dan 30 m, voor het vangen van hun voedsel.

Veranderingen in de morfologie van platen kunnen indirecte gevolgen hebben voor zeezoogdieren (Meininger *et al.*, 2003). Zoals reeds beschreven in §7.1 zijn de slibrijke delen in het intergetijdengebied, voornamelijk in het laagdynamisch litoraal, potentieel het rijkst aan bodemdieren. In het voedselweb worden bodemdieren gegeten door vissen die op hun beurt weer worden gegeten door zeezoogdieren zoals de gewone zeehond. De verandering in ecotopen kan dus een effect hebben op het voedselaanbod voor de gewone zeehond. Anderzijds is geweten dat zeehonden behoorlijke afstanden zwemmen voor hun voedselvoorziening en kan de populatiegroei vooral voortkomt uit de algemene toename van de Deltapopulatie.

Daarnaast worden er beduidend minder grijze zeehonden dan gewone aangetroffen in de Westerschelde. De volwassen grijze zeehonden worden voornamelijk in het westelijk deel van de Westerschelde gespot. Er werden geen jonge grijze zeehonden aangetroffen in de Westerschelde tussen 2009 en 2013. In de Waddenzee werden in het voorjaar van 2012 meer dan 3.000 grijze zeehonden geteld, en er werden de laatste jaren zeker 400 pups geboren. De groei van de populatie ligt daarmee tussen de 15 en 19 procent. Deze terugkeer en sterke groei van de grijze zeehonden in de Waddenzee is voor een belangrijk deel beïnvloed door zeehonden uit Groot-Brittannië (Brasseur *et al.*, 2014). In de Westerschelde is er geen sprake van een populatie grijze zeehonden en deze wordt ook niet verwacht gezien grijze zeehonden een voorkeur hebben voor rotsige kusten bij open zee.

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. Er is geen aanwijzing dat voedsel beperkend is. De populatie gewone zeehonden laat alvast een gezonde reproductie zien, analoog aan de populatie in de Waddenzee (Brasseur *et al.*, 2013).

7.3.5 Conclusies

De MWTL datareeks wordt als vollediger en betrouwbaarder beschouwd worden om uitspraken op te baseren.

Er wordt een trendmatige toename geschat van 12 individuen gewone zeehonden per jaar in de Westerschelde. Deze stijging in aantallen is ook zichtbaar in de augustustellingen. De populatie in de Westerschelde is afhankelijk van de uitwisseling met populaties elders 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.

Positief binnen het estuarium is dat het areaal laagdynamisch gebied toeneemt, omdat dit reeds enkele tekenen toont van toenemende omvang van de benthos populaties (o.m. *Macoma)*. Of dit een direct effect heeft op het voedselaanbod is te betwijfelen, omdat zeehonden behoorlijke afstanden zwemmen voor hun voedselvoorziening. De populatiegroei komt ook voort uit de algemene groei van de Deltapopulatie. Het ophogen en versteilen van de platen kan inzake beschikbaarheid van rustgebied en beschutting ook als positieve factor aangewezen worden omdat dit zo geen beperkende factor vormt voor populatietoename in de Westerschelde.

Er worden beduidend minder grijze zeehonden dan gewone aangetroffen in de Westerschelde, zelfs geen enkel jong individu tussen 2009 en 2013. 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.

8. RANDINFORMATIE

8.1 INLEIDING

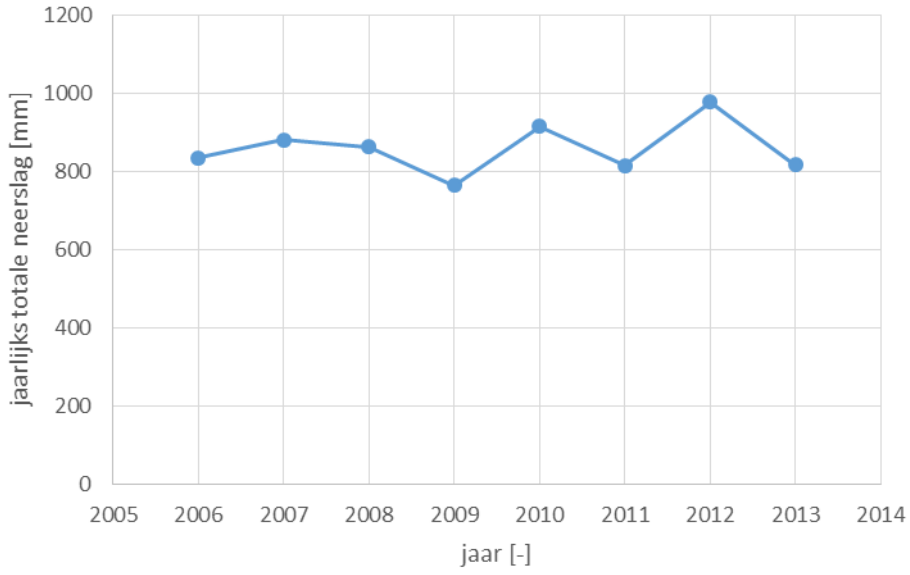
In dit hoofdstuk wordt de meteorologie en de rivierafvoer van de Schelde besproken. Deze randinformatie kan dienen als mogelijke verklaring voor bepaald gedrag in de controleparameters.

De meteorologie heeft het meeste invloed op de golven. Golven worden immers opgewekt door de wind en zijn dus meer afhankelijk van het natuurlijk variabel karakter van stormen jaar op jaar. De jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden zijn ook onderhevig aan meteorologische invloeden: waterstanden worden immers beïnvloed door opzet.

Daarnaast heeft de rivierafvoer vooral een invloed op de waterstanden (voornamelijk de hoogwaterstanden) en wordt geanalyseerd aan de hand van het jaargemiddelde debiet van de bovenafvoer van de Schelde te Melle en Schelle en van de spuisluis te Bath.

8.2 METEOROLOGIE

De elementen van de meteorologie die het meest nuttig kunnen zijn als verklarende parameter, zijn de neerslag en de wind. De jaarlijks totale neerslag te Ukkel wordt gegeven door het KMI (cf. Figuur 8-1). Uitschieters zijn 2010 en 2012. De neerslag heeft echter een rechtstreekse invloed op de bovenafvoer van de Schelde (cf. §8.3), zodat het hier niet verder wordt behandeld.



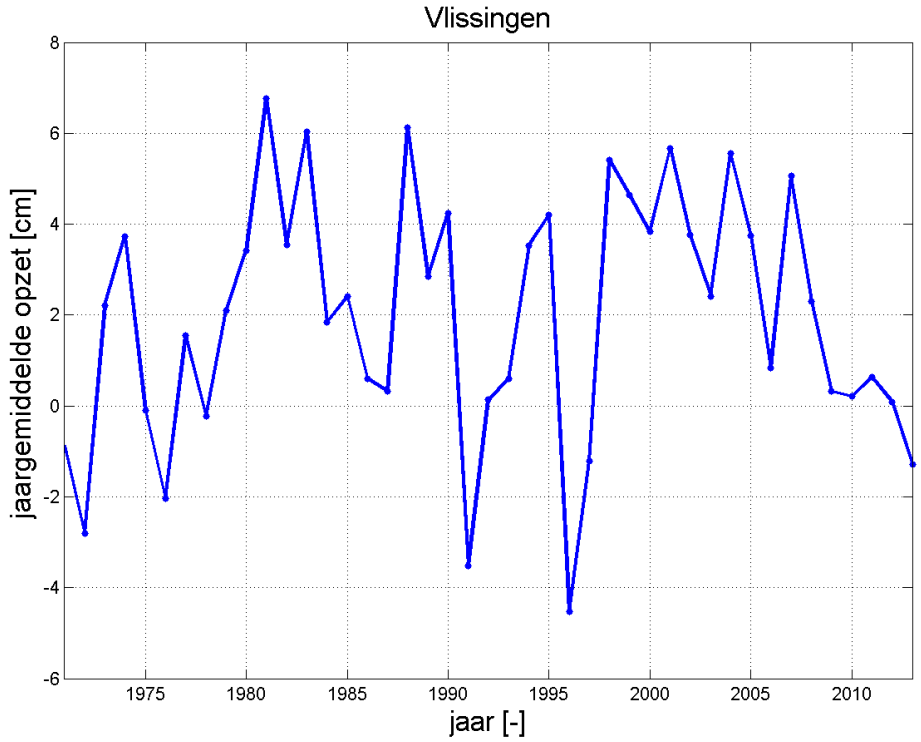
Figuur 8-1: Meteorologische gegevens per jaar volgens KMI te Ukkel: Jaarlijks totale neerslag.

In het T2009-rapport (T2009 consortium, 2014) bleek de rechte (momentane) opzet te Vlissingen het effect van de meteorologische wisselvalligheid op bepaalde rekenparameters goed weer te geven. Deze parameter bleek een geschikte maat te zijn van het optreden van stormen die een effect hebben op de Westerschelde (want afhankelijk van de windrichting) en bevat bovendien ook de variabiliteit van de stormintensiteit. Bij een sterkere storm met een – voor de Westerschelde – nadelige windrichting zal de stormopzet immers door de hoge windsnelheden groter zijn en omgekeerd.

De invloed van de wind (en de daaruit volgende opzet) op de jaargemiddelde hoogwaterstanden werd ook al eerder gevonden door (Bossinade *et al.*, 1993). Ze vonden dat in hun geval 75 % van de variantie van het jaargemiddelde HW kon verklaard worden uit de variantie van de lengte van de windvector en ze concludeerden bovendien:

“Dat vooral voor relatief korte tijdreeksen berekende trends sterk beïnvloed worden door de van jaar tot jaar wisselende windinvloed. Een al dan niet toevallige toename van wind uit opwaairichtingen zal zeker gepaard gaan met een stijging van het gemiddeld hoogwater.

De rechte opzet wordt berekend door van de waterstandmetingen het astronomisch getij te Vlissingen af te trekken (cf. Figuur 8-2).



Figuur 8-2: Evolutie van de jaargemiddelde opzet te Vlissingen (1971 – 2013).

Een kruiscorrelatie tussen de jaargemiddelde opzet en de jaargemiddelde hoog- en laagwater residuen op de T2009 trend wordt getoond in Figuur 8-3. De bijhorende correlatiecoëfficiënt en p-waarde worden gegeven in Tabel 8-1, bepaald voor de periode zonder en inclusief de jaren na 2009 (i.e. 2010-2013). Er wordt een zeer hoge correlatiecoëfficiënt gevonden van meer dan 90 %, die zelfs nog iets stijgt inclusief de periode na 2009. De p-waarde is zeer laag en wordt nog kleiner inclusief de periode na

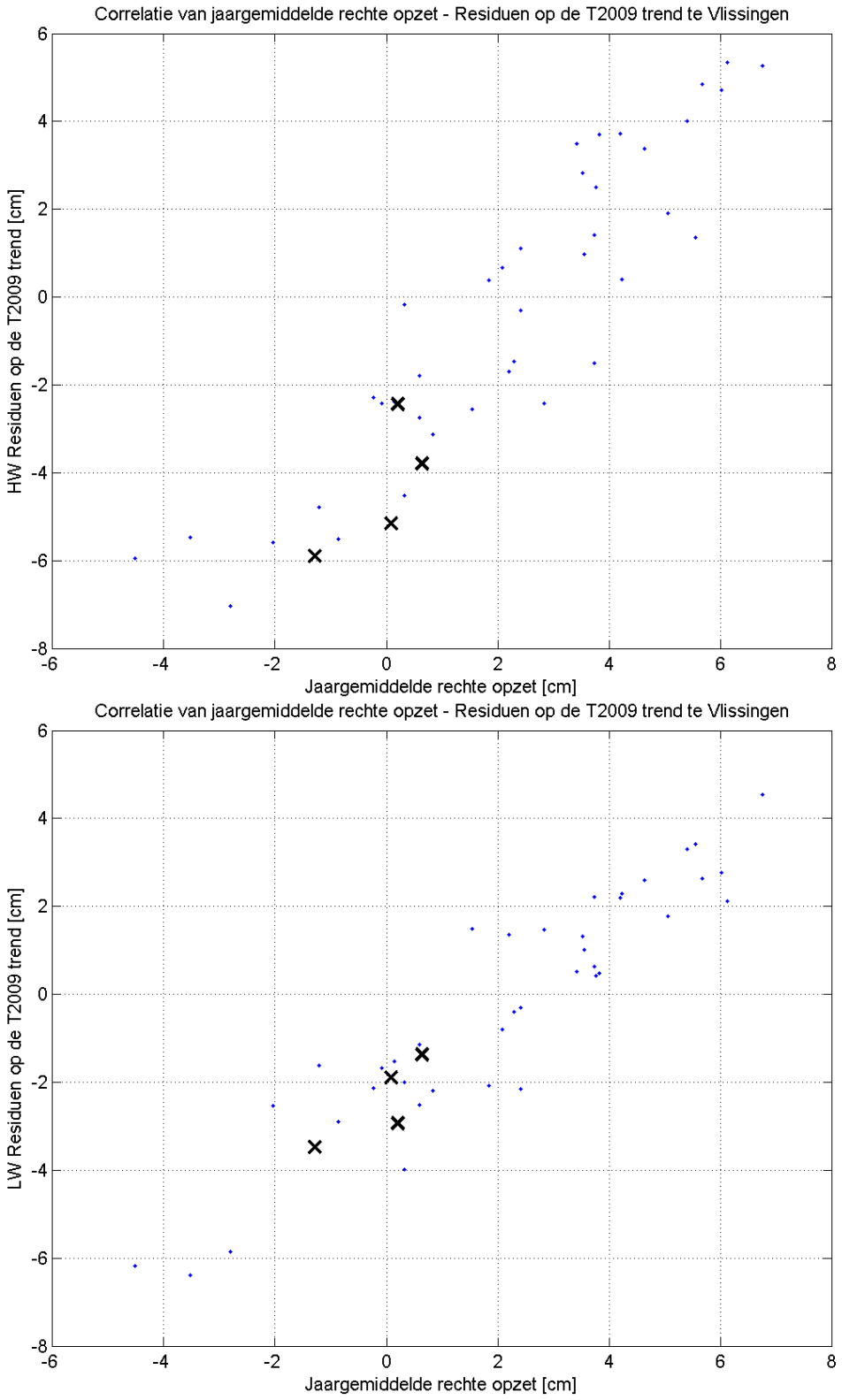
2009. Dit wijst in beide gevallen op een zeer hoge correlatie, die zeker niet minder wordt na 2009. Dit geldt voor zowel het jaargemiddelde hoog- als laagwater. Dit wordt nog verder geïllustreerd aan de hand van Figuur 8-4 en Figuur 8-5. Het zijn figuren waarin de residuen op de T2009 trend te Vlissingen worden vergeleken met de residuen op de T2009 trend waaruit de invloed van de jaargemiddelde opzet werd gefilterd. De afhankelijkheid van de jaargemiddelde opzet werd verwijderd op basis van het lineaire verband tussen de residuen en de opzet over de periode 1971-2009. Na verwijderen van de invloed van de opzet uit de residuen neemt de standaardafwijking van de jaargemiddelde HW/LW residuen duidelijk af (HW: σ = 3.56 cm → 1.47 cm; LW: σ = 2.66 cm → 0.96 cm). Voor de periode 2010-2013 verdwijnt de sterke neerwaartse trend van de HW residuen en verdwijnen de LW residuen zelf zo goed als volledig.

Voor het jaargemiddelde hoogwater te Vlissingen werd een afwijkend gedrag gevonden van de meetpunten ten opzichte van de T2009 trendlijn (cf. §4.1.2.3). Dankzij voorgaande inzichten, kan dit afwijkend gedrag hoofdzakelijk toegeschreven worden aan een meteorologische invloed (in dit geval wind die voor relatief lage opzetten heeft gezorgd in het estuarium tijdens de periode 2010-2013).

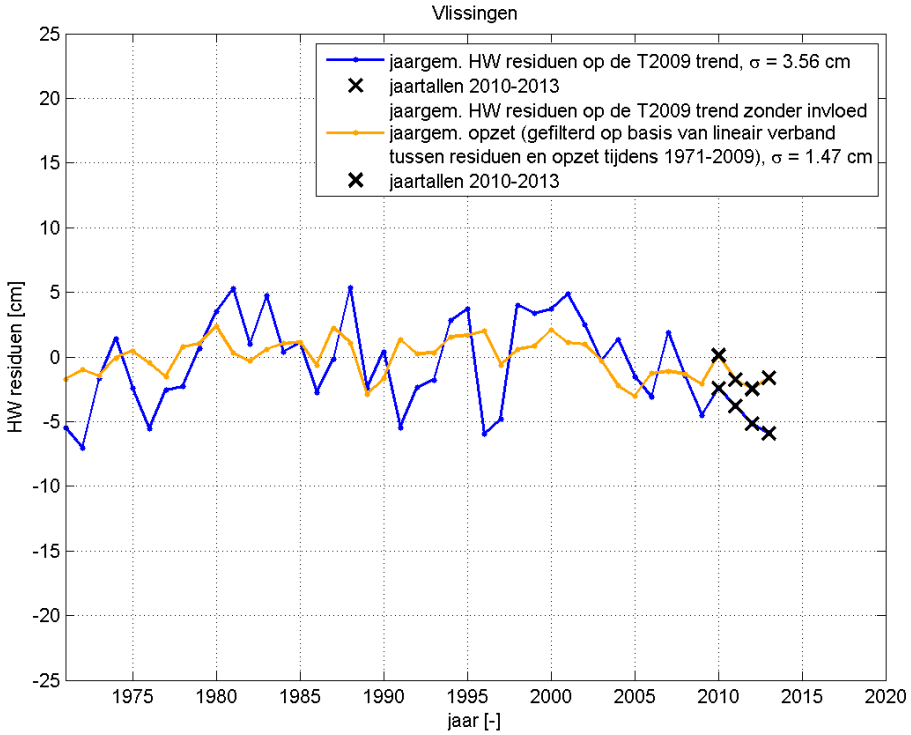
Aangezien de opzet invloed heeft op het volledige estuarium, is het waarschijnlijk dat de opzet ook een bijdrage heeft gehad in het afwijkend gedrag in de overige meetstations dieper in het estuarium.

Tabel 8-1: Correlatiecoëfficiënt en p-waarde van de kruiscorrelatie test (Pearson) tussen de jaargemiddelde rechte opzet en de jaargemiddelde HW/LW residuen op de T2009 trend te Vlissingen. Vergelijking van de correlatiecoëfficiënt en p-waarde tussen de perioden 1971-2009 en 1971-2013.

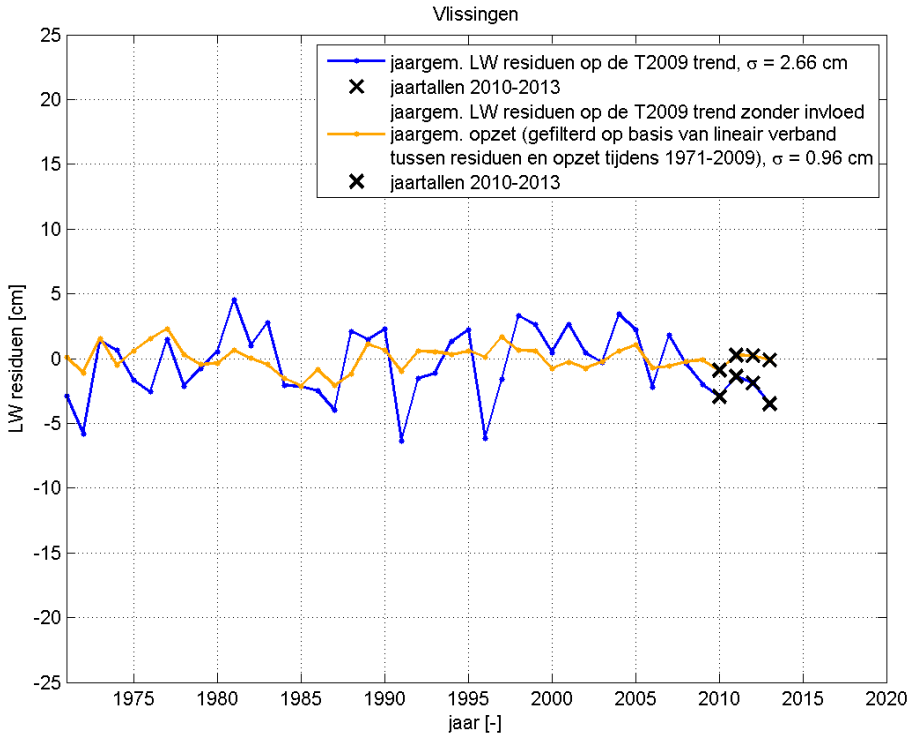
Kruiscorrelatie	**Correlatiecoëff. (Pearson)**		**p-waarde (Pearson)**	
Periode	1971-2009	1971-2013	1971-2009	1971-2013
Jaargem. rechte opzet – Jaargem. HW T2009 residuen	0.911	0.912	8.25e-16	2.00e-17
Jaargem. rechte opzet – Jaargem. LW T2009 residuen	0.930	0.933	1.16e-17	8.18e-20



Figuur 8-3: Kruiscorrelatie tussen de jaargemiddelde rechte opzet en de HW/LW residuen op de T2009 trend te Vlissingen. Indicatie van de 2010-2013 punten (kruisjes).
***Boven:** HW residuen op de T2009 trend. **Onder:** LW residuen op de T2009 trend.*



Figuur 8-4: Jaargemiddelde HW residuen op de T2009 trend te Vlissingen vergeleken met de residuen waaruit de invloed van de opzet is gefilterd op basis van het lineair verband tussen residuen en opzet tijdens 1971-2009.



Figuur 8-5: Jaargemiddelde LW residuen op de T2009 trend te Vlissingen vergeleken met de residuen waaruit de invloed van de opzet is gefilterd op basis van het lineair verband tussen residuen en opzet tijdens 1971-2009.

8.3 RIVIERAFVOER

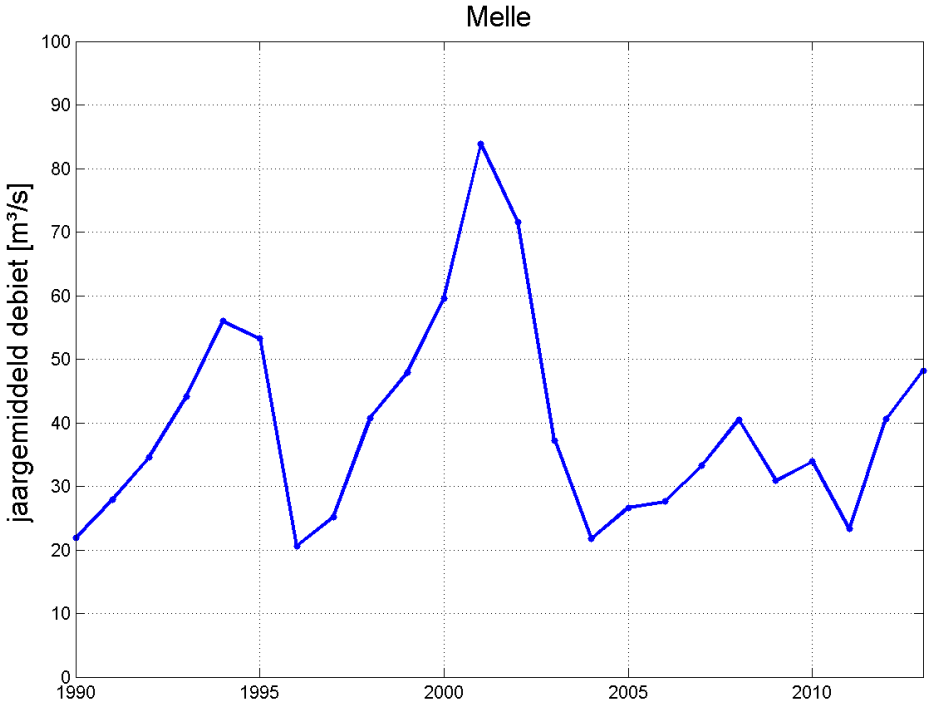
Het jaargemiddeld bovenafvoer debiet van de Schelde te Schelle, te Melle en de spuisluis te Bath is weergegeven respectievelijk in Figuur 8-6, Figuur 8-7 en Figuur 8-8. De jaargemiddelde bovenafvoer van de Schelde tijdens 2010-2013 is niet abnormaal afwijkend van de jaren voordien. De jaargemiddelde debieten van de Bathse spuisluis liggen in 2010-2013 iets hoger dan in voorgaande jaren.

In het T2009-rapport (T2009-consortium, 2014) werd een duidelijke correlatie gevonden tussen de residuen op de T2009 trend en het debiet van de bovenafvoer van de Schelde, voornamelijk voor het jaargemiddelde hoogwater in de meetstations opwaarts in de Zeeschelde. Hoe meer opwaarts in het estuarium hoe groter de correlatie. Deze kruiscorrelatie wordt hier opnieuw meegegeven voor het meetstation te Schelle in Figuur 8-9 met uitbreiding van periode 2010-2013. Bovendien wordt in Tabel 8-2 de correlatiecoëfficiënt en p-waarde gegeven voor de kruiscorrelatie over de periode t.e.m. 2009 en vergeleken met de periode t.e.m. 2013.

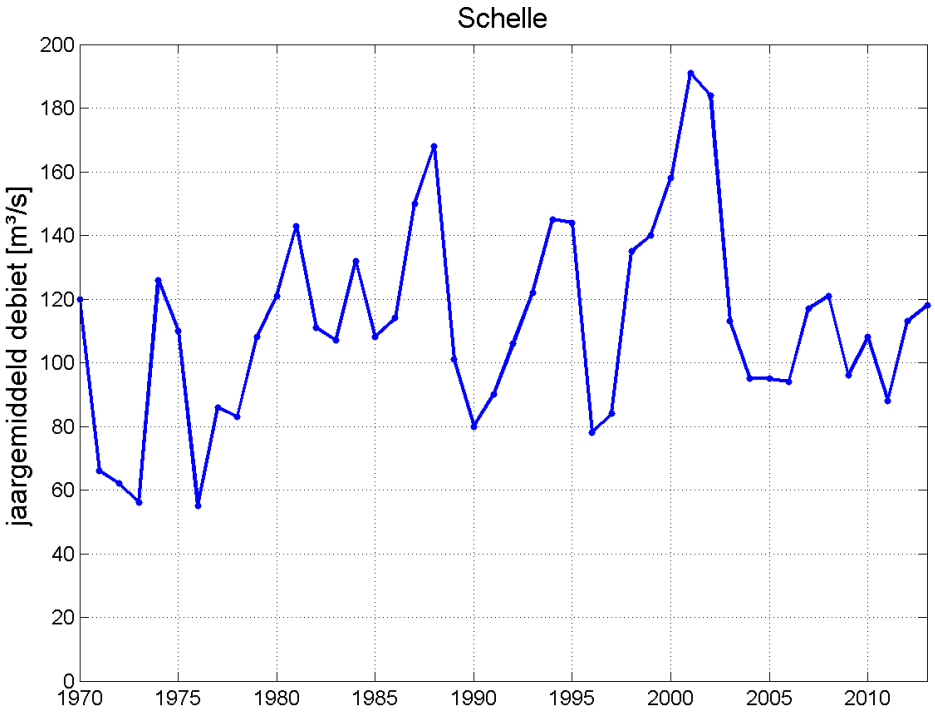
De correlatiecoëfficiënt met het jaargemiddelde HW is voldoende hoog om een duidelijke correlatie met de jaargemiddelde bovenafvoer aan te kunnen tonen. De correlatie met het jaargemiddelde laagwater is minder duidelijk. Beide correlatiecoëfficiënten dalen wanneer de periode 2010-2013 erbij wordt genomen. De p-waarde behoudt daarentegen een vergelijkbare grootteorde. Deze observaties zijn een indicatie dat variaties in de jaargemiddelde bovenafvoer tijdens 2010-2013 minder als verklaring kunnen dienen voor eventueel afwijkend gedrag van de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden ten opzichte van de T2009 trend dan voordien. Andere invloeden (zoals de opzet, menselijke ingrepen in het estuarium,…) zijn dus niet uit te sluiten.

Tabel 8-2: Correlatiecoëfficiënt en p-waarde van de kruiscorrelatie test (Pearson) tussen het jaargemiddelde debiet van de bovenafvoer en de jaargemiddelde HW/LW residuen op de T2009 trend te Schelle. Vergelijking van de correlatiecoëfficiënt en p-waarde tussen de perioden 1971-2009 en 1971-2013.

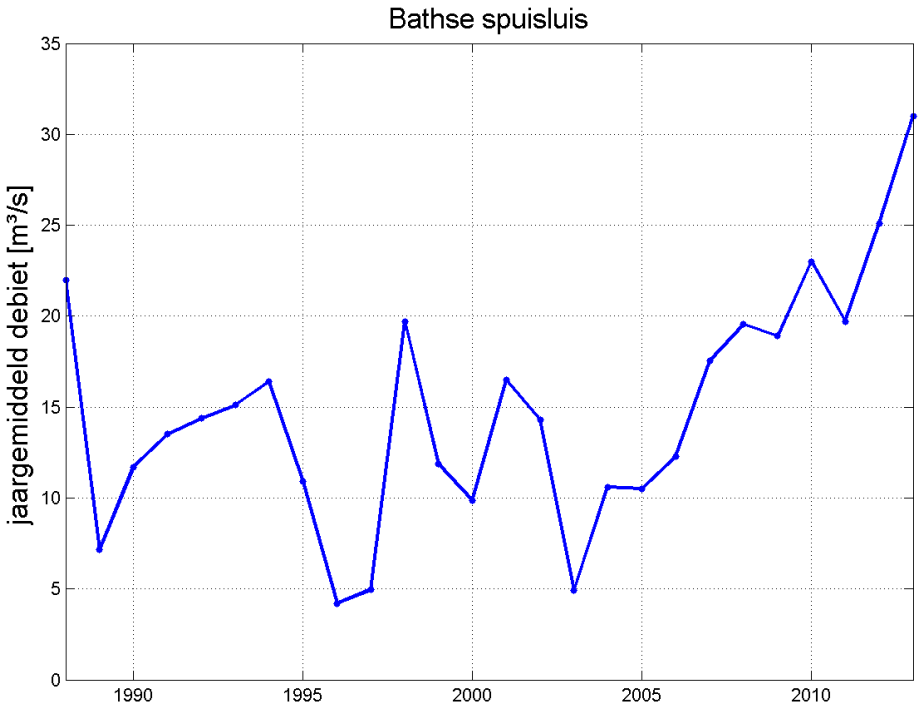
Kruiscorrelatie	**Correlatiecoëff. (Pearson)**		**p-waarde (Pearson)**	
Periode	t.e.m. 2009	t.e.m. 2013	t.e.m. 2009	t.e.m. 2013
Jaargem. bovenafvoer – Jaargem. HW T2009 residuen	0.760	0.717	1.84e-07	4.02e-07
Jaargem. bovenafvoer – Jaargem. LW T2009 residuen	0.569	0.555	5.57e-04	3.66e-04



Figuur 8-6: Jaargemiddeld bovenafvoerdebiet van de Schelde te Melle.

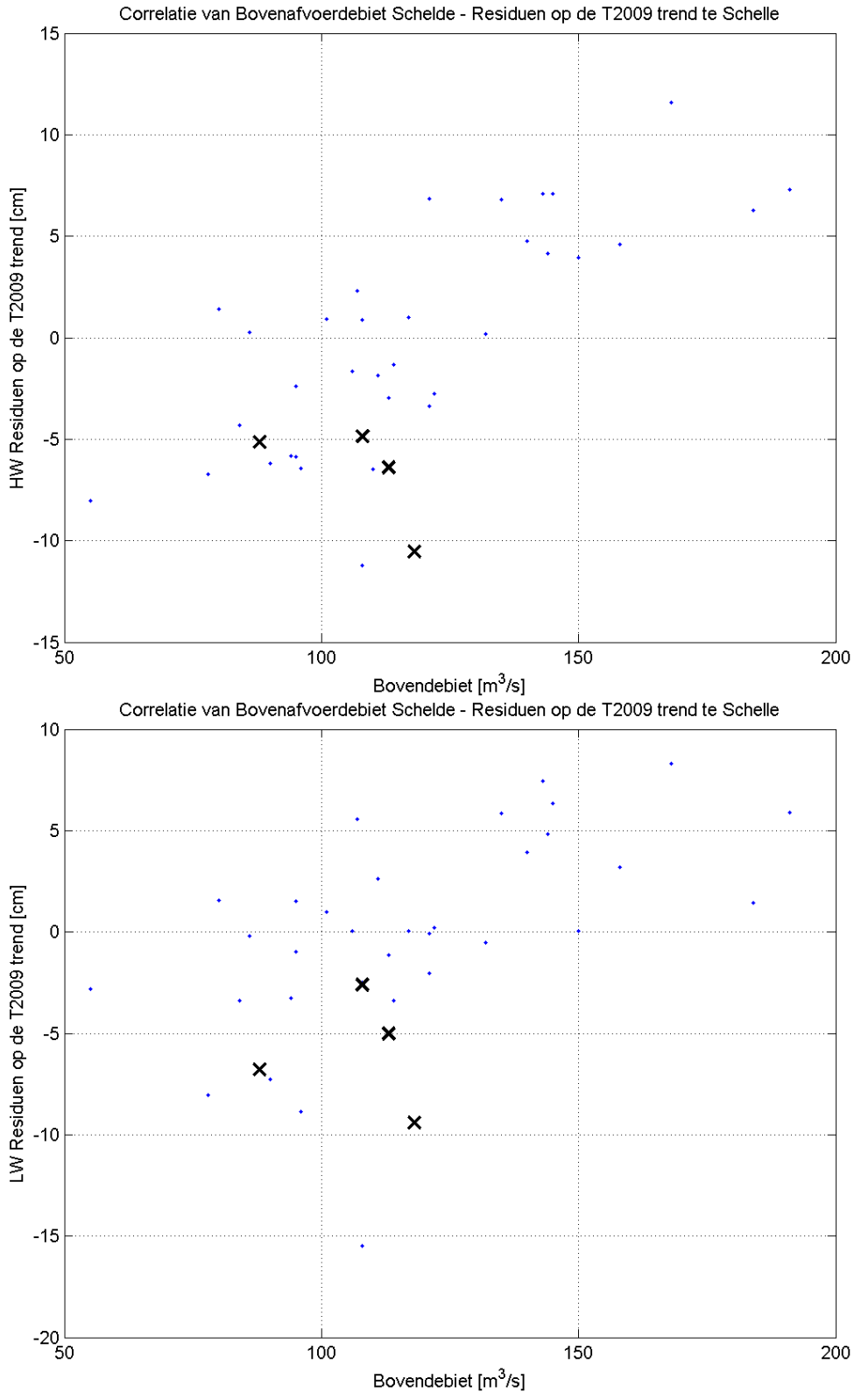


Figuur 8-7: Jaargemiddeld bovenafvoerdebiet van de Schelde te Schelle.



Figuur 8-8: Jaargemiddeld bovenafvoerdebiet van de spuisluis te Bath.

.



Figuur 8-9: Kruiscorrelatie tussen de HW/LW residuen op de T2009 trend en het bovenafvoerdebiet van de Schelde te Schelle. Indicatie van de 2010-2013 punten (kruisjes). Boven: HW residuen op de T2009 trend.
Onder: LW residuen op de T2009 trend.

8.4 CONCLUSIE RANDINFORMATIE

De randinformatie (zoals de meteorologie en rivierafvoer) kan dienen als mogelijke verklaring voor bepaald afwijkend gedrag in de controleparameters.

De elementen van de meteorologie die het meest nuttig kunnen zijn als verklarende parameter, zijn de neerslag en de wind. De neerslag beïnvloedt de rivierafvoer en wordt dus al behandeld daardoor. De variabiliteit van de wind en haar effect op het estuarium zit vervat in de opzet van de waterstand.

Er werd onderzocht of de residuen op de T2009 trend gecorreleerd zijn aan de opzet te Vlissingen. De HW- en LW-residuen te Vlissingen blijken zeer sterk gecorreleerd te zijn aan de jaargemiddelde opzet, eveneens voor de periode inclusief 2010-2013. Wanneer de invloed van de opzet uit de HW/LW residuen 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. Het gedrag van de wind – en dus de opzet – is dus een belangrijke (zo niet de belangrijkste) oorzaak van de afwijkingen op de T2009 trend na 2009. Aangezien de opzet invloed heeft op het volledige estuarium, is het waarschijnlijk dat de opzet ook een belangrijke bijdrage heeft gehad in afwijkend gedrag in de overige meetstations dieper in het estuarium.

De rivierafvoer heeft ook een invloed op de waterstanden (voornamelijk de hoogwaterstanden). Daarom werd ook de correlatie onderzocht tussen de jaargemiddelde HW-/LW-residuen op de T2009 trend en het jaargemiddelde debiet van de bovenafvoer te Schelle. De HW- en LW-residuen te Schelle zijn middelmatig, resp. zwak, gecorreleerd aan het jaargemiddelde bovenafvoer debiet. De correlatie neemt zelfs af voor de periode inclusief 2010-2013, wat wijst op andere mogelijke oorzaken van de residuen tijdens deze periode (bv. opzet, menselijke ingrepen).

9. REFERENTIES

Adriaensen F., Van Damme S., Van den Bergh E., Van Hove D., Brys R., Cox T., Jacobs S., Konings P., Maes J., Maris T., Mertens T., Nachtergale L., Struyf E., Van Braeckel A., Van Hove D. & Meire P. (2005). Instandhoudingsdoelstellingen Schelde-estuarium'. University of Antwerp, Ecobe, Ecobe Report O5R.82.

aMT (2010). Voortgang van de verruiming vaargeul Westerschelde en resultaten monitoring gewone zeehond. Rapportage i.k.v. Flora- en faunawetontheffing.

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

Birdlife International (2014). BirdLife | Partnership for nature and people. Geraadpleegd op 8 september 2014, op http://www.birdlife.org/.

Bossinade J.H., van den Bergs J. & Dijkema K.S. (1993). De invloed van wind op het jaargemiddelde hoogwater langs de Friese en Groninger waddenkust. *Rijkswaterstaat*, 24.

Brasseur S., Cremer J., Dijkman E. & Verdaat J. (2013). Monitoring van gewone en grijze zeehonden in de Nederlandse Waddenzee; 2002 - 2012. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, 352, in opdracht van 00000.

Brasseur S.M., Polanen Petel T.D., Gerrodette T., Meesters E.H., Reijnders P.J. & Aarts G. (2014). Rapid recovery of Dutch gray seal colonies fueled by immigration. *Marine Mammal Science*.

Castelijns W., Wieland A., Buise M., Speksnijder E. & Calle P. (2012). Broedvogelonderzoek In Het Verdronken Land van Saeftinghe 2012.

CBS, Planbureau voor de Leefomgeving & Wageningen UR (2014a). 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.

CBS, Planbureau voor de Leefomgeving & Wageningen UR (2014b). Gewone en grijze zeehond in Waddenzee en Deltagebied, 1960 - 2013 (indicator 1231, versie 11, 3 juni 2014). Geraadpleegd op 1 augustus 2014, op http://www.clo.nl/nl1231.

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

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

DAISIE (2014). DAISIE - Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe. Geraadpleegd op 2 oktober 2014, op http://www.europe-aliens.org/default.do.

De Backer A., Van Coillie F., Montserrat F., Provoost P., Van Colen C., Vincx M. & Degraer S. (2011). Bioturbation effects of Corophium volutator: Importance of density and behavioural activity. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 91(30), 6e313.

De Roo S. (2013). Experimental study of the hydrodynamic performance of a nature-friendly bank protection subject to ship waves in a confined, non-tidal waterway. Doctoraatsthesis, Universiteit Gent.

De Roo S., Van Crombrugge W., Troch P., Van Acker J. & Maes E. (2010). Field monitoring of ship-induced loads on (alternative) bank protections of non-tidal waterways. Book of abstracts, 32nd PIANC Congress, Liverpool, UK.

De Roo S., Vanhaute L. & Troch P. (2012). How ship wave action influences the sediment budget of a nature friendly bank protection in a confined, non-tidal waterway. Geophysical Research Abstracts, European Geosciences Union (EGU), Vienna, Austria.

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

Helsel D.R. & Hirsch R.M. (2002). Statistical Methods in Water Resources. Techniques of Water Resources Investigations, volume 5. U.S. Geological Survey.

Holzhauer H., Maris T., Meire P., Van Damme S., Nolte A., Kuijper K., Taal M., Jeuken C., Kromkamp J., van Wesenbeeck B., Van Ryckegem G., Van den Bergh E. & Wijnhoven S. (2011a). Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium. Fase 2. Vlaams Nederlandse Schelde Commissie (VNSC). Projectnummer Deltares: 1204407.

Holzhauer H., Maris T., Meire P., Van Damme S., Nolte A., Kuijper K., Taal M., Jeuken C., Kromkamp J., van Wesenbeeck B., Van Ryckegem G., Van den Bergh E. & Wijnhoven S. (2011b). Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium. Fase 2. Vlaams Nederlandse Schelde Commissie (VNSC). Projectnummer Deltares: 1204407, in opdracht van 00000.

Huisman B.J.A., Schroevers M. & van der Wal M. (2010). Erosie van het slik van Bath : onderzoek naar de drijvende kracht achter erosie. Deltares.

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

IMDC (2013a). Monitoringprogramma Flexibel Storten. Deelopdracht 6: Voortgangsrapport data 2010-2011. I/RA/11353/12.197/DDP, in opdracht van afdeling Maritime 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 (2013c). Evaluation of the external effect on the siltation in Deurganckdok (2012 - 2014), Report 1.14: Analysis of the boundary conditions in survey years 5 and 6: 01/04/2010 - 31/03/2012. I/RA/11.406/13.062/MGO.

IMDC (2014a). Monitoringprogramma Flexibel Storten. Deelopdracht 5: Analyse van de stortingen in de diepe delen van de hoofdgeul - fase 3 (najaar 2012- najaar 2013). I/RA/11353/14.079/KVT.

IMDC (2014b). Deelopdracht 7 Maandrapport plaatrandstortingen juni-juli 2014. I/RA/11353/14.169/MGO.

IMDC (2014c). Aanvulling hoogteontwikkeling Hooge Platen Noord – data 2013.

IMDC (2014d). 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, in opdracht van 00000.

INBO (2014a). MONEOS – Geïntegreerd datarapport INBO: Toestand Zeeschelde 2013. Monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.

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

INBO (2014c). Overlast of schade door uitheemse soorten (’invasieve exoten’) - Agentschap voor Natuur en Bos. Geraadpleegd op 14 oktober 2014, op http://www.natuurenbos.be/nl-BE/natuurbeleid/soortenbeleid/door_uith_soorten.

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

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

Jentink R. (2014e). Sedimentatie / Erosie metingen Flexibel Storten. Brondata Datarapportage 2013 (.xls data). Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening.

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

Jeuken M.C.J.L. (2000). On the morphologic behaviour of tidal channels in the Westerschelde estuary. Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap.

Laursen K., Blew J., Eskildsen K., Gunther K., Halterlein B., Kleefstra R., Luersen G., Potel P. & Schrader S. (2010). Migratory Waterbirds in the Wadden Sea 1987- 200. Common

Wadden Sea Secretariat, Joint Monitoring Group of Migratory Birds in the Wadden Sea, Wadden Sea Ecosystem No.30.

LTV-consortium (2014). Advies Flexibel Storten. Voorstel voor het afleiden van koerslijnen en ondergrenzen. (1209395-000-ZKS-0001, concept). LTV-consortium Deltares - IMDC - Svasek - Arcadis.

Maris T. & Meire P. (2011). Onderzoek naar de gevolgen van het Sigmaplan, baggeractiviteiten en havenuitbreiding in de Zeeschelde op het milieu: geïntegreerd eindverslag van het onderzoek verricht in 2009-2010.

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 (2013). Toetsing kwaliteitsparameters 2013 Verruiming Westerschelde. 18 april 2013.

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.

Rijkswaterstaat (2014a). Geulwandsuppletie Gat van Ossenisse (.ppt-presentatie). Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Rijkswaterstaat (2014b). Plaatranden kwartaal 1 2014. Diaprofiel HPW. Rijkswaterstaat Zeeland.

Rijkswaterstaat (2014c). Plaatranden kwartaal 1 2014. Diaprofiel HPN. Rijkswaterstaat Zeeland.

Rijkswaterstaat (2014d). Plaatranden kwartaal 1 2014. Diaprofiel PWA. Rijkswaterstaat Zeeland.

Rijkswaterstaat (2014e). Plaatranden kwartaal 1 2014. Diaprofiel RVB. Rijkswaterstaat Zeeland.

Rijkswaterstaat (2014f). Ecotooparealen_toetsing_2014.xlsx (digitale brondata). Rijkswaterstaat.

Schrijver M. (2013). Monitoring meergeulensysteem Westerschelde, Toetsing criteria nevengeulen. Rapportnr. 7210A/MMGW-2013-01. Rijkswaterstaat Zeeland.

Schrijver M. (2014a). Toelichting op de resultaten toetsing criterium sedimentatie/erosie plaathoogtes. Rijkswaterstaat Zeeland.

Schrijver M. (2014b). 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.

Sinke O. (2011). Monitoring geulwanden Westerschelde. Locaties Ossenisse, Zuidergat, Valkenisse, Saeftinge en Bath. (Rapportnr. WVM_GWVD_2011/01.). Rijkswaterstaat Zeeland.

Sinke O. (2013). Monitoring geulwanden Westerschelde 2013. Locaties Ossenisse, Zuidergat, Baalhoek, Valkenisse, Bath en Saeftinge. Rijkswaterstaat Centrale informatievoorziening.

Spronk G. & Vereecken H. (2010). Verslag Afstemming monitoring - Saliniteit, Geleidendheid, Chloride. Vlaams Nederlandse Schelde Commissie (VNSC).

STERK Consulting (2006). Vergunningenregime Flexibele stortstrategie Westerschelde. Uitvoering geven aan een flexibele Wvo-vergunning. Centrum voor Wetgevingsvraagstukken Uvt en STERK Consulting.

Strucker R.C.W., Arts F.A. & Lilipaly S. (2011). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2009/2010. Rijkswaterstaat Waterdienst, RWS Waterdienst BM 11.10.

Strucker R.C.W., Arts F.A. & Lilipaly S. (2012). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2010/2011. Rijkswaterstaat Waterdienst, RWS Waterdienst BM 12.07.

Strucker R.C.W., Arts F.A. & Lilipaly S. (2013). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2011/2012. Rijkswaterstaat Waterdienst, RWS Waterdienst BM 13.19.

Strucker R.C.W., Hoekstein M.S.J. & Wolf P.A. (2010). Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2009. Delta Project Management/Rijkswaterstaat Waterdienst, RWS Waterdienst BM 10.09.

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

Taverniers E., Plancke Y. & Mostaert F. (2013a). MONEOS - jaarboek monitoring WL - BASISBOEK: Overzicht monitoring hydrodynamiek en fysische parameters zoals door WL in het Zeescheldebekken gemeten - uitleggend basisboek met algemene situering, methodologie en achtergrond. Waterbouwkundig Laboratorium, WL Rapporten, Projectnr 12_070.

Taverniers E., Plancke Y. & Mostaert F. (2013b). MONEOS - jaarboek monitoring WL - BASISBOEK: Overzicht monitoring hydrodynamiek en fysische parameters zoals door WL in het Zeescheldebekken gemeten - uitleggend basisboek met algemene situering, methodologie en achtergrond. Waterbouwkundig Laboratorium, WL Rapporten, Projectnr 12_070.

Troost K., Drent J., Folmer E. & van Stralen M. (2012). Ontwikkeling van schelpdierbestanden op de droogvallende platen van de Waddenzee. *De Levende Natuur*, 113(3), 83–88.

Van Colen C., Lenoir J., De Backer A., Vanelslander B., Vincx M., Degraer S. & Ysebaert T. (2009). Settlement of Macoma balthica larvae in response to benthic diatom films. *Marine Biology*, 156(10), 2161–2171.

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.

Vanlierde E., Vereecken H., Plancke Y., Taverniers E. & Mostaert F. (2013). MONEOS - jaarboek monitoring WL 2012: factual data rapportage van monitoring hydrodynamiek en fysische parameters zoals gemeten door WL in het Zeescheldebekken in 2012. *WL Rapporten*.

Vanlierde E., Wouters M., Vereecken H. & Mostaert F. (2010). Jaarlijks waterbodemonderzoek in de Westerschelde: monsternamecampagne 2010. Versie 2.0. Waterbouwkundig Laboratorium, WL Rapporten, 708_08a.

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

Vereecken H., Vanlierde E., Taverniers E. & Mostaert F. (2012). MONEOS - jaarboek monitoring WL 2011: Overzicht monitoring hydrodynamiek en fysische parameters zoals door WL in 2011 in het Zeescheldebekken gemeten. Versie 4_0. Waterbouwkundig Laboratorium, WL Rapporten, Projectnr 833_07.

VMM (2003). Chemische kwaliteit van de waterbodem in de Beneden-Zeeschelde. Campagne 2002.

VMM (2004). Chemische kwaliteit van de waterbodem in de Beneden-Zeeschelde. Campagne 2003.

VMM (2005). Chemische kwaliteit van de waterbodem in de Beneden-Zeeschelde. Campagne 2004.

VMM (2006). Chemische kwaliteit van de waterbodem in de Beneden-Zeeschelde. Campagne 2005.

VMM (2007). Chemische kwaliteit van de waterbodem in de Beneden-Zeeschelde. Campagne 2006.

VMM (2008). Chemische kwaliteit van de bodem van de Beneden-Zeeschelde. Campagne 2007.

VMM (2009a). Chemische kwaliteit van de bodem van de Beneden-Zeeschelde. Campagne 2009.

VMM (2009b). Chemische kwaliteit van baggerspecie in de Westerschelde. Campagne 2009.

VMM (2010). Jaarlijks waterbodemonderzoek in de Beneden-Zeeschelde: chemische kwaliteit van baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde. Campagne 2010.

VMM (2011). Jaarlijks waterbodemonderzoek in de Beneden-Zeeschelde: chemische kwaliteit van baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde. Campagne 2011.

VMM (2012). Jaarlijks waterbodemonderzoek in de Beneden-Zeeschelde: chemische kwaliteit van baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde. Campagne 2012.

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.

Vroom J., Van Gils J.A.G. & Holzhauer H. (2013). Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2012. Beschikbare data van 1996 t/m 2012. Deltares.

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.

WoRMS (2014). WoRMS - World Register of Marine Species. Geraadpleegd op 2 oktober 2014, op http://www.marinespecies.org/index.php.

Wortelboer F.G. (2010). Natuurkwaliteit en biodiversiteit van de Nederlandse zoute wateren. Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Ysebaert T., Meininger P.L., Meire P., Devos K., Berrevoets C.M., Strucker R.C. & Kuijken E. (2000). Waterbird communities along the estuarine salinity gradient of the Schelde estuary, NW-Europe. *Biodiversity & Conservation*, 9(9), 1275–1296.

10. BIJLAGEN

BIJLAGE A **BAGGERVOLUMES PER LOCATIE NEDERLAND**

BIJLAGE B **STORTVOLUMES PER LOCATIE NEDERLAND**

BIJLAGE C **BAGGER- & STORTVOLUMES NEDERLAND**

BIJLAGE D **BAGGER- & STORTVOLUMES NEDERLAND NAAR BELGIË**

BIJLAGE E **BAGGER- & STORTVOLUMES BELGIË**

BIJLAGE F **ZANDWINNINGSVAKKEN EN STORTVAKKEN HAVENS**

BIJLAGE G **ANALYSE RESIDUE HOOG- EN LAAGWATERSTANDEN**

BIJLAGE H **LIGGING STROOMMEETPUNTEN EN RAAIEN**

BIJLAGE I **STROOMSNELHEDEN OP DE PLAATRANDEN: RESULTATEN VAN DE METINGEN**

BIJLAGE J **MORFOLOGIE WESTERSCHELDE**

BIJLAGE K **MORFOLOGIE BENEDEN-ZEESCHELDE**

BIJLAGE L **MORFOLOGIE PLAATRANDZONES**

BIJLAGE M **FYSIOTOPEN BENEDEN-ZEESCHELDE**

BIJLAGE N **ECOTOPEN BENEDEN-ZEESCHELDE**

BIJLAGE O **ECOTOPEN WESTERSCHELDE**

BIJLAGE P **RTK HOOGTEMETINGEN**

BIJLAGE Q **INTEGRALE BENADERING SEDIMENTATIE-EROSIE MEETPUNTEN**

BIJLAGE R **CONTINUE METINGEN SUSPENSIEGEHALTE: ANALYSE VAN HET VERZADIGINGSVERSCHIJNSEL VAN DE SEAGUARD-SENSOR**