



**Vlaamse  
overheid**

# RAPPORT

**Vlaamse Overheid**

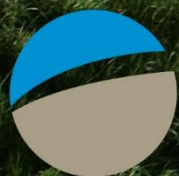
Afdeling Maritieme Toegang

## **Monitoringprogramma Flexibel Storten**

Voortgangsrapportage  
Syntheserapport

2016-2017:

3 april 2019 - versie 2.0



**IMDC**

International Marine & Dredging Consultants


---


## Colofon

---

International Marine & Dredging Consultants

Adres: Van Immerseelstraat 66, 2018 Antwerp, Belgium

: + 32 3 270 92 95

: + 32 3 235 67 11

Email: [info@imdc.be](mailto:info@imdc.be)

Website: [www.imdc.be](http://www.imdc.be)

## Document Identificatie

Titel	Voortgangsrapportage 2016-2017: Syntheserapport
Project	Monitoringprogramma Flexibel Storten
Opdrachtgever	Vlaamse Overheid - Afdeling Maritieme Toegang
Besteknummer	MT/01357_07
Documentref	I/RA/11498/18.140/API
Documentnaam	K:\PROJECTS\11\11498_P009392 - Vaarwegbeheer 2016-2021\11498-006 - Voortgangrapport 4\10-Rap\RA18140_11498_Voortgangsrapportage 4 - syntheserapport\RA18140_11498_Voortgangsrapport 4 - Syntheserapport_v1.95.docx

## Revisies

Versie	Datum	Omschrijving	Auteur	Nazicht	Goedgekeurd
1.0	01/03/2019	Concept t.b.v. Overleg Flexibel Storten	Zie auteurslijst	Zie revisorenlijst	GVH
2.0	03/04/2019	Verwerking commentaren overleg Flexibel Storten	Zie auteurslijst	Zie revisorenlijst	GVH

**Auteurs:** Lanckriet T., Pandelaers C., Pieterse A., Van Holland G.

**Revisoren:** Heinis F. (HWE), Meire P. (ECOBÉ), Van Holland G.

## Goedkeuring

Auteur	API	
Nazicht	THL	
Goedgekeurd	GVH	

## Verdeellijst

30	Analoog	Dhr. J. Suffis, Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid
1	Digitaal	

## Contactpersoon IMDC

Contactpersoon	Gijsbert van Holland
Telefoonnummer	+32 3 270 92 23
E-mail	gijsbert.van.holland@imdc.be

---

## Abstract

---

De Voortgangsrapportage 2016-2017 brengt verslag uit 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 benthosgegevens voor de Westerschelde. De analyse van deze gegevens laat toe de effecten van het project van de derde verruiming van de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde te evalueren en af te toetsen tegen wat in onder andere het MER als verwachting werd geformuleerd, en adviezen met betrekking tot de strategie en monitoring te formuleren.



---

## Inhoudstafel

---

<b>1. INLEIDING</b>	<b>1</b>
1.1 DE OPDRACHT	1
1.2 ACHTERGROND	1
1.3 DOEL VAN DE VOORTGANGSRAPPORTAGE	2
1.4 OVERZICHT VAN DE VOORTGANGSRAPPORTAGE	4
<b>2. VERWACHTINGEN</b>	<b>5</b>
2.1 INGREEP-EFFECTKETENS	5
2.2 VOORSPELDE EFFECTEN UIT HET MER	6
2.2.1 Ingrepen	6
2.2.2 Hydrodynamiek	7
2.2.3 Morfologie en leefomgeving	7
2.2.4 Fysicochemie en waterbodemkwaliteit	8
2.2.5 Fauna	8
<b>3. SAMENVATTING DATA-ANALYSE</b>	<b>10</b>
3.1 INGEPEN	10
3.1.1 Westerschelde	10
3.1.2 Beneden-Zeeschelde	17
3.2 HYDRODYNAMIEK	21
3.2.1 Meteorologie en bovenafvoer	21
3.2.2 Hoog- en laagwaterstanden	23
3.2.3 Getijslag	26
3.2.4 Golven	28
3.2.5 Stroomsnelheden	29
3.3 MORFOLOGIE EN LEEFOMGEVING	31
3.3.1 Recente morfologische veranderingen	31
3.3.2 Platen en plaatrandstortzones Westerschelde	39
3.3.3 Proefstortingen	48
3.3.4 Slikken en schorren	52
3.3.5 Watervolume in de nevengeulen	54
3.3.6 Ecotooparealen	56
3.4 FYSICOCHEMIE EN WATERBODEMKWALITEIT	61
3.4.1 Concentratie zwevende stof	62
3.4.2 Lichtextinctie	65
3.4.3 Gehalte chlorofyl-a	67
3.4.4 Chloride	69

3.4.5	<i>Kwaliteit van de waterbodem</i> .....	72
3.5	FAUNA .....	72
3.5.1	<i>Macrozoöbenthos</i> .....	72
3.5.2	<i>Vogels</i> .....	81
3.5.3	<i>Zeehonden</i> .....	88
4.	<b>INTEGRALE DISCUSSIE</b> .....	<b>91</b>
4.1	VOORAF.....	91
4.2	IMPACT OP MORFOLOGIE EN ECOTOPEN VAN DE PLAATRANDEN .....	92
4.3	IMPACT OP MORFOLOGIE DIEPE DELEN .....	93
4.4	IMPACT OP HYDRODYNAMIEK .....	99
4.5	IMPACT OP SLIBDYNAMIEK EN FYTOPLANKTON .....	101
4.6	IMPACT OP FAUNA .....	104
5.	<b>ADVIEZEN</b> .....	<b>111</b>
5.1	ADVIES STORTSTRATEGIE .....	111
5.2	ADVIES MONITORING EN VERDER ONDERZOEK .....	113
6.	<b>REFERENTIES</b> .....	<b>116</b>

## Bijlagen

<b>BIJLAGE A</b>	<b>TOETSING KWALITEITSPARAMETERS</b> .....	<b>122</b>
A.1	INLEIDING.....	123
A.2	INSTANDHOUDING MEERGEULENSTELSEL .....	124
A.3	ECOLOGISCHE WINST PLAATRANDSTORTINGEN .....	127
A.3.1	<i>Stabiliteit plaatrandstortingen</i> .....	127
A.3.2	<i>Ontwikkeling laagdynamisch areaal</i> .....	129
	<i>Behoud van oppervlak ecologisch waardevol gebied</i> .....	132
A.3.3	<i>Hoogte slikken en platen</i> .....	132
A.3.4	<i>Schorranderosie</i> .....	134
A.3.5	<i>Ontwikkeling ecologisch waardevol areaal Westerschelde</i> .....	135
<b>BIJLAGE B</b>	<b>GESELECTEERD KAARTMATERIAAL</b> .....	<b>137</b>

## Lijst van tabellen

TABEL 3-1: JAARLIJKS ONDERHOUDSVOLUME (EXCL. AANLEG) ZAND IN DE WESTERSCHELDE [MM <sup>3</sup> ] PER KALENDERJAAR. ....	11
TABEL 3-2: BAGGERVOLUMES [MM <sup>3</sup> ] VERGELEKEN MET IN DE MER VERWACHTE ONDERHOUDSVOLUME PER VERGUNNINGJAAR. VERGUNNINGJAAR 1 BEVAT OOK DE AANLEG VAN 7,7 MM <sup>3</sup> . ....	11
TABEL 3-3: MAXIMAAL VERGUNDE STORTCAPACITEIT (IN M <sup>3</sup> IN SITU) VOOR DE EERSTE VERGUNNINGSPERIODE (2010-2015). ....	13
TABEL 3-4: MAXIMAAL VERGUNDE STORTCAPACITEIT (IN M <sup>3</sup> IN SITU) VOOR DE TWEEDE VERGUNNINGSPERIODE (2015-2022). ....	13
TABEL 3-5: SAMENVATTING GESTORTE IN-SITU VOLUMES (IN M <sup>3</sup> ) VOOR DE EERSTE VERGUNNINGSPERIODE 2010-2015. ....	14
TABEL 3-6: SAMENVATTING GESTORTE IN-SITU VOLUMES (IN M <sup>3</sup> ) VOOR DE EERSTE 3 VERGUNNINGSJAREN (2015-2018) VAN DE TWEEDE VERGUNNINGSPERIODE. ....	15
TABEL 3-7: UITGEVOERDE BAGGERHOEVEELHEDEN VOOR HET JAARLIJKS ONDERHOUD (EN AANLEG VOOR ZAND) IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE [M <sup>3</sup> IN BEUN VOOR ZAND EN M <sup>3</sup> V' VOOR SLIB]. ....	17
TABEL 3-8: GEWENSTE HOEVEELHEDEN SPECIE PER JAAR NA BEËINDIGEN STORTEN VERDIEPINGSSPECIE (STABILITEIT PLAATRANDSTORTING). ....	45
TABEL 3-9: STABILITEIT PLAATRANDSTORTINGEN TEN OPZICHTE VAN DE START VAN DE VERRUIMING. ....	46
TABEL 3-10: STABILITEIT PLAATRANDSTORTINGEN VOOR DE TWEEDE VERGUNNINGSPERIODE. ....	46
TABEL 3-11: ECOTOPEN ONTWIKKELING IN DE PERIODE 1996-2016 VOOR DE WESTERSCHELDE (IN HA). ....	56
TABEL 3-12: WAARDEVOL LAAGDYNAMISCH AREAAL OF DE PLAATRANDEN (OPP. IN HA). ....	58
TABEL 3-13: EVOLUTIE VAN ECOTOPEN IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE TUSSEN 2010 EN 2016 (IN HA). ....	61
TABEL 3-14: NIET-BROEDVOGELS EN BROEDVOGELS IN DE WESTERSCHELDE RELEVANT IN KADER VAN DEZE RAPPORTAGE. ....	81
TABEL 3-15: VERGELIJKING SEIZOENSGEMIDDELDDES (JULI JAAR 1 – JUNI JAAR 2) VAN DE STELTLOPERS IN DE WESTERSCHELDE MET NATURA 2000 IHD (ONDER DE NORM: ROOD; BOVEN DE NORM: GROEN) EN 1%-NORM VAN RAMSAR (LAATSTE 3 JAAR ONDER DE NORM: ROOD; LAATSTE 3 JAAR BOVEN DE NORM: GROEN). ....	84
TABEL 3-16: TRENDS IN AANTALLEN BROEDPAREN IN DE WESTERSCHELDE TUSSEN 2012 EN 2017 (INCLUSIEF SAEFTINGHE). GROEN: WESTERSCHELDE STREEFDOEL GEHAALD; ROOD: NIET GEHAALD. ....	86
TABEL 4-1: SALDO VAN DE BERGINGSCAPACITEIT VAN ONDERHOUDSSPECIE IN DE MACROCEL ZELF (DERDE KOLOM, NEGATIEF IS EEN TEKORT AAN CAPACITEIT) EN HET TRANSPORT DAT RESTEERT NA STORTING IN DE MACROCEL DIRECT AFWAARTS (LAATSTE KOLOM). ....	95
TABEL 4-2: GESIMULEERDE STORTSCENARIO'S SH41. ....	96
TABEL 4-3: GESIMULEERDE STORTSCENARIO'S SH51. ....	97

## Lijst van figuren

FIGUUR 3-1: BAGGERVOLUME (UITGEDRUKT IN SITU M <sup>3</sup> ) IN DE WESTERSCHELDE SINDS 1980.....	11
FIGUUR 3-2: STORTVOLUME (UITGEDRUKT IN IN SITU M <sup>3</sup> ) IN DE WESTERSCHELDE SINDS 1980.....	12
FIGUUR 3-3: EVOLUTIE EN VERDELING HAVENSTORTVOLUMES WESTERSCHELDE (MENGSEL ZAND/SLIB; GEEN INFORMATIE OVER SEDIMENTSAMENTELLING BESCHIKBAAR).....	16
FIGUUR 3-4: ONTWIKKELING VAN DE ZANDWINVOLUMES IN DE WESTERSCHELDE VANAF 2000. NA BEËINDIGING VAN DE ZANDWINNING IS EEN ZANDRUILPROEF ('PILOT') GESTART: DE BRUTO EN NETTO VOLUMES WORDEN GETOOND IN DE GRAFIEK. ....	16
FIGUUR 3-5: ONDERHOUD SLIB IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE VAN 1980 TOT 2017. ....	18
FIGUUR 3-6: STORTVOLUME SLIB IN M <sup>3</sup> V' PER STORTLOCATIE VAN 1980 TOT 2017. ....	18
FIGUUR 3-7: BAGGERVOLUME ZAND (M <sup>3</sup> IN BEUN, INCLUSIEF AANLEG) IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE VAN 1980 TOT 2017.....	19
FIGUUR 3-8: STORTVOLUME ZAND (M <sup>3</sup> IN BEUN) PER STORTLOCATIE VAN 1980 TOT 2017.....	19
FIGUUR 3-9: OVERZICHT VAN DE HOEEVEELHEID GEWONNEN ZAND IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE TUSSEN 2009 EN 2017 TOTAAL [M <sup>3</sup> ]. ....	20
FIGUUR 3-10: TOTAAL (AANLEG- EN) ONDERHOUDSVOLUME (ZAND + SLIB) IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE VAN 1980 TOT 2017.....	21
FIGUUR 3-11: TOTAAL (AANLEG- EN) ONDERHOUDSVOLUME (ZAND + SLIB) OP DE DREMPEL VAN FREDERIK VAN 1980 TOT 2017.....	21
FIGUUR 3-12: SPREIDINGSDIAGRAM VAN DE JAARGEMIDDELDE WINDSNELHEID CADZAND VS. HET RESIDU T.O.V. DE T2009 TREND VAN LAAGWATER (LINKS) EN HOOGWATER (RECHTS) IN VLISSINGEN. ....	22
FIGUUR 3-13: JAAR- EN SEIZOENSGEMIDDELDE BOVENAFVOER IN SCHELLE. ....	23
FIGUUR 3-14: LINKS: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE HOOGWATERSTAND TE VLISSINGEN, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. RECHTS: JAARGEMIDDELD HW RESIDU T.O.V. T2009 TREND, GECORRIGEERD VOOR LINEAIR VERBAND TUSSEN RESIDUEN EN WINDOPZET.....	24
FIGUUR 3-15: LINKS: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE LAAGWATERSTAND TE VLISSINGEN, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. RECHTS: JAARGEMIDDELD LW RESIDU T.O.V. T2009 TREND, GECORRIGEERD VOOR LINEAIR VERBAND TUSSEN RESIDUEN EN WINDOPZET.....	24
FIGUUR 3-16: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE LAAGWATERSTAND TE TERNEUZEN, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. ....	24
FIGUUR 3-17: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE HOOGWATERSTAND TE KALLOSLUIS, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. ....	25
FIGUUR 3-18: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE LAAGWATERSTAND TE KALLOSLUIS, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. ....	25



FIGUUR 3-19: LINKS: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELTE HOOGWATERSTAND TE ANTWERPEN, MET T2009 TRENDLIJN (EXTRAPOLATIE TOT 2020), 95 % BETROUWBAARHEIDS- EN VERWACHTINGSINTERVAL. RECHTS: JAARGEMIDDELT HW RESIDU T.O.V. T2009 TREND, GECORRIGEERD VOOR LINEAIR VERBAND TUSSEN RESIDUEN EN BOVENAFVOER BIJ SCHELLE. ....	26
FIGUUR 3-20: LINKS: ONTWIKKELING VAN DE ABSOLUTE GETIJSLAG TE TERNEUZEN. RECHTS: OLS-CUSUM CONTROLEPLOT VAN DE RESIDUEN TEN OPZICHTE VAN DE T2009-TREND. ....	27
FIGUUR 3-21: ONTWIKKELING VAN DE ABSOLUTE GETIJSLAG TE ANTWERPEN. ....	27
FIGUUR 3-22: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELTE GETIJSLAG TEN OPZICHTE VAN VLISSINGEN PER STATION IN HET ESTUARIUM (1985-2017) MET AANDUIDING VAN HET JAAR 2009 (GESTIPPELDE LIJN). ....	28
FIGUUR 3-23: CUMULATIEVE VERDELING VAN GOLFHOOGTE BIJ CADZAND, WIELINGEN, EN DEURLOO (BOVEN), EN PAS VAN TERNEUZEN, HANSWEERT, EN BATH (ONDER). ....	29
FIGUUR 3-24: MAXIMALE EBSNELHEID TE OOSTERWEEL, BOVENSTE MEETTOESTEL, TEGENOVER DE WATERSTANDDALING TE ANTWERPEN. DE DALING WORDT GEDEFINIEERD DOOR LW MINUS HW. ....	31
FIGUUR 3-25: NOORD-ZUID TRANSECT MACROCEL 1, VAN SLOEHAVEN DOOR DE SUIKERPLAAT EN HOOGHE PLATEN TOT VAARWATER LANGS HOOFDPLAAT. DE LOCATIE WORDT WEERGEGEVEN IN FIGUUR 3-30. ....	32
FIGUUR 3-26: NOORDOOST-ZUIDWEST TRANSECT MACROCEL 3, VAN PLAAT VAN BAARLAND DOOR DE UITLOPER VAN EVERINGEN TOT MIDDELPLAAT. DE LOCATIE WORDT WEERGEGEVEN IN FIGUUR 3-30. ....	32
FIGUUR 3-27: WEST-OOST TRANSECT MACROCEL 4 DOOR HET ZUIDELIJKE DEEL VAN DE RUG VAN BAARLAND. DE LOCATIE WORDT WEERGEGEVEN IN FIGUUR 3-30. ....	33
FIGUUR 3-28: WEST-OOST TRANSECT MACROCEL 4 VAN MIDDELGAT DOOR HET NOORDELIJKE DEEL VAN DE RUG VAN BAARLAND TOT DE PLAAT VAN OSSENISSE. DE LOCATIE WORDT WEERGEGEVEN IN FIGUUR 3-30. ....	34
FIGUUR 3-29: NOORD-ZUID TRANSECT MACROCEL 4 VAN PUT VAN HANSWEERT NAAR DE PLAAT VAN OSSENISSE. DE LOCATIE WORDT WEERGEGEVEN IN FIGUUR 3-30. ....	34
FIGUUR 3-30: OVERZICHTSKAART WESTERSCHELDE MET AANDUIDING VAN DE LIGGING VAN DE TRANSECTEN. ....	35
FIGUUR 3-31: WEST-OOST TRANSECT MACROCEL 4 VAN DE PLAAT VAN WALSOORDEN NAAR DE PLAAT VAN VALKENISSE. DE EXACTE LOCATIE WORDT WEERGEGEVEN IN HET DATARAPPORT. ....	36
FIGUUR 3-32: OVERZICHTSKAART BENEDEN-ZEESCHELDE. ....	38
FIGUUR 3-33: BATHYMETRIE TER HOOGTE VAN PLAATRANDSTORTVAK HOOGHE PLATEN WEST IN FEBRUARI 2010 (LINKS) EN JANUARI 2018 (RECHTS). DE PIJL GEEFT HET PLAATJE VAN BRESKENS AAN. ....	39
FIGUUR 3-34: VERSCHILKAART PLAATRANDSTORTVAK HOOGHE PLATEN WEST VAN FEBRUARI 2010 TOT JANUARI 2018. DE BLAUWE RECHTHOEKJES ZIJN DE INGEZETTE STORTVAKKEN. ....	39
FIGUUR 3-35: RTK-RAAI 2070 OP DE HOOGHE PLATEN WEST (JENTINK, 2017A). ....	40
FIGUUR 3-36: VERSCHILKAART HOOGHE PLATEN NOORD TUSSEN APRIL 2010 EN DECEMBER 2017. BLAUWE RECHTHOEKJES ZIJN DE GEBRUIKTE STORTVAKKEN. ....	41
FIGUUR 3-37: RTK-RAAI 2090 OP DE HOOGHE PLATEN NOORD (JENTINK, 2017B). ....	41

FIGUUR 3-38: BODEMTYPE OP BASIS VAN ECOTOPENKAART 2010 (LINKS) EN 2016 (RECHTS).....	42
FIGUUR 3-39: BATHYMETRIE VAN PLAATRANDSTORTVAK RUG VAN BAARLAND (MEI 2017) EN DE VERSCHILKAART MET 2010. BLAUWE RECHTHOEKJES ZIJN DE INGEZETTE STORTVAKKEN. ....	43
FIGUUR 3-40: BATHYMETRIE VAN PLAATRANDSTORTVAK PLAAT VAN WALSOORDEN IN FEBRUARI 2010 (LINKS) EN JANUARI 2018 (MIDDEN) EN DE VERSCHILKAART (RECHTS). BLAUWE RECHTHOEKJES ZIJN DE INGEZETTE STORTVAKKEN. ....	44
FIGUUR 3-41: RTK-RAAI 2560 OP DE PLAAT VAN WALSOORDEN (JENTINK, 2017C).....	45
FIGUUR 3-42: VERLOOP VAN HET DAGELIJKS EN CUMULATIEF VOLUME GESTORT MATERIAAL EN HET VOLUMEVERSCHIL OP BASIS VAN DE PEILINGEN (TEN OPZICHTE VAN T0) VOOR HOOGHE PLATEN NOORD.....	47
FIGUUR 3-43: VERLOOP VAN HET DAGELIJKS EN CUMULATIEF VOLUME GESTORT MATERIAAL EN HET VOLUMEVERSCHIL OP BASIS VAN DE PEILINGEN (TEN OPZICHTE VAN T0) VOOR PLAAT VAN WALSOORDEN.....	47
FIGUUR 3-44: MORFOLOGISCHE VERANDERINGEN OP DE PROEFSTORTZONE SUIKERPLAAT, VERSCHILKAART T0 (06/02/2017) – T10 (16/01/2018), MET AANDUIDING VAN HET KLEINER GEBIED GEBRUIKT OM DE STABILITEIT VAN DE STORTINGEN TE BEREKENEN (ROOD). ....	48
FIGUUR 3-45: VERLOOP VAN HET DAGELIJKS EN CUMULATIEF VOLUME GESTORT MATERIAAL EN HET VOLUMEVERSCHIL OP BASIS VAN DE PEILINGEN (TEN OPZICHTE VAN DE BEGINSITUATIE) VOOR DE COMPLETE STORTZONE AAN DE SUIKERPLAAT.....	49
FIGUUR 3-46: MORFOLOGISCHE VERANDERINGEN IN DE PROEFSTORTZONE PUT VAN HANSWEERT.....	50
FIGUUR 3-47: VERLOOP VAN HET DAGELIJKS EN CUMULATIEF VOLUME GESTORT MATERIAAL EN HET VOLUMEVERSCHIL OP BASIS VAN DE PEILINGEN (TEN OPZICHTE VAN DE BEGINSITUATIE) VOOR DE PROEFSTORTZONE AAN DE PUT VAN HANSWEERT. ....	50
FIGUUR 3-48: MORFOLOGISCHE VERANDERINGEN TIJDENS DE TWEEDE STORTCAMPAGNE OP DE OOSTELIJKE HELFT VAN DE PROEFSTORTZONE INLOOP OSSENISSE. ....	51
FIGUUR 3-49: VERLOOP VAN HET DAGELIJKS EN CUMULATIEF VOLUME GESTORT MATERIAAL EN HET VOLUMEVERSCHIL OP BASIS VAN DE PEILINGEN (TEN OPZICHTE VAN DE BEGINSITUATIE) VOOR DE PROEFSTORTZONE AAN DE INLOOP VAN OSSENISSE. ....	51
FIGUUR 3-50: SCHOR-SLIKPROFIEL 2310 VAN BAARLAND (JENTINK ET AL., 2018).....	52
FIGUUR 3-51: SCHOR-SLIKPROFIEL 2800 VAN LAND VAN SAEFTINGHE (JENTINK ET AL., 2018).....	53
FIGUUR 3-52: NETTO VOLUME NEVENGEUL MACROCEL 1 (SCHRIJVER, 2018A). DE RODE LIJN GEEFT DE ONDERGRENS AAN EN DE GROENE LIJN IS DE WAARSCHUWINGSGRENS. ....	54
FIGUUR 3-53: NETTO VOLUME NEVENGEUL MACROCEL 3 (LINKS) EN 4 (RECHTS) (SCHRIJVER, 2018A). DE RODE LIJN GEEFT DE ONDERGRENS AAN EN DE GROENE LIJN IS DE WAARSCHUWINGSGRENS. ....	55
FIGUUR 3-54: NETTO VOLUME NEVENGEUL MACROCEL 5 (SCHRIJVER, 2018A). DE RODE LIJN GEEFT DE ONDERGRENS AAN EN DE GROENE LIJN IS DE WAARSCHUWINGSGRENS. ....	55
FIGUUR 3-55: NETTO VOLUME NEVENGEUL MACROCEL 6 (LINKS) EN MACROCEL 7 (RECHTS) (SCHRIJVER, 2018A). DE RODE LIJN GEEFT DE ONDERGRENS AAN EN DE GROENE LIJN IS DE WAARSCHUWINGSGRENS. ....	56

FIGUUR 3-56: LIGGING VAN DE LAAGDYNAMISCHE INTERTIDALE ZONE OP HOOGHE PLATEN WEST IN 2008, 2010 EN 2016.....	57
FIGUUR 3-57: EVOLUTIE VAN HET WAARGENOMEN LAAGDYNAMISCH AREAAL TEN OPZICHTE VAN 2010 (T0) VS DE VERWACHTTE TOENAME OP DE PLAATRANDE VOLGENS HET PROTOCOL FLEXIBEL STORTEN. ....	60
FIGUUR 3-58: JAARGEMIDDELDE VAN PERIODIEKE METINGEN SEDIMENTCONCENTRATIE IN DE WESTERSCHELDE. ....	62
FIGUUR 3-59: JAARGEMIDDELDE CONCENTRATIE ZWEVEN STOF IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE. ....	63
FIGUUR 3-60: LANGSVERDELING VAN SEDIMENTCONCENTRATIES IN HET GEHELE SCHELDE- ESTUARIUM (NAAR COX ET AL., 2015). DE BREDE, GEKLEURDE LIJN GEEFT HET GEMIDDELDE WEER, GEKLEURDE GEBIEDEN GEVEN HET 10 <sup>E</sup> EN 90 <sup>STE</sup> PERCENTIEL VAN DE JAARGEMIDDELDEN WEER OVER DE BESCHOUWDE PERIODE. DE ZWARTE DOORGETROKKEN EN GESTIPPELDE LIJN GEVEN DE WAARDES VAN RESPECTIEVELIJK 2016 EN 2017 WEER.....	63
FIGUUR 3-61: JAARGEMIDDELDE VERTICALE CONCENTRATIEGRADIËNT OP BASIS VAN DE DIEPTESTALEN. BREDE ZWARTE LIJN GEEFT EEN LOPEND GEMIDDELDE WEER DOOR ALLE MEETLOCATIES.....	64
FIGUUR 3-62: CONTINUE METINGEN SEDIMENTCONCENTRATIE OOSTERWEEEL. METINGEN IN BLAUW WERDEN UITGEVOERD MET HET SEAGUARD-500 TOESTEL. ....	65
FIGUUR 3-63: JAARGEMIDDELDE LICHTEXTINCTIE IN DE WESTERSCHELDE. ....	65
FIGUUR 3-64: JAAR- EN SEIZOENSGEMIDDELDE LICHTEXTINCTIE BENEDEN-ZEESCHELDE. ....	67
FIGUUR 3-65: METINGEN CHLOROFYL-A GEHALTE IN OPPERVLAKTEWATER BIJ SCHAAR VAN OUDEN DOEL (BOVEN) EN ANTWERPEN (ONDER). ....	68
FIGUUR 3-66: JAARGEMIDDELDE CHLOROFYL A-GEHALTE IN OPPERVLAKTEWATER IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE, EN HET LENTEGEMIDDELDE (APRIL EN MEI). BEMERK DE VERSCHILLENDE VERTICALE SCHAALEN IN DE PANELLEN.....	69
FIGUUR 3-67: JAARGEMIDDELDE CHLORIDEGEHALTES IN DE WESTERSCHELDE. ....	69
FIGUUR 3-68: JAAR- EN SEIZOENSGEMIDDELDE CHLORIDEGEHALTES BENEDEN- ZEESCHELDE. ....	70
FIGUUR 3-69: JAARGEMIDDELD CHLORIDEGEHALTE IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE, GECORRIGEERD OP BASIS VAN EEN LINEAIRE RELATIE MET DE BOVENAFVOER.....	71
FIGUUR 3-70: CONTINUE METINGEN CHLORIDEGEHALTE BIJ BAALHOEK IN DE WESTERSCHELDE (BOVEN) EN OOSTERWEEEL IN DE BENEDEN-ZEESCHELDE (ONDER). LICHTBLAUWE LIJN: CONTINUE METINGEN. DONKERBLAUWE LIJN: LOPEND GEMIDDELDE MET EEN VENSTER VAN 2 DAGEN. ....	72
FIGUUR 3-71: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE TOTALE DENSITEIT, BIOMASSA (VERSGEWICHT), GEMIDDELDE MASSA EN VOORKOMEN VAN DE KOKKEL (CERASTODERMA EDULE) IN DE GEHELE WESTERSCHELDE TUSSEN 1992 EN 2017.....	73
FIGUUR 3-72: TEMPORELE EVOLUTIE VAN DE TOTALE DENSITEIT, BIOMASSA (VERSGEWICHT), GEMIDDELDE MASSA EN VOORKOMEN VAN HET NONNETJE (MACOMA BALTHICA) IN DE GEHELE WESTERSCHELDE TUSSEN 1992 EN 2017.....	74
FIGUUR 3-73: GEMIDDELDE DENSITEIT, BIOMASSA (VERSGEWICHT) EN GEMIDDELDE INDIVIDUELE MASSA KOKKELS PER PLAAT EN JAAR.....	75
FIGUUR 3-74: GEMIDDELDE DENSITEIT, BIOMASSA (VERSGEWICHT) EN GEMIDDELDE INDIVIDUELE MASSA NONNETJES PER PLAAT EN JAAR.....	76

FIGUUR 3-75: RUIMTELIJKE VERSPREIDING VAN DE AANTALLEN KOKKELS TIJDENS DE JAREN MET EEN PIEK IN BROEDVAL .....	77
FIGUUR 3-76: TEMPORELE EVOLUTIE PER ECOTOOP VAN GEMIDDELDE BIOMASSA PER DEELGEBIED VAN DE WESTERSCHELDE TUSSEN 1992 EN 2017. BEMERK DE VERSCHILLENDE VERTICALE SCHAAL BIJ HET LAAGDYNAMISCH SUBLITTORAAL .....	79
FIGUUR 3-77: TEMPORELE EVOLUTIE PER ECOTOOP VAN DE GEMIDDELDE SOORTENRIJKDOM PER STAAL VOOR DE DRIE DEELGEBIEDEN VAN DE WESTERSCHELDE TUSSEN 1992 EN 2017 .....	80
FIGUUR 3-78: EVOLUTIE VAN DE SEIZOENSGEMIDDELDE JULI T/M JUNI (RODE PUNTEN) VAN DE BENTHIVORE VOGELS IN DE WESTERSCHELDE. DE TRENDLIJN IS WEERGEGEVEN MET EEN DONKER GEKLEURDE LIJN EN HET 95 % BETROUWBAARHEIDSINTERVAL VAN DE TRENDLIJN MET EEN LICHTGEKLEURDE LIJN. IN GROEN WORDT DE INSTANDSHOUDINGSDOELSTELLING VOOR DE SOORT WEERGEGEVEN. DE ORANJE LIJN GEEFT HET GEMIDDELDE OVER DE LAATSTE VIJF SEIZOENEN. BRON: NETWERK ECOLOGISCHE MONITORING (SOVON, RWS, CBS) .....	83
FIGUUR 3-79: ONTWIKKELING VAN HET AANTAL BROEDPAREN VAN STERNEN. ....	85
FIGUUR 3-80: ONTWIKKELING VAN HET AANTAL BROEDPAREN VAN STELTLOPERS. ....	86
FIGUUR 3-81: LAAGDYNAMISCH DVD <sub>30-70</sub> -AREAAL BEREKEND OP BASIS VAN VERANDERENDE WATERSTANDEN, PER MACROCEL. AREALEN PER MACROCEL ZIJN WEERGEGEVEN VOLGENS DE LINKSE VERTICALE AS, TOTALE AREALEN VOLGENS DE RECHTERAS. ....	87
FIGUUR 3-82: LAAGDYNAMISCH DVD <sub>30-70</sub> -AREAAL BEREKEND OP BASIS VAN CONSTATE WATERSTANDEN, PER MACROCEL. AREALEN PER MACROCEL ZIJN WEERGEGEVEN VOLGENS DE LINKSE VERTICALE AS, TOTALE AREALEN VOLGENS DE RECHTERAS. ....	88
FIGUUR 3-83: WIJZIGINGEN DROOGVALDUURAREAAL TUSSEN 2009 EN 2016. ....	88
FIGUUR 3-84: SPATIOTEMPORELE EVOLUTIE VAN HET AANTAL GEWONE ZEEHONDEN IN DE MAAND AUGUSTUS IN DE WESTERSCHELDE TUSSEN 2000 EN 2016 (W: WEST, M: MIDDEN, O: OOST) .....	89
FIGUUR 3-85: EVOLUTIE VAN DE GEWONE EN GRIJZE ZEEHOND POPULATIES IN NEDERLAND TUSSEN 1960 EN 2017 (CLO, 2018) .....	90
FIGUUR 4-1: PROJECTIE VAN HET PEILVOLUME IN HOOFDGEULSTORTVAK SH41 VOOR SCENARIO'S 1 (BOVEN), 2 (MIDDEN) EN 3 (ONDER) .....	98
FIGUUR 4-2: PROJECTIE VAN HET PEILVOLUME IN HOOFDGEULSTORTVAK SH51 VOOR SCENARIO'S 1 (BOVEN), EN 2/3 (ONDER) .....	99
FIGUUR 4-3: EVOLUTIE VAN DE JAARGEMIDDELDE GETIJSLAG TEN OPZICHTE VAN VLISSINGEN. ....	100
FIGUUR 4-4: FICTIEF VERLOOP VAN ONDERHOUDSBAGGERVOLUME SLIB IN DE BENEDEN- ZEESCHELDE, WAARBIJ VOLUMES UIT 2011 GEDEELTELIJK ZIJN VERSCHOVEN NAAR 2007-2010. ....	104



# 1. INLEIDING

## 1.1 DE OPDRACHT

Het Voortgangsrapport Flexibel Storten 2016-2017 is opgesteld door IMDC NV in samenwerking met Heinis Waterbeheer en Ecologie (HWE) en de Ecosystems Management Research Group (ECOBIE, Universiteit Antwerpen) onder deelopdracht 7 'Data-analyse monitoring en adviesverlening voor VNSC-O&M' van de 'Meervoudige raamovereenkomst in kader van proces vaarwegbeheer periode 2016-2021', in opdracht van afdeling Maritieme Toegang van de Vlaamse Overheid (bestek nummer MT/01357\_07).

## 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 worden verdiept. De Ontwikkelingsschets 2010 omschrijft een plan voor de nodige projecten, maatregelen en monitoringrichtlijnen om de Schelde te doen evolueren naar een staat zoals bepaald in de Lange Termijn Visie (voor het jaar 2030). 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.

Om dit doel te bereiken werd in de periode 2007-2010 de derde verruiming gerealiseerd. De eerste verdieping vond plaats in de jaren '70 van de vorige eeuw: drempels werden 3 tot 4 meter verdiept. In 1997-1998 werd een tweede verdieping uitgevoerd waardoor schepen tot 11,6 m diepgang getij-onafhankelijk konden varen.

De baggerwerken die nodig waren in de Westerschelde om de derde verruiming uit te voeren omvatten 7,7 miljoen m<sup>3</sup> aanlegbaggerwerk, zoals de gestelde verwachting in het milieueffectrapport (Consortium Arcadis-Technum, 2007a). Hierop volgend werd, en wordt nog steeds, baggeronderhoud uitgevoerd, met een verwachte omvang van 11,7 miljoen m<sup>3</sup> per 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.

De verwachting voor de verruiming in de Zeeschelde omvatte 6,35 Mm<sup>3</sup> aanlegvolume (hoofdzakelijk zand, uitgevoerd in 2008-2010), terwijl het jaarlijks onderhoud voor zand op 2,1 Mm<sup>3</sup> werd geraamd. Voor het slib-onderhoud werd in totaal 6,8 Mm<sup>3</sup> in beun (bulk densiteit 1,25 ton/m<sup>3</sup>) of 1,7 Mm<sup>3</sup> V' (referentiedensiteit 2 ton/m<sup>3</sup>) verwacht (Consortium Arcadis-Technum, 2007a). In de praktijk blijken de zandvolumes lager, en de slibvolumes hoger 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 en Plancke, 2008) en het MONEOS-T Uitvoeringsplan 2015-2022 (Schrijver en Plancke, 2015), met uitbreiding van de vogel- en zeehondentellingen voor de Westerschelde voor wat betreft de Natuurbeschermingsvergunning. 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 2023 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 milieueffectrapport (Consortium Arcadis-Technum, 2007b) focust op verschillende stortstrategieën. De conclusie hierbij was dat de flexibele stortstrategie met de bijbehorende plaatrandstortingen, waarbij er een mogelijkheid was dat bijkomend laagdynamisch intertidaal gebied (met hoog ecologisch potentieel) gecreëerd zou 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 de stortstrategie is gebaseerd op een aantal parameters die gedefinieerd zijn in het "Protocol Voorwaarden voor Flexibel Storten – Kwaliteitsparameters". De voorwaarden houden in dat bepaalde grenswaarden niet overschreden mogen 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.

Voor de verruiming van de vaargeul en het onderhoud in de jaren daarna is een ontheffing verleend in het kader van de Natuurbeschermingswet. 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.

## 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. Omdat de effecten van het project van de derde verruiming in beeld gebracht dienen te worden, betekent dit voor de analyse dat in het rapport niet uitsluitend de data van 2016-2017 beschouwd worden, maar dat de volledige periode vanaf de derde verruiming (2010) mee worden genomen.

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 door Flexibel Storten gekeken. In de voorliggende rapportage is dit ruimer opgevat. In het Overleg Flexibel Storten komt ook enkel de Westerschelde aan bod, maar in deze rapportage wordt ook de toestand van de Beneden-Zeeschelde beschouwd.

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 voorliggend Voortgangsrapport (net als in het derde Voortgangsrapport, IMDC, 2017a) aandacht geschonken aan de benthosgemeenschap in het algemeen, en op de plaatranden in het bijzonder. Voor meer informatie over de ecologische ontwikkeling op de plaatranden wordt verwezen naar de studie ‘Ecologische validatie plaatrandstortingen’ (Schellekens en Vanagt, 2018a, 2018b). Verder wordt er in dit rapport ingegaan op de trends in niet-broedvogels, broedvogels en zeehonden, en wordt er gekeken of de effecten beschreven in de Passende Beoordeling van het MER Verruiming Vaargeul (Consortium Arcadis-Technum, 2007c) zich hebben voorgedaan.

## 1.4 OVERZICHT VAN DE VOORTGANGSRAPPORTAGE

Het voortgangsrapport brengt verslag over de monitoring uitgevoerd in de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde in het kader van het MONEOS-T Uitvoeringsplan, aangevuld met een analyse van zeehondentellingen, vogeltellingen, en benthosgegevens voor de Westerschelde (conform het bestek). 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 te toetsen tegen de doelstellingen en verwachtingen die in het MER en/of andere beoordelingskaders werden geformuleerd.

Dit voortgangsrapport volgt op drie eerdere voortgangsrapportages: Voortgangsrapport 2010-2011 (IMDC, 2013), Voortgangsrapport 2012-2013 (IMDC *et al.*, 2014; IMDC, 2015), en Voortgangsrapport 2014-2015 (IMDC, 2017b, 2017a).

Het vierde voortgangsrapport 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.

Een eerste deelrapport is het data- en analyserapport (IMDC, 2019). Het rapport bevat een weergave, beschrijving, en waar mogelijk een verdere analyse van de verschillende parameters die in de Voortgangsrapportage dienen te worden behandeld. De bijlagen van het data- en analyserapport zijn omwille van de omvang afzonderlijk gebundeld en digitaal beschikbaar.

**Dit tweede deelrapport is het syntheserapport.** Dit is een verhandeling waarin waarnemingen en analyseresultaten worden samengevat, en vervolgens in een breder kader geplaatst. Rekening houdend met inzichten uit recente studies gerelateerd aan het Schelde-estuarium, het evaluatiekader dat is opgezet in de T2009-rapportage (T2009 Consortium, 2013) en verder uitgebouwd in de T2015-rapportage (T2015 Consortium, 2018a), 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 – voor zover dit mogelijk is op basis van de uitgevoerde analyses. Voor de (eventuele) impact van de derde verruiming en het flexibel storten geldt T2009 als de referentiesituatie (de T0). Om eventuele trendbreuken vast te stellen wordt daarom steeds vergeleken met de trends uit het T2009-rapport. 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 (Bijlage A). Bijlage B bevat bathymetrische kaarten (2017) en verschilkaarten (2017-2009) van de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde.



## 2. VERWACHTINGEN

*Alvorens de monitoringdata wordt gepresenteerd (hoofdstuk 3) en besproken (hoofdstuk 4), wordt in dit hoofdstuk teruggekoppeld naar het milieueffectenrapport: wat waren de verwachte effecten van de verruiming en het flexibel storten, en welke ingreep-effectketens zijn hiervoor de oorzaak.*

### 2.1 INGREEP-EFFECTKETENS

Om causale verbanden te kunnen leggen tussen de ingrepen (verruiming vaargeul en storten van specie) en effecten op het ecologisch functioneren in het estuarium is het nodig te bepalen welke effectketens zich kunnen voordoen. De tussenliggende stappen in de ketens kunnen zowel fysische veranderingen zijn (bijvoorbeeld verandering in areaal ondiep water) als biotische (bijvoorbeeld afname biomassa bodemdieren). Het aantal tussenstappen kan verschillen; soms zijn er geen tussenstappen (directe effecten, bijvoorbeeld wanneer een bepaald areaal van een habitatype verdwijnt door verbreden van de vaargeul), soms zijn er veel tussenstappen die ook interactie kunnen vertonen met andere effectketens (indirecte effecten).

In wat volgt worden een aantal potentiële effectketens ten gevolge van de bagger- en stortactiviteiten opgesteld. Deze lijst is niet-exhaustief en bevat ketens die *mogelijk* kunnen optreden, en is bedoeld als achtergrond bij de voorstelling (hoofdstuk 3) en discussie (hoofdstuk 4) van de data:

- Bagger- en stortactiviteiten → verandering morfologische systeemkenmerken (bv. meergeulenstelsel) → verandering getijkarakteristieken (getijamplitude, getijasymmetrie) → verandering grootschalig sedimenttransport (zand, slib) → verandering turbiditeit;
- Stortactiviteiten → tijdelijke toename turbiditeit → afname doorzicht → afname primaire productie tijdens het voorjaar → effect op de voedselketen;
- Stortactiviteiten → toename turbiditeit → afname doorzicht → afname zichtbaarheid prooidieren (bijvoorbeeld garnalen of vissen) → effect op zichtjagers (bijvoorbeeld stern en bepaalde vissoorten);
- Bagger- en stortactiviteiten → verandering waterbeweging → herverdeling zoute-brakke zone → verandering in verspreiding soorten (bijvoorbeeld kokkels) in het estuarium;
- Bagger- en stortactiviteiten → verandering waterbeweging → veranderingen in laagdynamisch en hoogdynamisch areaal → verandering in geschiktheid als habitat voor benthos → effect op de voedselketen en voedselbeschikbaarheid steltlopers (bv. scholekster, bonte strandloper, maar ook andere);
- Stortactiviteiten → verandering sedimentbeweging en -concentratie → verandering bodemsamenstelling (bijvoorbeeld laagdynamisch areaal wordt slibrijker) → verandering bodemdieren (sedimentsamenstelling bepaalt mee de benthosgemeenschappen) → effecten op de voedselketen;

- Stortactiviteiten → verandering morfologie van platen → ophoging van de platen → toename droogvalduur van laagdynamische gebieden → afname geschikt habitat voor bodemdieren → effect op voedselbeschikbaarheid steltlopers;
- Stortactiviteiten → verandering oppervlakte, dynamiek en kwaliteit habitattypen → toename slibconcentraties in laagdynamisch areaal → ophogen en verschorren van platen → verandering in geschiktheid voor broedvogels (bijvoorbeeld plevieren);
- Stortactiviteiten → verandering oppervlakte, dynamiek en kwaliteit habitattypen → erosie en overspoeling van platen → afname broedgebied voor bijvoorbeeld stern en strandplevieren;
- Stortactiviteiten → verandering oppervlakte, dynamiek en kwaliteit habitattypen → versteilen en ophoging van platen → geschiktheid voor rustplaats voor zeehonden;
- Verspreiding van verontreinigd sediment → Verandering water- en bodemkwaliteit → impact op ecosysteem.

## 2.2 VOORSPELDE EFFECTEN UIT HET MER

In het MER van de derde verruiming (Consortium Arcadis-Technum, 2007b) zijn voorspellingen gedaan voor verschillende tijdsschalen (tijdelijke effecten, middellange en lange termijn) en voor verschillende scenario's. Deze sectie geeft een samenvatting van de effecten voor de middellange termijn (2015) en voor het uiteindelijk uitgevoerde alternatief, met stortingen op de plaatranden. Enkel de belangrijkste effecten zijn in deze samenvatting opgenomen, voor een exhaustieve lijst wordt verwezen naar het MER en de deelrapporten. De afwerking van het Deurganckdok, de ontpoldering van de Hedwige-Prosperpolder (verondersteld te zijn voltooid tegen 2015) en de ontwikkeling van de overige Sigmagebieden zijn in het MER tot de autonome ontwikkeling gerekend.

Voor de tweede vergunningsperiode (2015-2022) is een nieuwe Passende Beoordeling opgesteld (er is geen nieuw MER opgesteld). In deze Passende Beoordeling zijn ook bijkomende voorspellingen gedaan aan de hand van ingreep-effectketens. Voor meer informatie wordt verwezen naar het desbetreffende rapport (Arcadis, 2013).

### 2.2.1 Ingrepen

In de Westerschelde werd in de eerste jaren na de eerste en tweede verdieping een verhoogd baggervolume geregistreerd, gevolgd door een afname. In het MER werd gesteld dat niet kon worden voorspeld of een dergelijke afname ook na de derde verruiming zou optreden. Voor het baggervolume zand in de Westerschelde werd een toename voorspeld met een factor 1,5 tot 1,9, tot ca. 11,7 Mm<sup>3</sup> in situ per jaar.

In de Beneden-Zeeschelde werd voorspeld dat het baggervolume zand zou toenemen met een factor 1,2, en dat het baggervolume aan slib constant zou blijven. Wel werd een herverdeling van het sedimentatievolume verwacht. De verwachte onderhoudsvolumes bedragen 2,1 Mm<sup>3</sup> zand en 1,7 Mm<sup>3</sup> slib per jaar.

## 2.2.2 Hydrodynamiek

### **Waterstanden**

De verwachte evolutie tegen 2015 door de autonome ontwikkeling bestond uit een afname van de getijslag door de ontpoldering van Hedwige-Prosperpolder en de andere Sigmagebieden, en dit vooral in de Beneden-Zeeschelde, maar ook in de Westerschelde. Er werd ook een beperkte toename van de hoogwaterstanden voorspeld door de zeespiegelstijging, maar deze verwachte stijging zou kleiner zijn binnenin het estuarium dan aan de monding, omwille van de reductie van de getijslag.

Het voorspelde effect van de verruiming en het flexibel storten op de waterstand bedraagt overal maximaal slechts één of enkele centimeters voor de gemiddelde waterstand, hoog- en laagwaterstand, en getijslag. Deze veranderingen werden als gering beschouwd ten opzichte van de autonome ontwikkeling.

### **Stroomsnelheden**

Op basis van simulaties werd op bepaalde locaties een afname in de maximale stroomsnelheid voorspeld met verschillen van maximaal 0,2 m/s. In de Beneden-Zeeschelde werd een toename in de stroomsnelheden verwacht in de zone opwaarts van de verruiming.

Het MER voorspelde verder geen aanleiding tot extra geulwandverdediging en geen negatief effect op de stabiliteit van de hoogwaterkeringen, aangezien er voornamelijk een afname van de stroomsnelheden in de geul zou optreden.

## 2.2.3 Morfologie en leefomgeving

### **Morfologie, meergeulenstelsel en overschrijding stortcriterium**

In de Westerschelde werd een afname van de meergeulenwerking verwacht door de autonome ontwikkeling. Door de verruiming werd een licht negatief effect op de meergeulenwerking verwacht<sup>1</sup> en door het flexibel storten (met name het storten in de diepe delen van de vaargeul en op de plaatranden) een licht positief effect, zodat het netto-effect als niet-significant werd beschouwd.

Analoog werd een licht negatief effect voorspeld op het stortcriterium (de maximale stortcapaciteit in de nevengeulen) door de verruiming zelf, en een licht positief effect door de aangepaste stortstrategie. Het netto-effect van de verruiming en de aangepaste stortstrategie werd daarom als niet-significant beoordeeld.

Globaal is er een afname in de kwaliteit van de fysische systeemkenmerken van het estuarium (meergeulenstelsel, kortsluitgeulen, ...) door de autonome ontwikkeling. In het MER werd slechts een geringe impact verwacht van de derde verruiming en het flexibel storten ten opzichte van de autonome ontwikkeling.

### **Ecotopen**

In de Westerschelde werd door het storten op de plaatranden een toename verwacht in het laagdynamisch litoraal met 266 ha (+5 %) tegen 2015, waarvan 225 ha in de zoute zone en

---

<sup>1</sup> Ten opzichte van de autonome ontwikkeling (nulalternatief) neemt de overschrijding weliswaar af, maar wordt in meer macrocellen het stortcriterium benaderd

41 ha in de brakke zone. Daarnaast werd specifiek het streefdoel gesteld om 5 jaar na de start van de verruiming 114 ha nieuw laagdynamisch ecologisch waardevol areaal gecreëerd te hebben met de plaatrandstortingen, binnen vastgelegde controlepolygonen rond de stortzones (Plancke *et al.*, 2008).

In de Beneden-Zeeschelde werd tegen 2015 een afname in het schor met maximaal 1 hectare voorspeld, en dit voornamelijk aan het Galgeschoor. Dit werd als significant negatief effect beschouwd, en werd gecompenseerd door het creëren van nieuwe slikken en schorren bij Fort Filip. Daarnaast werd een toename in het litoraal met ca. 2 ha voorspeld in de brakke zone.

## 2.2.4 Fysicochemie en waterbodemkwaliteit

### **Slibdynamiek en doorzicht**

Het MER voorspelde een zeer geringe invloed van de verruiming op de ligging van het turbiditeitsmaximum. Er werd een afname in de maximale sedimentconcentratie verwacht met minder dan 10 mg/l in 2010 en 20 mg/l in 2030.

Er werden ook geen aanwijsbare veranderingen voorspeld in het gemiddelde doorzicht zowel de Westerschelde als in de Beneden-Zeeschelde. Wel werd er in de zone opwaarts Hansweert tot Prosperpolder een verhoging van het percentage met onvoldoende doorzicht voorspeld van circa 5 tot 10 procent.

Er werd ook een geringe impact op de aanslibbing verwacht, met een toename in de aanslibbingssnelheid op de slikken en schorren dichtst bij de verruiming (nabij de Drempel van Frederik) tot 0,5 cm per dag (in laagdikte recent afgezet slib). In de onderhoudszones werd vooral een verschuiving van de aanslibbingvolumes verwacht, met een afname van de aanslibbing in het Deurganckdok en de toegang tot de sluiscomplexen, en een toename in de aanslibbing op de drempel van Frederik. Er werd geen impact verwacht op de slibdynamiek in de zones afwaarts Hansweert en opwaarts Schelle, en geen impact op het aanslibbingvolume in de Westerscheldehavens.

### **Zoutdynamiek**

De verwachte impact van de verruiming en het flexibel storten op de zoutdynamiek werd als gering beschouwd. Er werden geen aanwijsbare verschuivingen verwacht van de zout-, brak- en zoetwaterzones, gelet op de natuurlijke variatie in de ligging van het zoutfront van ruim 50 kilometer.

### **Milieuhygiënische kwaliteit van de baggerspecie**

In het MER werd gesteld dat de baggerspecie vrij zou mogen worden verspreid in de zoute wateren, zowel in de Westerschelde als in de Beneden-Zeeschelde.

## 2.2.5 Fauna

In het MER werd voorspeld dat de morfologische veranderingen zich voornamelijk zouden doorvertalen via bodemdierenbiomassa naar benthivore vogels, en niet naar het ecologisch functioneren uit de Kaderrichtlijn Water-parameters, zoals fytoplankton (primaire productie), macrofyten of vissen.



### **Benthos**

Er werd een toename in de bodemfauna met +1,9 % verwacht in de Westerschelde tegen 2015.

### **Vogels**

Voor de Westerschelde werd er op korte tot middellange termijn (2015) een niet-significant negatief effect verwacht op de visdief *Sterna hirundo*, als gevolg van de stijging van het percentage met onvoldoende doorzicht in het oostelijk deel van de Westerschelde (zie deel slibdynamiek hierboven). De verwachte afname van vier broedparen (in het Verdrongen Land van Saeftinghe), of 0,3 % van het totale aantal, werd als niet significant bestempeld.

Ook voor drie niet-broedende watervogels werden kleine niet-significant negatieve effecten verwacht op korte tot middellange termijn (2015): de tureluur *Tringa totanus*, zwarte ruiter *Tringa erythropus* en groenpootruiter *Tringa nebularia*. De effecten zouden volgens het MER 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, werd het effect als niet-significant beoordeeld. Daarnaast werd een toename verwacht van de bergeend, bontbekplevier, bonte strandloper, kanoet, rosse grutto, wulp en zilverplevier.

### **Zeehonden**

Voor de zeehond werd een mogelijke toename verwacht als gevolg van de autonome ontwikkeling; er werd geen bijkomend effect verwacht door de verruiming en het flexibel storten. Mogelijk was er een negatief effect door het storten in SN51 (nabij Zimmermangeul en de platen van Valkenisse en Walsoorden), maar een effect moet uiteindelijk niet worden verwacht omdat het stortvak in functie hiervan werd aangepast.

## 3. SAMENVATTING DATA-ANALYSE

*Dit hoofdstuk bevat een uitgebreide samenvatting van het data- en analyserapport (IMDC, 2019). De belangrijkste vaststellingen uit de data-analyse worden hier uiteengezet en geïllustreerd. In opeenvolgende paragrafen wordt ingegaan op:*

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

*Voor een overzicht van de gebruikte databronnen wordt verwezen naar Hoofdstuk 2 van het data- en analyserapport.*

### 3.1 INGREPEN

#### 3.1.1 Westerschelde

##### 3.1.1.1 Baggerwerken

Het jaarlijks **onderhoudsvolume**<sup>2</sup> van zandrijke specie op de Westerschelde bedroeg in 2016 en 2017 zo'n 9,6 Mm<sup>3</sup> in situ (Tabel 3-1, Tabel 3-2). Dit was gemiddeld 0,4 Mm<sup>3</sup> hoger dan in de voorgaande jaren (8,9-9,3 Mm<sup>3</sup> in situ), maar nog steeds ruim onder de toegelaten limiet van 11,7 Mm<sup>3</sup> in situ. Sinds de derde verruiming ligt het zwaartepunt van de onderhoudsbaggerwerken op de Drempel van Hansweert met een toenemend aandeel van 2,1 Mm<sup>3</sup> in situ (22%) in 2012 tot 3,4 Mm<sup>3</sup> in situ (35%) in 2016 (Figuur 3-1). In 2017 was er echter een terugval zichtbaar tot 2,5 Mm<sup>3</sup> in situ (27%). Tegelijkertijd neemt ook het volume op de Overloop van Valkenisse af, waardoor de inspanning in de hele macrocel 5 quasi gelijk blijft.

Het verloop van de baggerinspanningen kent ook verschillen tussen de verschillende macrocellen. In macrocel 1 is de baggerinspanning sterk toegenomen, van ca. 0,1 Mm<sup>3</sup> in situ 2013-2014 tot 0,4-0,8 Mm<sup>3</sup> in situ in 2016 (een toename van 0,4 Mm<sup>3</sup> in 2016-2017 t.o.v. 2011-2015). In macrocel 4, 6 en 7 is sprake van een daling in de eerste paar jaar na de verruiming en stabilisatie nadien. In macrocel 3 en 5 is de vereiste inspanning eerder

---

<sup>2</sup> De bagger- en storthoeveelheden zijn in de baggerstatistiek (databank met baggergegevens) uitgedrukt in m<sup>3</sup> in beun voor zand en in m<sup>3</sup> equivalent (of gereduceerd) volume (V') voor slib. In navolging van de maandrapportage wordt in dit rapport gewerkt met in-situ volumes, waarbij volgende omrekening gebruikt wordt:  $V_{\text{beun}} / V_{\text{in situ}} = 1,12$ . De zandvolumes voor de Beneden-Zeeschelde zijn steeds uitgedrukt in beun m<sup>3</sup>.

Het equivalent volume V' is het volume slib omgerekend naar een dichtheid van 2 ton per m<sup>3</sup> op basis van het waargenomen beunvolume en de beunmassa. Het voordeel van deze weergave t.o.v. beunvolumes is dat dichtheidsverschillen ten gevolge van variërende waterinhoud geen rol spelen. Dit zijn eveneens de eenheden die gebruikt worden in de rapportages in het kader van diverse vergunningen. Daarnaast valt de ook de massa droge stof te berekenen, door het gereduceerde volume te vermenigvuldigen met 1,606 (Roose, 2008).

stabiel. De toename van het totale baggervolume in de Westerschelde met 0,4 Mm<sup>3</sup> in 2016-2017 is dus nagenoeg volledig te wijten aan de toename in macrocel 1.

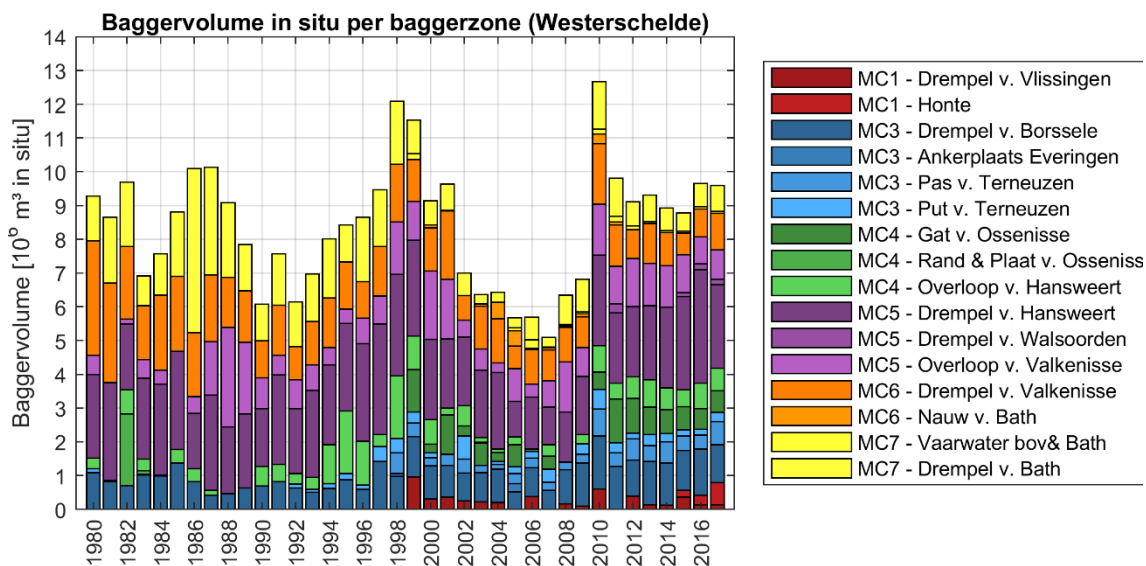
Ook op langere termijn zijn bepaalde trends zichtbaar (Figuur 3-1). Het gebaggerde volume is sinds de derde verruiming (8,8 – 9,6 Mm<sup>3</sup> in situ) hoger dan de baggervolumes die na de tweede verruiming (1997-1999) zijn gerealiseerd (5,1 – 9,6 Mm<sup>3</sup> in situ). Een afname van de baggerinspanning zoals die werd waargenomen na de eerste en tweede verruiming, is niet opgetreden na de derde verruiming. Vóór de tweede verruiming fluctueren de baggerinspanningen sterker en liggen meestal tussen 6 en 10 Mm<sup>3</sup> in situ.

Tabel 3-1: Jaarlijks onderhoudsvolume (excl. aanleg)  
zand in de Westerschelde [Mm<sup>3</sup>] per kalenderjaar.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Verwachting MER
<b>Mm<sup>3</sup> in situ</b>	5,7	9,5	9,1	9,3	8,9	8,8	9,6	9,6	11,7
<b>Mm<sup>3</sup> in beun</b>	6,4	10,7	10,2	10,4	10,0	9,8	10,8	10,7	

Tabel 3-2: Baggervolumes [Mm<sup>3</sup>] vergeleken met in de MER verwachte onderhoudsvolume per vergunningsjaar<sup>3</sup>. Vergunningsjaar 1 bevat ook de aanleg van 7,7 Mm<sup>3</sup>.

	Eerste vergunningsperiode					Tweede vergunningsperiode			
	VJ1	VJ2	VJ3	VJ4	VJ5	VJ6	VJ7	VJ8	MER
<b>Mm<sup>3</sup> in situ</b>	13,2	10,1	8,8	9,3	9,1	8,9	9,3	9,9	11,7
<b>Mm<sup>3</sup> in beun</b>	14,8	11,3	9,8	10,4	10,2	10,0	10,5	11,1	



Figuur 3-1: Baggervolume (uitgedrukt in situ m<sup>3</sup>) in de Westerschelde sinds 1980.

<sup>3</sup> De eerste vergunningsperiode omvatte vergunningsjaar 1-5 (12/02/2010 – 11/02/2015). De jaren in de tweede vergunningsperiode worden doorgeteld vanaf de eerste periode en beginnen dus bij vergunningsjaar 6 (12/02/2015 – 11/02/2016).

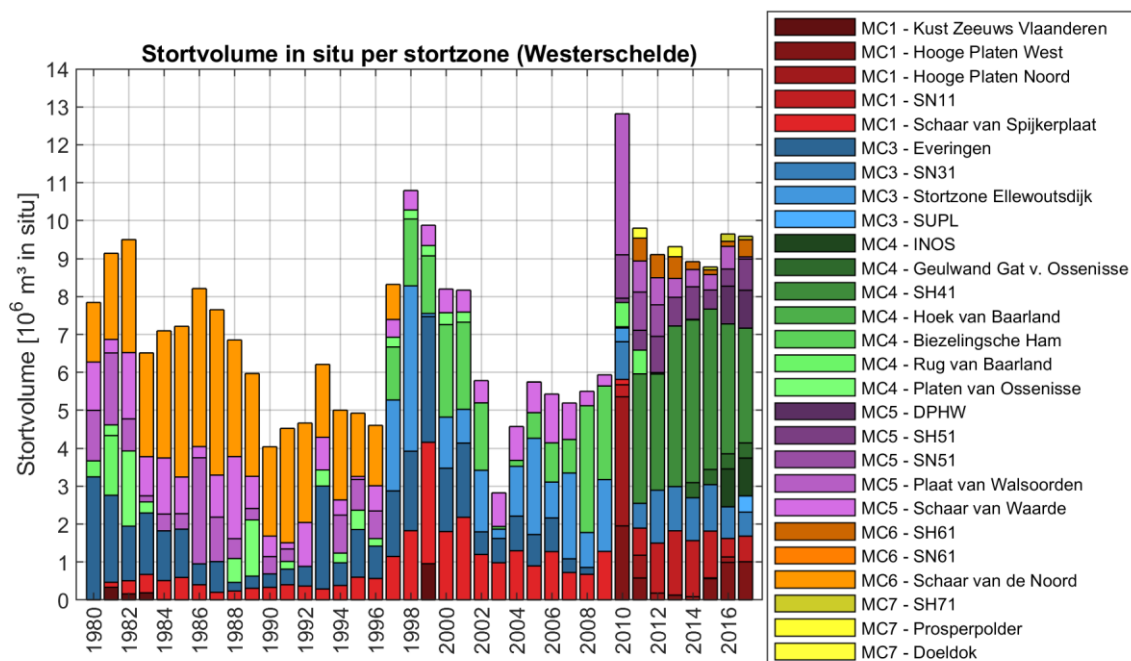
### 3.1.1.2 Stortingen

#### 3.1.1.2.1 Storingen binnen de reguliere stortvergunning

In de vergunningsjaren 7 en 8 is iets minder in de reguliere hoofdgeulstortvakken gestort dan in de voorgaande jaren, en meer in de proefstortvakken en geulwandverdediging (Figuur 3-2). In vergunningsjaren 2 tot en met 6 werd 4,4 tot 5,8 Mm<sup>3</sup> per jaar gestort in hoofdgeulstortvakken; in de vergunningsjaren 7 en 8 was dit respectievelijk 4,2 en 4,1 Mm<sup>3</sup>. Ook de nevengeulstortvakken zijn iets minder intensief benut: respectievelijk 1,3 en 1,5 Mm<sup>3</sup> tegenover typisch 2,4 tot 3,3 Mm<sup>3</sup> in de voorgaande vergunningsjaren. De plaatranden (en met name Hoge Platen West, zie sectie 3.3.2) zijn dan weer frequenter ingezet (1,5 Mm<sup>3</sup> en 1,2 Mm<sup>3</sup> in jaar 7 en 8, tegenover 0,5-1,3 Mm<sup>3</sup> in jaren 3-6) met als doel de gerealiseerde winst aan laagdynamisch, ecologisch waardevol areaal in stand te houden.

Op langere termijn beschouwd blijkt dat ten opzichte van de stortactiviteiten na de tweede verruiming, de nadruk van de stortingen in macrocel 4 liggen, tegenover macrocel 3 (en deels 4) daarvoor.

De vergunde hoeveelheid werd in geen enkele stortzone overschreden (Tabel 3-3 en Tabel 3-4). Als bijkomende voorwaarde zijn de maximale storthoeveelheden in de nevengeulen ook per jaar beperkt; ook dit criterium is nooit overschreden. Er worden ook stortingen uitgevoerd waarvan de volumes buiten de reguliere vergunningstabellen worden geregistreerd maar wel in rekening worden gebracht bij het totale onderhoud, namelijk proefstortingen (zie §3.1.1.2.2) en stortingen in het kader van de geulwandverdediging (zie §3.1.1.2.3).



Figuur 3-2: Stortvolume (uitgedrukt in in situ m<sup>3</sup>) in de Westerschelde sinds 1980.

### 3.1.1.2.2 Proefstortingen

In 2016 heeft Maritieme Toegang een vergunning bekomen voor het uitvoeren van stortproeven die inzicht geven in het gedrag van mogelijke toekomstige stortzones. In 2016 en 2017 zijn drie verschillende proefstortlocaties ingezet: Suikerplaat, Inloop Ossenis (INOS) en Diepe Put Hansweert (DPHW). De inzet van Suikerplaat is gericht op het bijdragen tot de vergroting van de ecologische kwaliteit, terwijl de diepe delen gericht zijn op de ontlasting van de bestaande stortzones en het realiseren van een reductie van de getijslag. In 2016 is in de diepe zones (INOS, DPHW) telkens één miljoen m<sup>3</sup> sediment gestort, en in 2017 opnieuw (Figuur 3-2). In 2017 is op de Suikerplaat 424 000 m<sup>3</sup> gestort.

### 3.1.1.2.3 Stortingen in het kader van de geulwandverdediging Gat van Ossenis

Sinds februari 2014 worden er op regelmatige basis geulwandstortingen uitgevoerd ter hoogte van de geulwand langs het Gat van Ossenis. De cijfers worden mee opgenomen in de rapportage in het kader van Flexibel Storten en zijn mee opgenomen in Figuur 3-2. De zone waarin gestort wordt overlapt in grote mate met het zuidelijk deel van stortzone SH41. Per vergunningsjaar mag maximaal 400 000 m<sup>3</sup> worden gestort, en deze limiet wordt ook elk jaar bereikt.

*Tabel 3-3: Maximaal vergunde stortcapaciteit (in m<sup>3</sup> in situ)  
voor de eerste vergunningsperiode (2010-2015).*

Macrocel	Hoofdgeul	Nevengeul	Plaatrand(en)	Totaal
1	0	5 500 000	8 200 000	13 700 000
3	0	6 000 000	0	6 000 000
4	15 500 000	2 000 000	5 000 000	22 500 000
5	3 500 000	7 000 000	6 500 000	17 000 000
6	3 500 000	1 500 000	0	5 000 000
7	2 000 000	0	0	2 000 000
<b>Totaal</b>	<b>24 500 000</b>	<b>22 000 000</b>	<b>19 700 000</b>	<b>66 200 000</b>

*Tabel 3-4: Maximaal vergunde stortcapaciteit (in m<sup>3</sup> in situ)  
voor de tweede vergunningsperiode (2015-2022).*

Macrocel	Hoofdgeul	Nevengeul	Plaatrand(en)	Totaal
1	0	7 700 000	7 100 000	14 800 000
3	0	8 400 000	0	8 400 000
4	27 700 000	2 800 000	3 400 000	33 900 000
5	4 900 000	9 800 000	6 300 000	21 000 000
6	4 900 000	2 100 000	0	7 000 000
7	2 800 000	0	0	2 800 000
<b>Totaal</b>	<b>40 300 000</b>	<b>30 800 000</b>	<b>16 800 000</b>	<b>87 900 000</b>

*Tabel 3-5: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m³) voor de eerste vergunningsperiode 2010-2015.*

12-02-2010 tot en met 11-02-2011 (jaar 1)				
Macrocel	Hoofdgeul	Nevengeul	Plaatrand(en)	Totaal
1	--	387 704	5 459 353	5 847 057
3	--	990 939	--	990 939
4	0	0	701 139	701 139
5	113 010	1 309 719	3 717 468	5 140 196
6	0	0	--	0
7	0	--	--	0
<b>Totaal</b>	<b>113 010</b>	<b>2 688 363</b>	<b>9 877 960</b>	<b>12 679 332</b>
12-02-2011 tot en met 11-02-2012 (jaar 2)				
1	--	767 009	1 078 771	1 845 779
3	--	881 157	--	881 157
4	3 883 260	0	603 879	4 487 139
5	609 953	841 629	820 822	2 272 404
6	602 350	0	--	602 350
7	0	--	--	0
<b>Totaal</b>	<b>5 095 563</b>	<b>2 489 796</b>	<b>2 503 472</b>	<b>10 088 830</b>
12-02-2012 tot en met 11-02-2013 (jaar 3)				
1	--	1 196 175	179 805	1 375 980
3	--	1 232 073	--	1 232 073
4	2 866 757	0	0	2 866 757
5	866 465	833 170	713 221	2 412 856
6	661 883	0	--	661 883
7	0	--	--	0
<b>Totaal</b>	<b>4 395 105</b>	<b>3 261 418</b>	<b>893 027</b>	<b>8 549 550</b>
12-02-2013 tot en met 11-02-2014 (jaar 4)				
1	--	1 430 963	127 694	1 558 657
3	--	1 126 050	--	1 126 050
4	4 481 096	0	0	4 481 096
5	782 431	0	495 874	1 278 305
6	526 629	0	--	526 629
7	0	--	--	0
<b>Totaal</b>	<b>5 790 156</b>	<b>2 557 013</b>	<b>623 568</b>	<b>8 970 738</b>
12-02-2014 tot en met 11-02-2015 (jaar 5)				
1	--	1 600 337	86 817	1 687 154
3	--	1 233 267	--	1 233 267
4	4 236 597	0	0	4 236 597
5	835 220	0	453 337	1 288 556
6	206 565	0	--	206 565
7	0	--	--	0
<b>Totaal</b>	<b>5 278 382</b>	<b>2 833 604</b>	<b>540 154</b>	<b>8 652 139</b>
12-02-2010 tot en met 11-02-2015				
1	--	5 382 188	6 932 439	12 314 628
3	--	5 463 487	--	5 463 487
4	15 467 710	0	1 305 019	16 772 728
5	3 207 079	2 984 518	6 200 722	12 392 319
6	1 997 428	0	--	1 997 428
7	0	--	--	0
<b>Totaal</b>	<b>20 672 216</b>	<b>13 830 193</b>	<b>14 438 180</b>	<b>48 940 589</b>

**Tabel 3-6: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m<sup>3</sup>) voor de eerste 3 vergunningsjaren (2015-2018) van de tweede vergunningsperiode.**

Macrocel	Hoofdgeul	Nevengeul	Plaatrand(en)	Totaal
<b>12-02-2015 tot en met 11-02-2016 (jaar 6)</b>				
1	--	1 112 663	666 315	<b>1 778 979</b>
3	--	1 254 603	--	<b>1 254 603</b>
4	4 070 391	0	0	<b>4 070 391</b>
5	594 883	0	604 390	<b>1 199 273</b>
6	139 494	0	--	<b>139 494</b>
7	94 624	--	--	<b>94 624</b>
<b>Totaal</b>	<b>4 899 392</b>	<b>2 367 266</b>	<b>1 270 705</b>	<b>8 537 363</b>
<b>12-02-2016 tot en met 11-02-2017 (jaar 7)</b>				
1	--	486 969	1 051 828	<b>1 538 797</b>
3	--	770 911	--	<b>770 911</b>
4	3 474 625	--	--	<b>3 474 625</b>
5	444 980	--	399 271	<b>844 251</b>
6	149 055	--	--	<b>149 055</b>
7	177 449	--	--	<b>177 449</b>
<b>Totaal</b>	<b>4 246 110</b>	<b>1 257 879</b>	<b>1 451 099</b>	<b>6 955 088</b>
<b>12-02-2017 tot en met 11-02-2018 (jaar 8)</b>				
1	--	860 999	1 029 731	<b>1 890 730</b>
3	--	647 505	--	<b>647 505</b>
4	3 136 772	--	--	<b>3 136 772</b>
5	739 729	--	158 342	<b>898 071</b>
6	420 016	--	--	<b>420 016</b>
7	91 833	--	--	<b>91 833</b>
<b>Totaal</b>	<b>4 388 351</b>	<b>1 508 504</b>	<b>1 188 073</b>	<b>7 084 929</b>

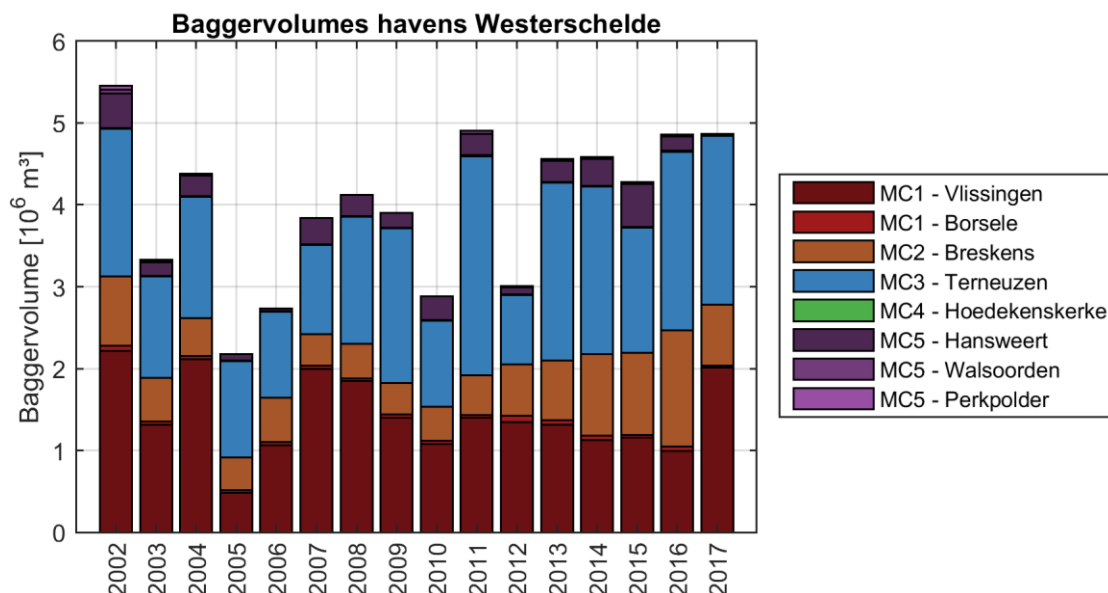
### 3.1.1.3 Havenonderhoud

Naast het reguliere onderhoud van de vaargeul vindt ook onderhoud van de havens plaats. Het sediment dat er gebaggerd wordt is een mengsel van slib en zand en wordt geklept in specifieke vakken in de Westerschelde, binnen dezelfde macrocel als waar de haven zich bevindt.

Het onderhoudsvolume varieert doorheen de tijd tussen ca. 2 en 5 Mm<sup>3</sup> (Figuur 3-3). De laatste 5 jaar is het totaal volume vrij stabiel met 4,5 à 5 Mm<sup>3</sup>. De grootste havens, Terneuzen en Vlissingen, zijn samen verantwoordelijk voor 60 tot 80% van dit volume. Het baggervolume vanuit Breskens toonde de voorbije jaren enige toename (met uitzondering van het jaar 2017) en levert de derde grootste bijdrage met ca. 10 tot 30% (in 2016). Het is opvallend dat de haven van Breskens met 0,5-1,4 Mm<sup>3</sup> per jaar een onderhoudsvolume heeft dat meer dan de half zo groot is als Vlissingen (1,1-2,0 Mm<sup>3</sup> per jaar), terwijl de haven van Breskens vele malen kleiner is dan de haven van Vlissingen.

De overige havens (Hansweert, Borssele, Walsoorden, ...) hebben een beperkt aandeel in deze sedimentstroom.

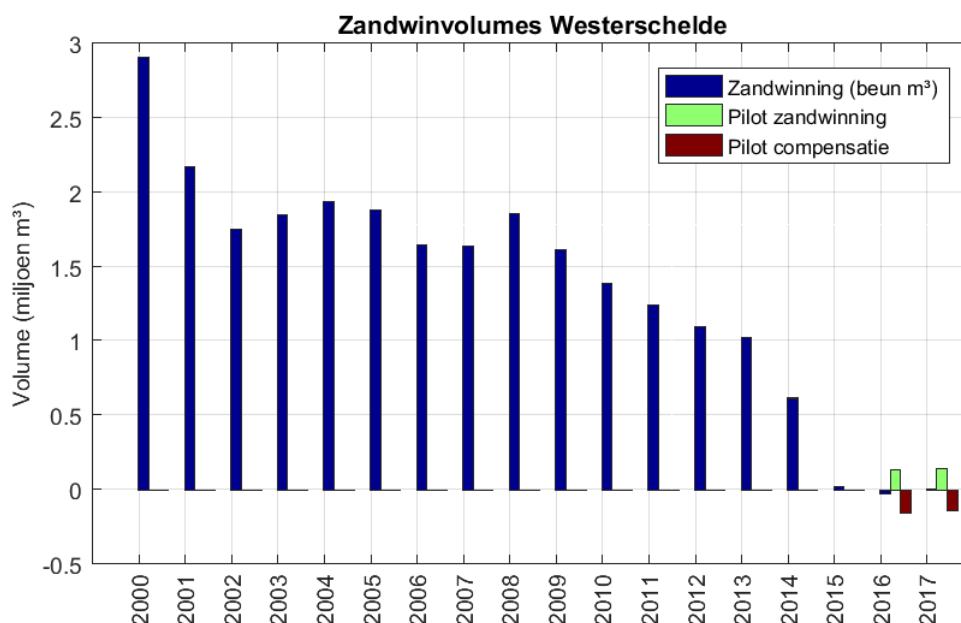




*Figuur 3-3: Evolutie en verdeling havenstortvolumes Westerschelde (mengsel zand/slib; geen informatie over sedimentsamentelling beschikbaar).*

#### 3.1.1.4 Zandwinning

In 2015 is het systeem van zandwinning waarbij netto zand uit het systeem wordt verwijderd, omgevormd naar een zandruiiproef waarbij de zandvolumes die worden gewonnen in het oosten van de Westerschelde, worden gecompenseerd met Noordzeezand dat ter hoogte van de Suikerplaat (in het westen) wordt gestort. De bruto volumes zijn beduidend kleiner (minder dan 150 000 m³ in 2016 en 2017) dan de historische zandwinvolumes.



*Figuur 3-4: Ontwikkeling van de zandwinvolumes in de Westerschelde vanaf 2000. Na beëindiging van de zandwinning is een zandruiiproef ('pilot') gestart: de bruto en netto volumes worden getoond in de grafiek.*

### 3.1.2 Beneden-Zeeschelde

Bij het baggeren in de Beneden-Zeeschelde wordt er een onderscheid gemaakt tussen 'slib' en 'zand', omdat dit de bestemming van het gebaggerde sediment bepaalt: zand wordt gestort op andere locaties dan slib. In de praktijk is de gebaggerde specie echter meestal een mengsel van slib en zand. Tabel 3-7 geeft een overzicht.

*Tabel 3-7: Uitgevoerde baggerhoeveelheden voor het jaarlijks onderhoud (en aanleg voor zand) in de Beneden-Zeeschelde [ $m^3$  in beun voor zand en  $m^3$  V' voor slib].*

Soort specie	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	MER
Zand excl. aanleg	1,4	1,5	0,9	2,3	1,4	1,9	2,0	1,2	1,3	1,0	2,4
Zand incl. aanleg	2,5	3,3	4,6	2,3	1,4	1,9	2,0	1,2	1,3	1,0	-
Slib	1,9	2,2	2,9	4,8	3,4	3,1	3,0	2,4	2,5	2,8	1,7

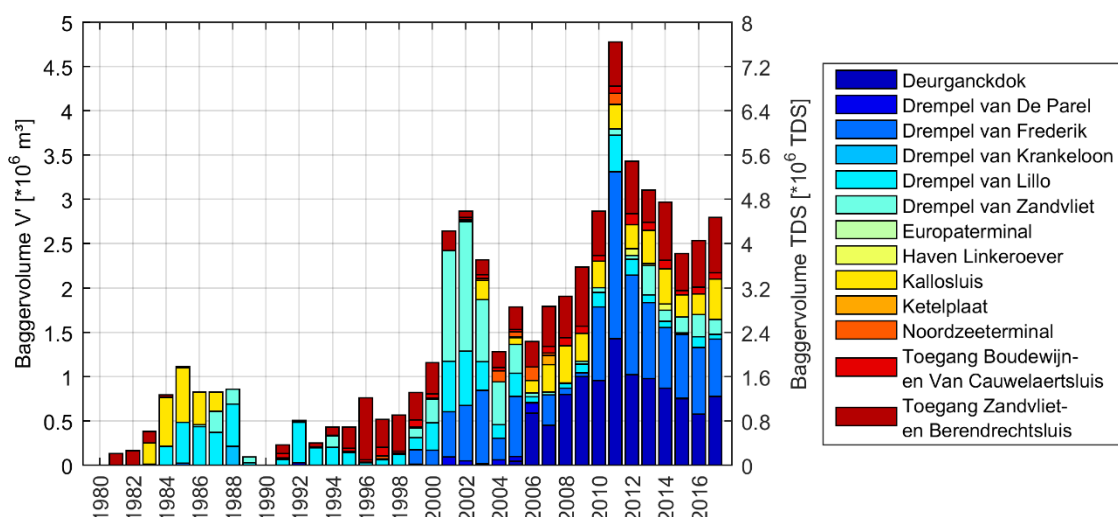
#### 3.1.2.1 Slib: Bagger- en stortvolumes

Het slibonderhoud situeert zich sinds de derde verruiming voornamelijk in het Deurganckdok, de Drempel van Frederik (net afwaarts van Deurganckdok) en de sluisoegangen. In totaal werd in 2016 en 2017 voor 2,5 tot 2,8 miljoen  $m^3$  V' (equivalent aan 4 tot 4,5 miljoen ton droge stof, TDS) gebaggerd (Figuur 3-5). Dit was iets meer dan in 2015 (2,4  $Mm^3$  V') maar minder dan de voorgaande jaren 2010 tot 2014. Het slibonderhoud ligt sinds de derde verruiming beduidend hoger dan ervoor (tot 2008 werd niet meer dan 2 miljoen  $m^3$  V' gebaggerd, met uitzondering van de baggerwerken aan de Drempel van Zandvliet in 2001-2003 die eerder aanleg dan onderhoud betroffen). Op nog langere termijn is een toename zichtbaar, waarbij twee locaties een duidelijke rol spelen: Deurganckdok en de drempel van Frederik. Het onderhoudsvolume in Deurganckdok piekte in 2011 omdat dan het onderhoudspeil werd verlaagd; nadien schommelt het onderhoud er tussen 0,5 en 1  $Mm^3$  V' per jaar.

De Drempel van Frederik kent een sterker (slibrijk) onderhoud na dan voor 2010, aangezien deze drempel ook verdiept is. Voor de drempel van Frederik is het interventiepeil in 2003-2004 verlaagd van 13,00 m naar 13,30 m GLLWS (Gemiddelde Laagste LaagWaterstand bij Springtij). Vanaf eind 2009 is het baggerpeil verder verlaagd naar 14.5 m LAT (Laagste Astronomisch Tij).

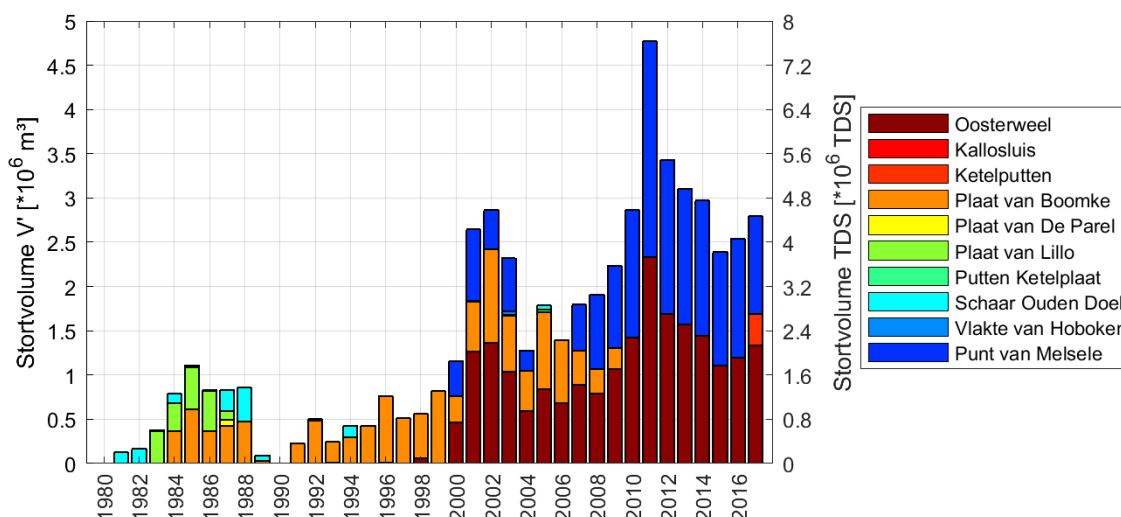
Ook aan de sluisoegang van Zandvliet-Berendrecht zijn de aanslibbingsvolumes toegenomen. Er dient ook opgemerkt te worden dat het onderhoud in de sluisoegangen ook uit *sweepbeam* (slibslepen) bestaat (niet weergegeven).

In het MER (Consortium Arcadis-Technum, 2007d) werd enerzijds weergegeven dat *er door de verruiming* meer slib zou gaan sedimenteren aan de Drempel van Frederik en minder in het Deurganckdok (zie 2.2.1). Er werd ook aangegeven dat het totale aanslibbingsvolume niet significant zou toenemen *door de verruiming* (er was sprake van een herverdeling, met afname in toegangsgeulen). Anderzijds werd een afname van de aanslibbing verwacht op beide plaatsen *door de autonome ontwikkeling* tegen 2030. De toegenomen aanslibbing ter hoogte van de Drempel van Frederik blijkt inderdaad op te treden, maar de baggerwerken van slib in het Deurganckdok zijn slechts weinig afgenomen. De aanslibbing en de hieruit volgende onderhoudsvolumes vallen echter hoger uit dan in het MER werd voorzien (Tabel 3-7).



Figuur 3-5: Onderhoud slib in de Beneden-Zeeschelde van 1980 tot 2017.

Het gebaggerde slib werd tussen 2010 en 2016 uitsluitend gestort op de stortlocatie Oosterweel en Punt van Melsele (Figuur 3-6). In 2017 is een nieuwe bagger- en stortvergunning voor de Beneden-Zeeschelde in voege getreden. De stortstrategie omvat nu ook de mogelijkheid om slib te storten in de putten ter hoogte van de Ketelplaat, gelegen ter hoogte van de toegang tot de Boudewijn- en Van Cauwelaertsluizen. Deze stortlocatie is afwaarts van de andere stortzones gelegen. Er werd in 2017 ca. 300 000 m<sup>3</sup> V' gestort.

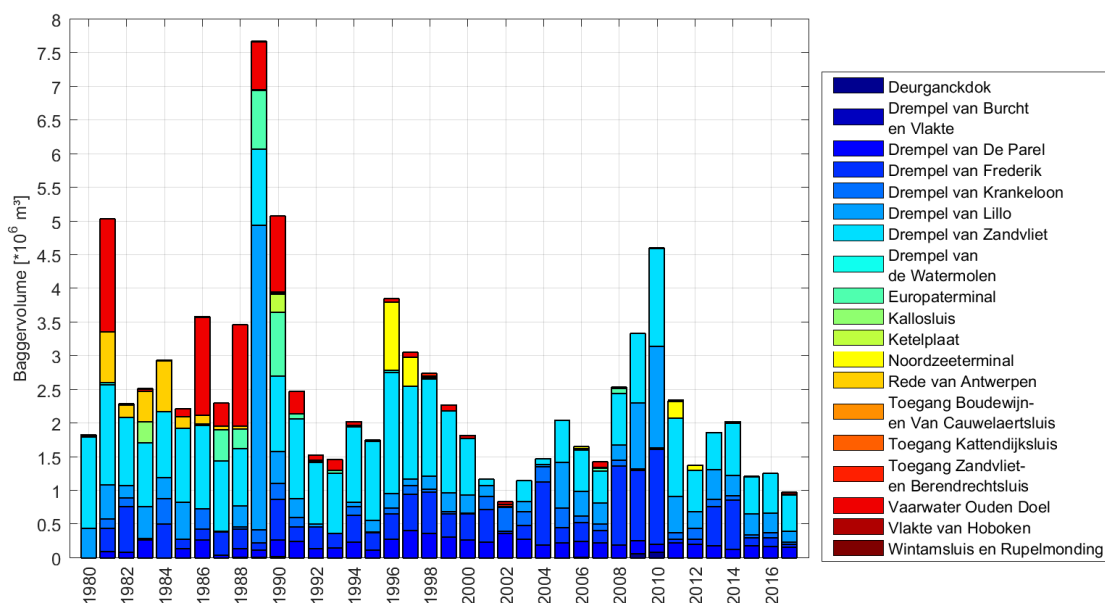


Figuur 3-6: Stortvolume slib in m<sup>3</sup> V' per stortlocatie van 1980 tot 2017.

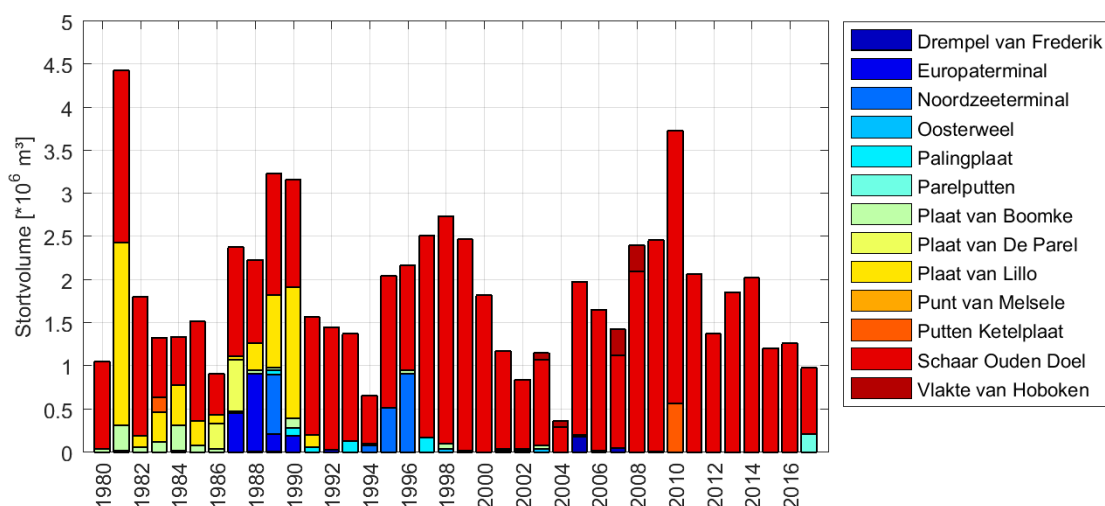
### 3.1.2.2 Zand: Bagger- en stortvolumes en zandwinning

Het gebaggerde zand wordt bijna uitsluitend gestort in de Schaar van Ouden Doel, maar onder de nieuwe stortvergunning wordt sinds 2017 ook een beperkt volume zand gestort in putten ter hoogte van de Plaat van de Parel. Het zand dat wordt gestort in de Schaar van Ouden Doel wordt ook terug gewonnen (zandwinning). Met de toepassing van de nieuwe stortstrategie in de Beneden-Zeeschelde is het toegestane volume voor zandwinning met

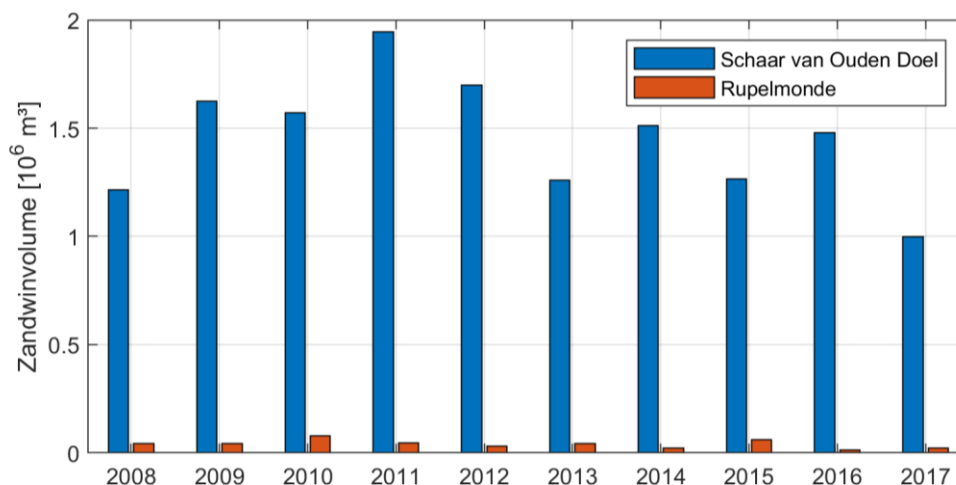
één derde verlaagd vanaf 1 juli 2017, en als gevolg hiervan ligt het zandwinvolume in 2017 lager dan in de voorgaande jaren (Figuur 3-9). Daarnaast wordt ook nog een kleinere hoeveelheid zand gewonnen nabij de Rupelmonding. Verder opwaarts in de Boven-Zeeschelde wordt ook aan zandwinning gedaan; hierover zijn geen cijfers beschikbaar binnen het monitoringprogramma flexibel storten.



Figuur 3-7: Baggervolume zand ( $\text{m}^3$  in beun, inclusief aanleg) in de Beneden-Zeeschelde van 1980 tot 2017.



Figuur 3-8: Stortvolume zand ( $\text{m}^3$  in beun) per stortlocatie van 1980 tot 2017.



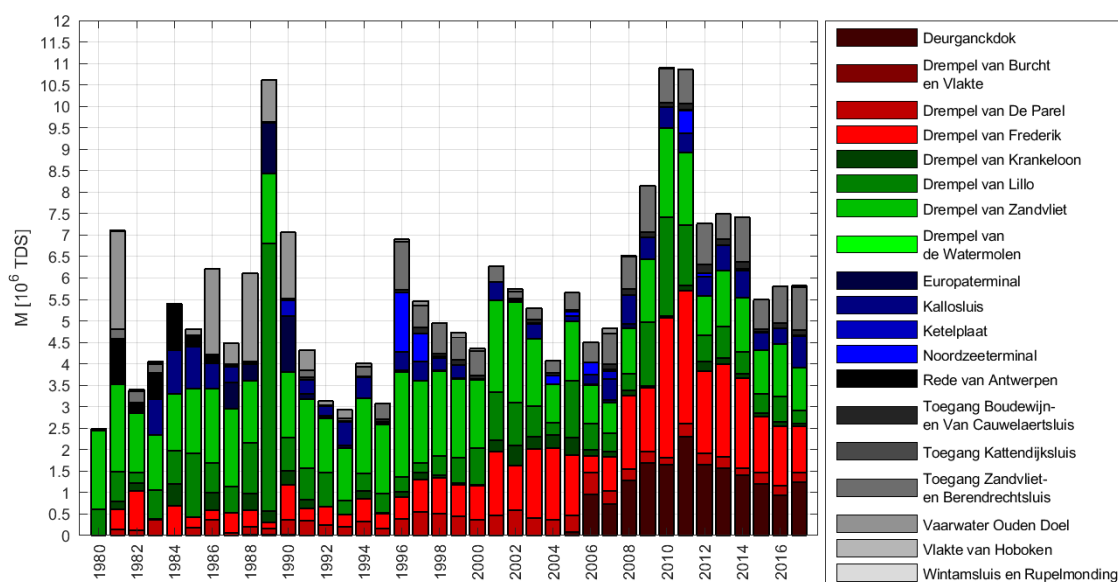
*Figuur 3-9: Overzicht van de hoeveelheid gewonnen zand in de Beneden-Zeeschelde tussen 2009 en 2017 totaal [ $\text{m}^3$ ].*

### 3.1.2.3 Totaalvolume zand en slib

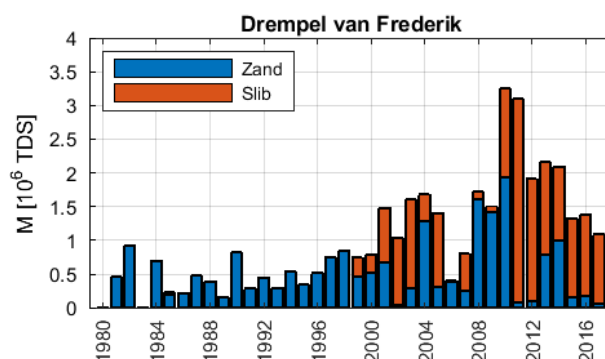
Omwille van de variërende beundensiteit kunnen baggervolumes zand en slib niet eenvoudigweg bij elkaar worden opgeteld, maar er kan wel een schatting worden gemaakt van het totale baggervolume door de volumes om te zetten naar massa's (in TDS, ton droge stof), op basis van een aangenomen densiteit (zie datarapport). Door de onzekerheid op de beundensiteiten moeten de resulterende totaalvolumes, weergegeven in Figuur 3-10, niet worden geïnterpreteerd als exacte cijfers, maar eerder om trends weer te geven.

Doorheen de tijd is het totale onderhoudsvolume toegenomen. Zelfs indien abstractie wordt gemaakt van jaren met grote volumes, is duidelijk dat het totaal onderhoud in de jaren '80 en '90 kleiner was dan  $6 \cdot 10^6$  TDS en af en toe onder  $4 \cdot 10^6$  TDS. Sinds de tweede verruiming lag het onderhoud niet meer lager dan  $4 \cdot 10^6$  TDS  $\text{Mm}^3$  en meestal onder  $6 \cdot 10^6$  TDS. Sinds de derde verruiming is het minimum hoger dan  $5,5 \cdot 10^6$  TDS en de eerste jaren na de verruiming zelfs meer dan  $7 \cdot 10^6$  TDS.

Per drempel beschouwd blijkt dat de toename van het totaal kan verklaard worden door toenames ter hoogte van Deurganckdok (in feite een nieuwe locatie), de Drempel van Frederik (een stijgende trend is zichtbaar vanaf 1996), en de sluistoegangen (deels ook vanaf de tweede verruiming). De afname van de baggerinspanning op andere locaties (Drempel van de Parel, Drempel van Zandvliet) is kleiner dan de eerder genoemde toenames. Op de Drempel van Frederik werd tot ca. 1998 uitsluitend zand gebaggerd; nadien wordt verhoudingsgewijs steeds meer slib gebaggerd.



Figuur 3-10: Totaal (aanleg- en) onderhoudsvolume (zand + slib) in de Beneden-Zeeschelde van 1980 tot 2017.



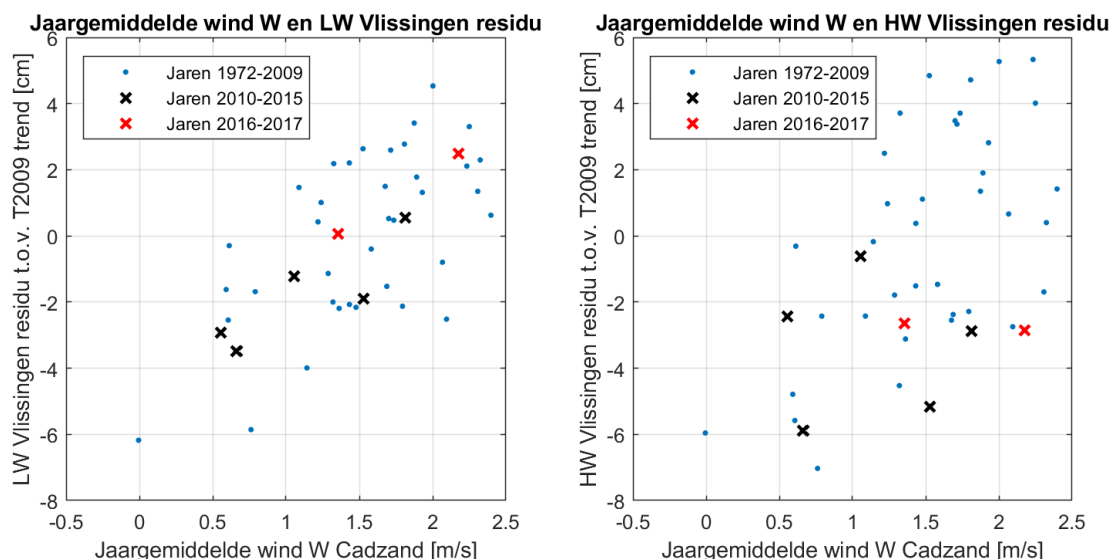
Figuur 3-11: Totaal (aanleg- en) onderhoudsvolume (zand + slib) op de Drempel van Frederik van 1980 tot 2017.

## 3.2 HYDRODYNAMIEK

### 3.2.1 Meteorologie en bovenafvoer

De meteorologische condities, voornamelijk neerslag en wind, hebben een rechtstreeks effect op onder andere waterstanden, stroomsnelheden, en golfcondities in de Schelde, en daardoor ook (indirect) op de andere aspecten zoals morfologie, zout, en het functioneren van het ecosysteem. De neerslag beïnvloedt de rivierafvoer en zit dus impliciet inbegrepen in deze parameter.

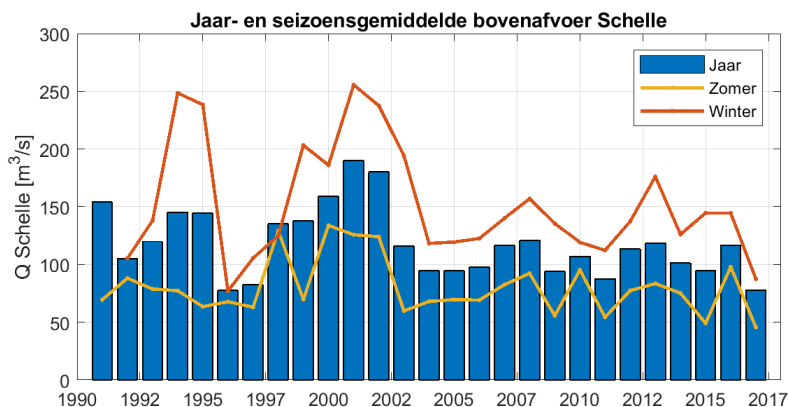
De jaargemiddelde windcomponent in west-oostrichting in Cadzand is gebruikt als verklarende parameter voor de windopzet in de Westerschelde, en in het bijzonder in het mondingsgebied. De wind in Cadzand vertoont een significante correlatie met de residuen van hoog- en laagwaterstanden in Vlissingen ten opzichte van de T2009-trend (Figuur 3-12). Een deel van de jaarlijkse variatie in de waterstanden in de Westerschelde kan dus verklaard worden door de windcondities gedurende dat jaar. De T2015 rapportage liet ook zien dat windopzet een verklarende parameter is voor de waterstanden in de Westerschelde, en daarnaast dat dit ook het geval is voor de Beneden-Zeeschelde (T2015 Consortium, 2018a).



*Figuur 3-12: Spreidingsdiagram van de jaargemiddelde windsnelheid Cadzand vs. het residu t.o.v. de T2009 trend van laagwater (links) en hoogwater (rechts) in Vlissingen.*

De bovenafvoer in Schelle is het belangrijkste afvoerdebiet voor de Beneden-Zeeschelde en Westerschelde (Figuur 3-13). Het afvoerdebiet ligt hoger tijdens de wintermaanden dan tijdens de zomermaanden, en dit bepaalt grotendeels de seizoensmatige variatie van onder andere zout- en sedimentconcentraties. Daarnaast heeft de jaargemiddelde afvoer in Schelle een significante correlatie met de residuen van hoog- en laagwaters in de opwaartse getijstations, zoals Antwerpen. Dit werd ook reeds geconstateerd in eerdere rapporten (T2009 Consortium, 2013; Vandenbruwaene *et al.*, 2016; IMDC, 2017a; T2015 Consortium, 2018a). Jaren met lage neerslag worden gekenmerkt door een overeenkomstige lage bovenafvoer. Dit is ook duidelijk zichtbaar voor 2017, waarin de bovenafvoer op het niveau lag van de bovenafvoer in het droge jaar 1996. In 2017 was het zomer- en wintergemiddelde laag, maar met name het wintergemiddelde lag lager dan in bijvoorbeeld 2015, toen de jaartotale neerslag vergelijkbaar was. Daarnaast valt op dat 2016 wordt gekenmerkt door een relatief hoge zomerafvoer.





Figuur 3-13: Jaar- en seizoensgemiddelde bovenafvoer in Schelle.

### 3.2.2 Hoog- en laagwaterstanden

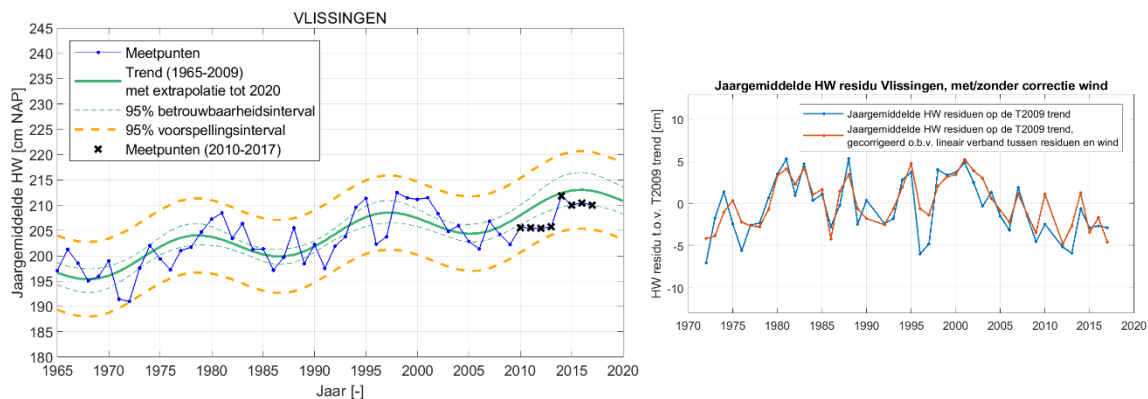
De evolutie van de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden, en getijslag voor de verschillende getijstations in de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde werd geanalyseerd aan de hand van de trend opgesteld in het T2009 rapport (geëxtrapoleerd tot 2020) en zijn 95 %-voorspellingsinterval<sup>4</sup>. Afwijkingen van de gemeten hoog- en laagwaterstanden ten opzichte van de verwachte trend werden statistisch getest door middel van de OLS-CUSUM monitoring test volgens Zeileis *et al.* (2005). Deze methode wordt verder toegelicht in Bijlage B van het analyserapport (IMDC, 2019). De analyse werd in het analyserapport uitgevoerd voor tien getijstations; in deze samenvatting worden slechts enkele stations weergegeven.

De jaargemiddelde hoogwaterstanden bij Vlissingen zijn voor 2016 en 2017 min of meer constant gebleven in vergelijking met 2015 en liggen net onder de verwachte trend, binnen het 95 %-betrouwbaarheidsinterval (Figuur 3-14, links). Het jaargemiddelde laagwater van 2016 was vergelijkbaar met dat van 2015, en vervolgens is een verhoging van het laagwater te zien in 2017 (Figuur 3-15, links).

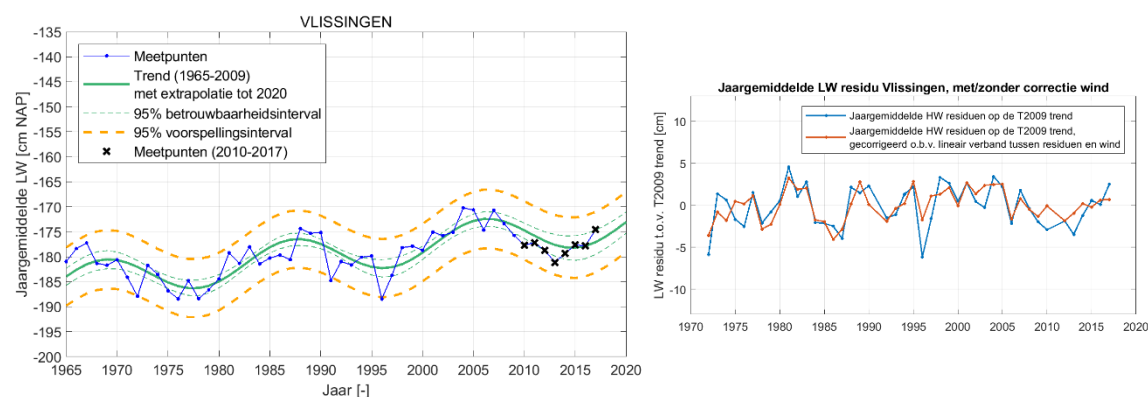
Variaties in de jaargemiddelde hoog- en laagwaterstanden bij Vlissingen kunnen gedeeltelijk verklaard worden door windopzet buiten het estuarium (§3.2.1, IMDC, 2017; T2015 Consortium, 2018). De residuen van de hoog- en laagwaterstanden ten opzichte van de T2009 trend vertonen na correctie op basis van het lineaire verband met de jaargemiddelde windsnelheid in Cadzand minder temporele variabiliteit, en liggen in de periode 2009-2017 over het algemeen dicht bij 0 (Figuur 3-14, Figuur 3-15 rechts). Er kan dus geconcludeerd worden dat afwijkingen in de hoog- en laagwaterstanden ten opzichte van de trend in deze periode deels het gevolg zijn van de windopzet buiten het estuarium.

Het jaargemiddeld laagwater bij Terneuzen ligt sinds 2014 steeds boven de regressielijn en neemt toe in 2017, waarbij de waarde buiten het 95 %-betrouwbaarheidsinterval ligt, maar binnen het 95 % voorspellingsinterval blijft (Figuur 3-16).

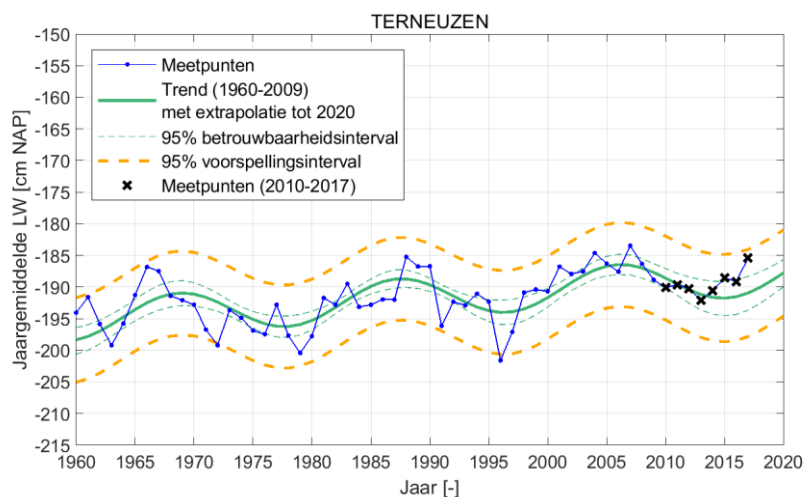
<sup>4</sup> Voor de (eventuele) impact van de derde verruiming en het flexibel storten geldt T2009 als de referentiesituatie (de T0). Om eventuele trendbreuken vast te stellen wordt daarom steeds vergeleken met de trends uit het T2009-rapport, en niet met het T2015-rapport.



**Figuur 3-14:** Links: Evolutie van de jaargemiddelde hoogwaterstand te Vlissingen, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval. Rechts: Jaargemiddeld HW residu t.o.v. T2009 trend, gecorrigeerd voor lineair verband tussen residuen en windopzet.

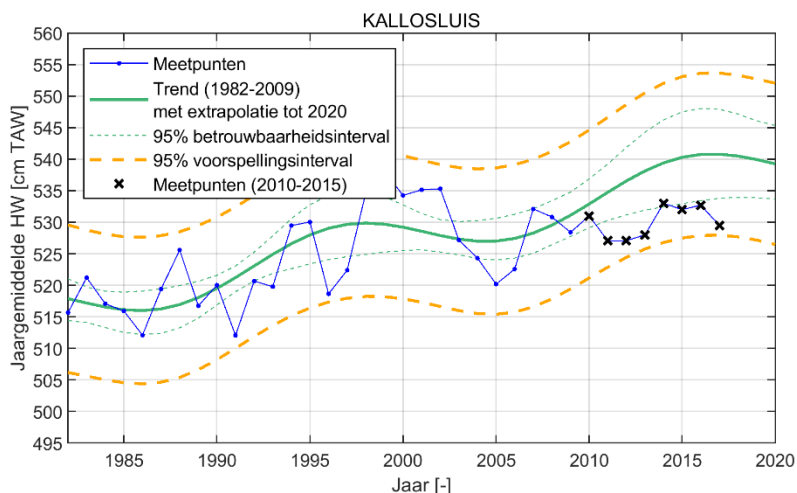


**Figuur 3-15:** Links: Evolutie van de jaargemiddelde laagwaterstand te Vlissingen, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval. Rechts: Jaargemiddeld LW residu t.o.v. T2009 trend, gecorrigeerd voor lineair verband tussen residuen en windopzet.

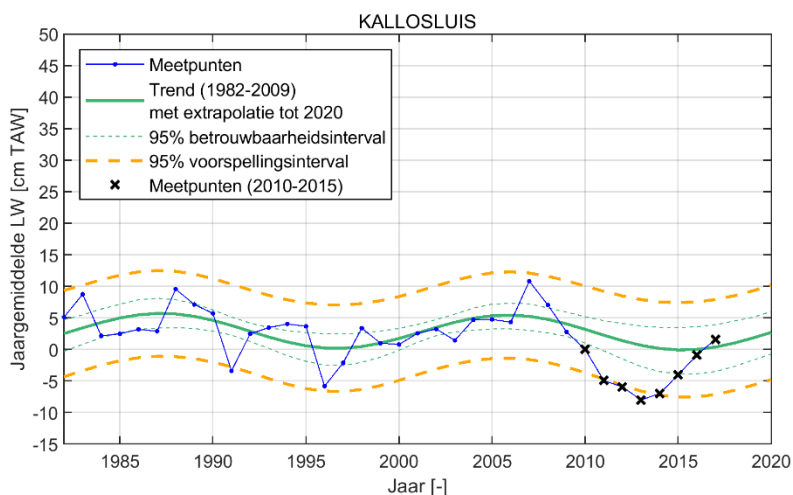


**Figuur 3-16:** Evolutie van de jaargemiddelde laagwaterstand te Terneuzen, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.

De waarden van het jaargemiddelde hoogwater bij Kallosluis liggen sinds 2009 onder de verwachte trend (Figuur 3-16), vergelijkbaar met de waarden bij Prosperpolder. De jaargemiddelde laagwaters bij Kallosluis nemen sinds 2013 toe en liggen sinds 2017 boven de verwachte trend (Figuur 3-17). De meest recente OLS-CUSUM waarden van de hoog- en laagwaters liggen buiten de controlegrenzen en er lijkt dus sprake te zijn van een trendbreuk. In 2011 werd echter een peilschaalcorrectie van -4,9 cm doorgevoerd bij Kallosluis, waardoor ten opzichte van 2010 een sterke verlaging van de hoog- en laagwaterstanden optrad. Deze verlaging van de waterstanden draagt bij aan de trendbreuk ten opzichte van de T2009 trend die zonder de peilschaalcorrectie niet wordt waargenomen.



Figuur 3-17: Evolutie van de jaargemiddelde hoogwaterstand te Kallosluis, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.

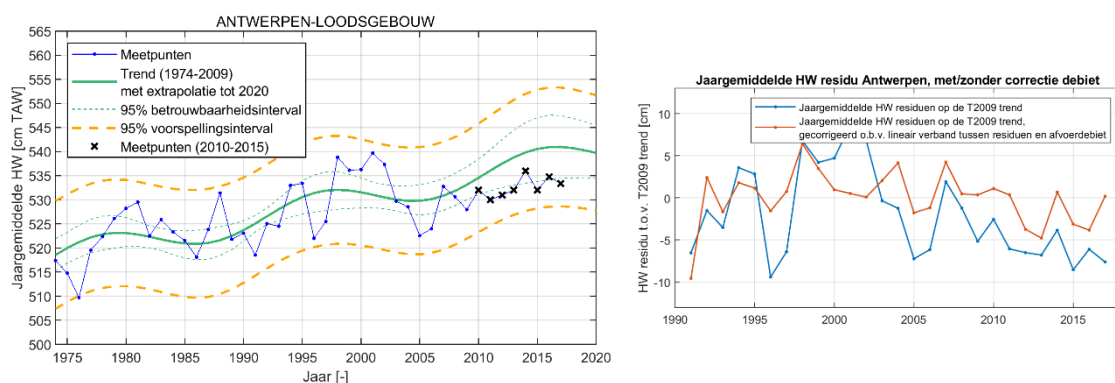


Figuur 3-18: Evolutie van de jaargemiddelde laagwaterstand te Kallosluis, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval.

Het jaargemiddelde hoogwater bij Antwerpen nam in 2016 toe, waarna in 2017 een afname volgde (Figuur 3-19). Ook bij Antwerpen liggen de gemiddelde hoogwaterstanden sinds 2008 onder de verwachte trend. Vergelijkbaar met Kallosluis werd voor meetstation Antwerpen een peilschaalcorrectie doorgevoerd op de waterstandsmetingen vanaf 2011,

hier 3,0 cm. De hoog- en laagwaterstanden liggen hierdoor sterker onder de verwachte trend dan zonder deze peilschaalcorrectie het geval zou zijn. Bij de opwaartse stations, worden de waterstanden ook beïnvloed door het jaargemiddeld bovenafvoerdebiet (§3.2.1, T2009 Consortium, 2013; Vandenbruwaene *et al.*, 2016; IMDC, 2017; T2015 Consortium, 2018). De residuen ten opzichte van de T2009-trend vertonen minder temporele variatie na de correctie en zijn, voornamelijk bij het hoogwater, minder negatief in de jaren 2010 – 2017 dan de niet-gecorrigeerde residuen (Figuur 3-19, rechts). Dit laat zien dat de afwijkingen in de waterstanden bij Antwerpen deels verklaard kunnen worden door variaties in de bovenafvoer.

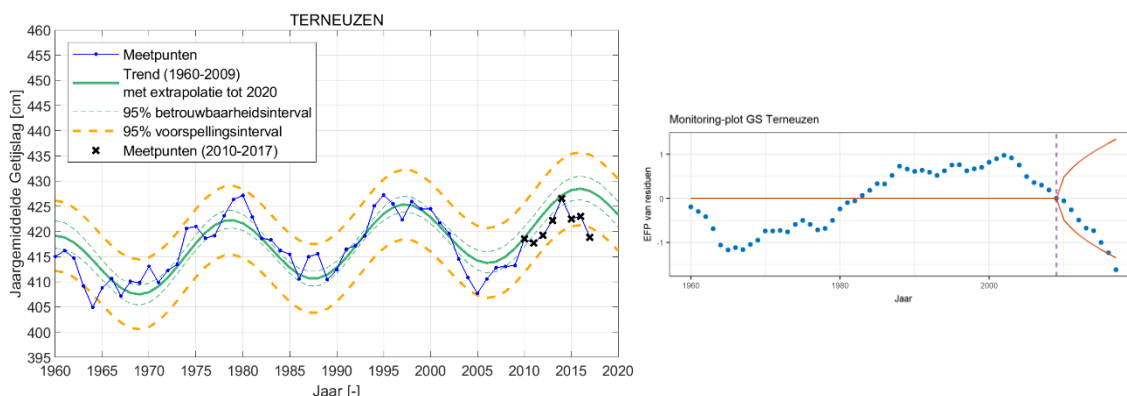
Bij de overige getijstations zijn de conclusies voor de hoog- en laagwaterstanden gelijkaardig. Over het algemeen is er sprake van het gelijkblijven of een lichte afname van de jaargemiddelde hoogwaterstanden; de laagwaterstanden daarentegen laten een toename zien.



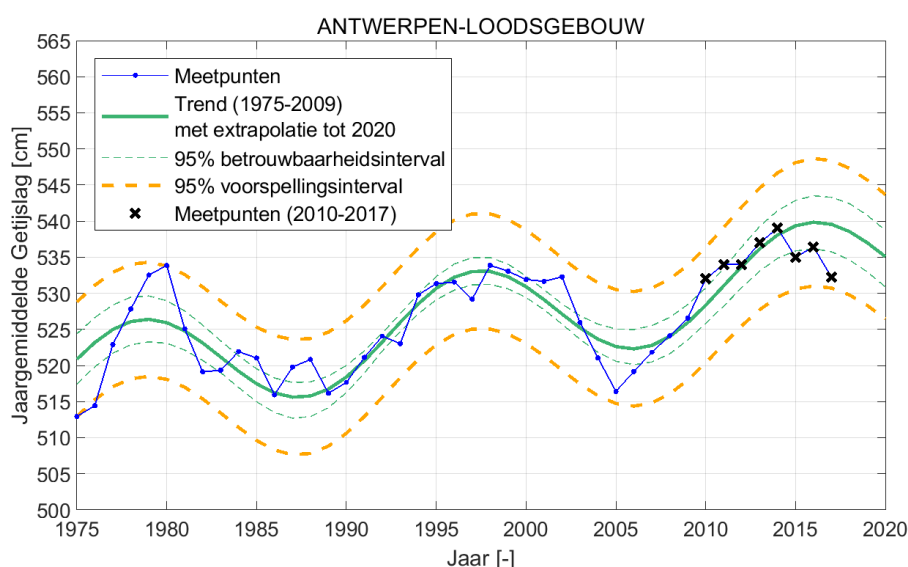
*Figuur 3-19: Links: Evolutie van de jaargemiddelde hoogwaterstand te Antwerpen, met T2009 trendlijn (extrapolatie tot 2020), 95 % betrouwbaarheids- en verwachtingsinterval. Rechts: Jaargemiddeld HW residu t.o.v. T2009 trend, gecorrigeerd voor lineair verband tussen residuen en bovenafvoer bij Schelle.*

### 3.2.3 Getijslag

In de Westerschelde en de Beneden-Zeeschelde nam de absolute getijslag in 2017 af bij alle getijstations. Bij Hansweert, Bath, Prosperpolder, en Antwerpen (Figuur 3-21) liggen de waarden binnen het 95 %-voorspellingsinterval van de T2009-trend. Bij Vlissingen, Terneuzen (Figuur 3-20), en Kallosluis lagen de meest recente waarden buiten het 95 %-voorspellingsinterval. Bij Terneuzen zijn hierbij in 2017 de cumulatieve residuen van de getijslag de controlegrenzen van de trend gepasseerd, en kan dus gesproken worden van een trendbreuk (Figuur 3-20, rechts). Bij de overige getijstations is op dit moment nog geen sprake van een trendbreuk. Buiten de monding van de Westerschelde, bij Cadzand en Westkapelle, wordt geen duidelijke afname van de absolute getijslag waargenomen, en liggen de waarden dichtbij de verwachte trend.

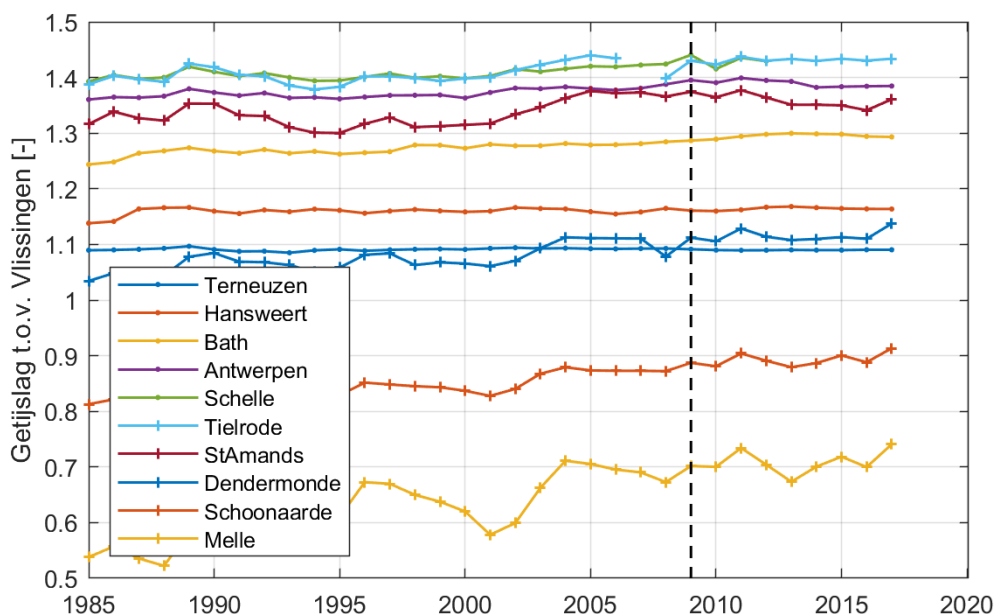


*Figuur 3-20: Links: Ontwikkeling van de absolute getijslag te Terneuzen. Rechts: OLS-CUSUM controleplot van de residuen ten opzichte van de T2009-trend.*



*Figuur 3-21: Ontwikkeling van de absolute getijslag te Antwerpen.*

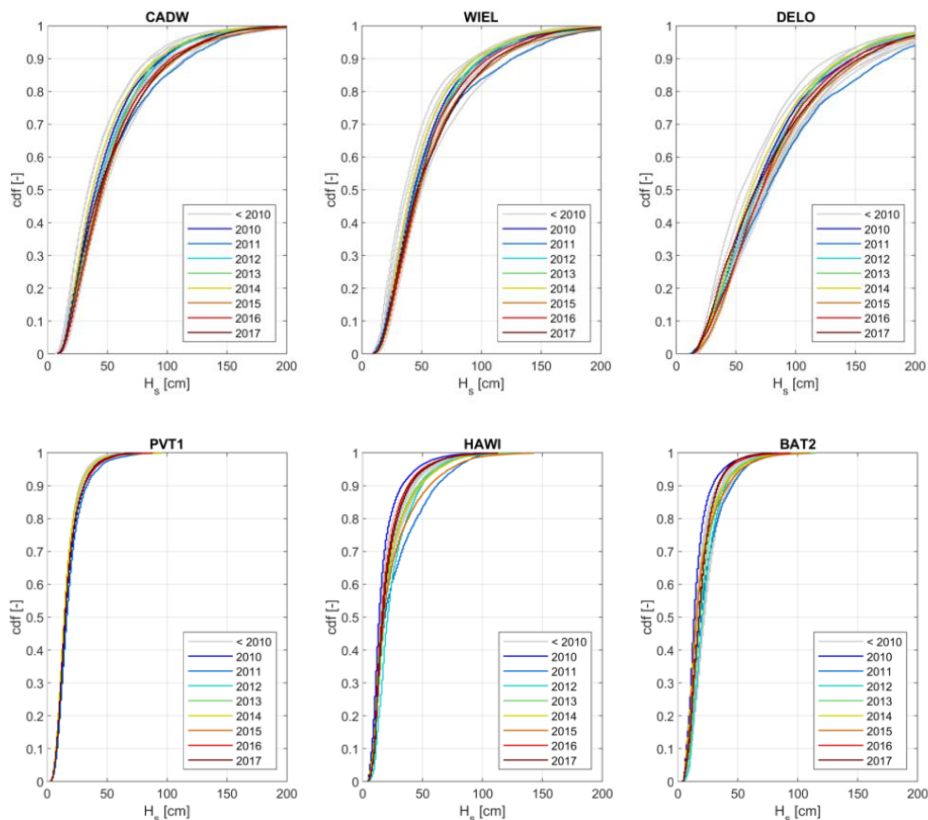
De relatieve getijslag in de Westerschelde, van Terneuzen tot Bath, bleef redelijk constant sinds 2005 (Figuur 3-22). Opwaarts hiervan, in de Beneden-Zeeschelde, was de relatieve getijslag maximaal rond 2009-2011, en is er sindsdien sprake van een afname. Dit was het geval van Antwerpen tot Schelle. Bij Tielrode, opwaarts van Schelle, was de relatieve getijslag reeds in 2005 maximaal en zijn de waarden in recente jaren vrij constant. Verder opwaarts in de Boven-Zeeschelde is nog steeds sprake van een stijgende trend en is er ook meer variatie in de relatieve getijslag, waarbij in 2017 sprake was van een toename die het sterkst was bij Melle, het meest opwaartse station. Deze resultaten komen overeen met de bevindingen in eerdere rapporten (IMDC, 2017a; T2015 Consortium, 2018a).



*Figuur 3-22: Evolutie van de jaargemiddelde getijslag ten opzichte van Vlissingen per station in het estuarium (1985-2017) met aanduiding van het jaar 2009 (gestippelde lijn).*

### 3.2.4 Golven

De golfhoogte bij de monding van de Westerschelde, bij Cadzand, Wielingen, en Deurloo, was in 2016 en 2017 vergelijkbaar met eerdere jaren (Figuur 3-23). De cumulatieve distributiefunctie voor deze jaren ligt binnen de bestaande verdeling. Bij meetstation Hoofdplaat waren voor 2016 en 2017 niet voldoende metingen beschikbaar om de analyse uit te voeren. De golfmetingen van de laatste jaren lagen bij Pas van Terneuzen binnen de verdeling. Bij Hansweert en Bath lagen de cumulatieve distributiefuncties van 2016 en 2017 beide bij de ondergrens van de bestaande verdeling. Uit de meteorologische jaaroverzichten blijkt dat de gemiddelde windsnelheid gemeten te Ukkel in 2016 en 2017 zeer abnormaal laag was (terugkeerperiode 10-30 jaar, KMI, 2017, 2018). Dit is een mogelijke verklaring voor het feit dat de golfhoogtes binnenin het estuarium (Hansweert en Bath) relatief laag waren. Op alle locaties waren de golven in 2011 het hoogst.



Figuur 3-23: Cumulatieve verdeling van golfhoogte bij Cadzand, Wielingen, en Deurloo (boven), en Pas van Terneuzen, Hansweert, en Bath (onder).

### 3.2.5 Stroomsnelheden

#### Westerschelde

Stroomsnelheidsmetingen op de plaatranden worden uitgevoerd om na te gaan of er nieuw laagdynamisch gebied is ontstaan of in wording is. De meest recente meetwaarden zijn vergeleken met de voorgaande metingen en specifiek met de referentie T0 meting uitgevoerd vóór de stortingen.

De afgelopen twee jaar zijn bij de plaatrandgebieden enkel op de Hooge Platen West en de Plaat van Walsoorden nieuwe metingen verricht. De figuren van deze stroomsnelheidsmetingen zijn opgenomen in sectie 5.3.1 van het data-analyserapport (IMDC, 2019). Bij de meetraaien op de Hooge Platen West wordt over het algemeen een afname van de maximale eb- en vloedstroomsnelheden waargenomen. Dit suggereert dat dit gebied laagdynamischer is geworden. Bij de Plaat van Walsoorden werd voor de diepste punten van de raaien een toename van de maximale eb- en vloedstroomsnelheden geobserveerd. De hoger gelegen punten van de raaien lieten echter een afname van stroomsnelheid zien. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door de versteiling van de plaatrand, waardoor de gradiënt in stroomsnelheid langsheen de raai sterker wordt.

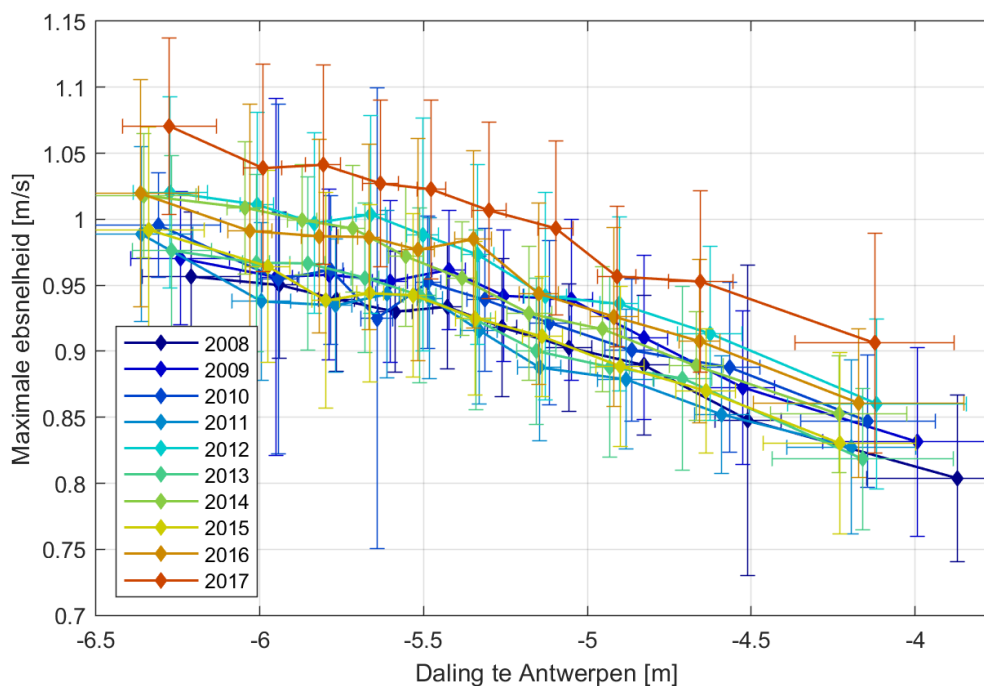


### **Beneden-Zeeschelde**

De stroomsnelheden in de Beneden-Zeeschelde zijn gemeten bij Oosterweel en vergeleken met de waterstanddaling- en stijging bij Antwerpen. Voor de stroomsnelheden werden enkel de 95<sup>ste</sup> percentiel van de eb- en vloodsnelheden gedurende de periode van daling respectievelijk stijging bepaald. Deze waardes lagen in 2017 voor eb en vloed (zie data-analyserapport (IMDC, 2019)) hoger dan in eerdere jaren. Dit was voornamelijk het geval voor de ebsnelheden, die voor alle decielen van de waterstanddalingen duidelijk hoger lagen dan in eerdere jaren (Figuur 3-24).

Er zijn verschillende mogelijke verklaringen voor deze evolutie:

- Doordat het verticaal getij (de waterstanden) toeneemt in de bovenstroomse gebieden (zie Figuur 3-22) neemt het horizontaal getij (debeten en stroomsnelheden) toe in de benedenstroomse gebieden, omdat er een groter watervolume naar opwaarts moet worden verplaatst. Dit effect treedt effectief op (het verticaal getij opwaarts is daadwerkelijk toegenomen) maar is waarschijnlijk niet de hoofdverklaring voor de evolutie van de stroomsnelheden in Oosterweel (Figuur 3-24), omdat hier vooral een abrupte wijziging wordt waargenomen in 2017. Daarnaast zou dit fenomeen een gelijkaardige wijziging in de eb- en de vloodsnelheden moeten teweegbrengen, en dit is niet het geval in de metingen.
- Een wijziging van het bodempeil in de onmiddellijke nabijheid van de sensor (minder dan 50 m afstand). Een vergelijking van de bodempeilingen tussen 2016-2017 geven echter slechts beperkte bodemwijzigingen aan rond de sensorlocatie (minder dan 0.20 m, op een totale waterdiepte van ca. 7 m), dus dit is waarschijnlijk niet de correcte verklaring.
- Bathymetrische veranderingen in de ruimere lokale omgeving van de sensor (enkele kilometer afstand), waardoor de sensor anders aangestroomd wordt door de eb- en/of de vloedstroming. De verschilkaarten (bijlage E van het datarapport) geven inderdaad bathymetrische wijzigingen aan in de ruimere omgeving van de sensor. Met behulp van een numeriek stromingsmodel (met de bathymetrie van 2015 en 2017) zou kunnen worden nagegaan of dit inderdaad een impact heeft op de lokale stroming ter hoogte van de sensor bij Oosterweel.



Figuur 3-24: Maximale ebsnelheid te Oosterweel, bovenste meettoestel, tegenover de waterstanddaling te Antwerpen. De daling wordt gedefinieerd door LW minus HW.

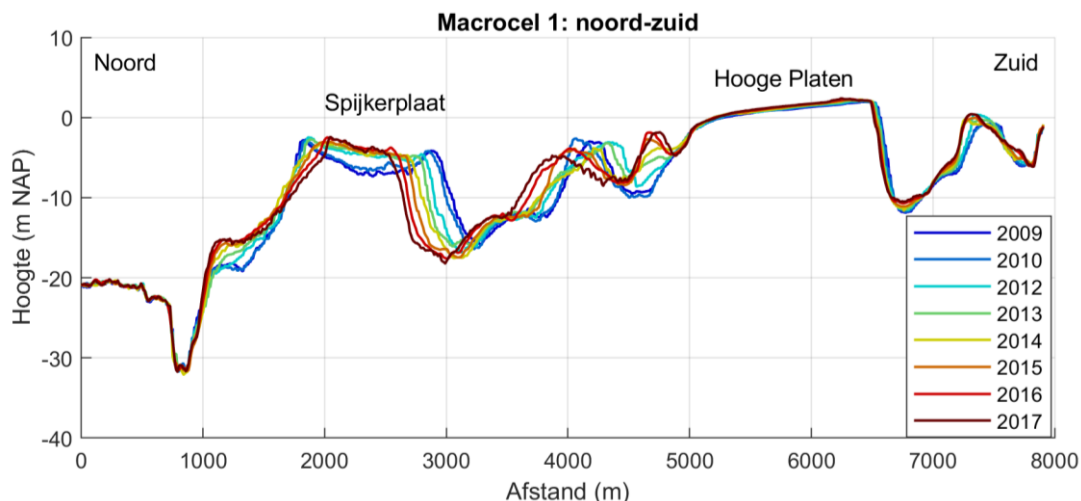
## 3.3 MORFOLOGIE EN LEEFOMGEVING

### 3.3.1 Recente morfologische veranderingen

De grootschalige morfologische veranderingen worden op basis van de vaklodingskaarten van Rijkswaterstaat (Westerschelde) en de bathymetrische opnames van Vlaamse Hydrografie (Beneden-Zeeschelde), beknopt samengevat. Overzichtskaarten van de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde worden weergegeven in Figuur 3-30 en Figuur 3-32. Voor een uitgebreide beschrijving en bijhorende detailkaarten wordt naar het datarapport verwezen.

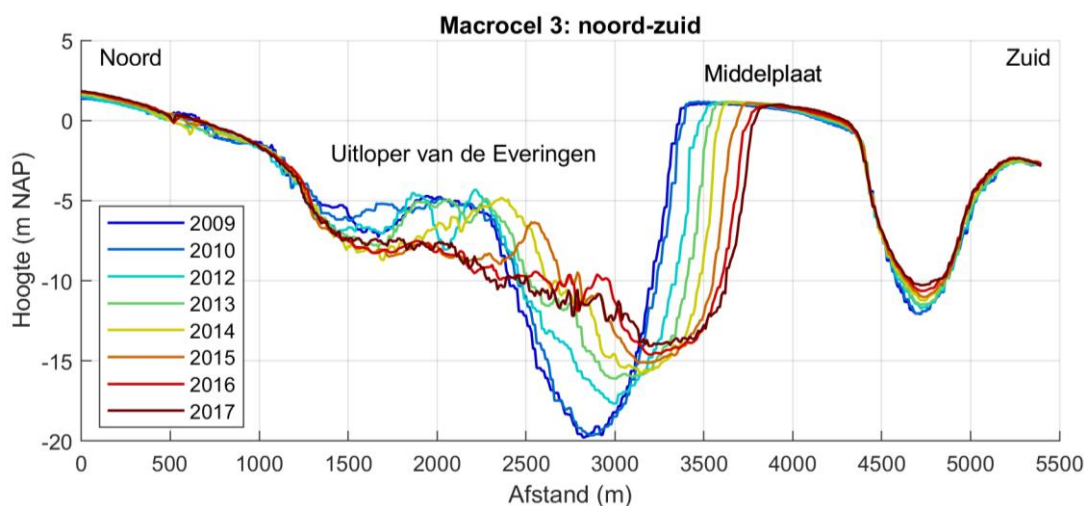
#### Westerschelde

In **macrocel 1** is sprake van verruiming van de hoofdgeul, terwijl het totale sedimentvolume van de Hooge Platen toeneemt, voornamelijk door een verhoging van de plaat. Het Vaarwater langs Hoofdplaat, ten zuiden van de Hooge Platen in **mesocel 2**, ondervindt op lange termijn sedimentatie. Aan de noord- en westzijde van de Hooge Platen bevinden zich plaatrandstortzones waar stortingen zijn uitgevoerd en verondiepingen zijn gerealiseerd (zie sectie 3.3.2). De nevengeul van macrocel 1 en de Spijkerplaat bewegen richting het noorden, waardoor de nevengeul aan ruimte wint (Figuur 3-25). Aan de zuidkant van de nevengeul ontwikkelt zich een vloodschaar langs de noordzijde van de Hooge Platen; dit is mogelijk gelinkt aan een cyclisch gedrag van de nevengeul (de schaar van de Spijkerplaat) over een periode van ca. 25 jaar (Plancke *et al.*, 2017). Tegelijkertijd wordt in het westen van de nevengeul gestort, waardoor lokaal verondieping plaatsvindt. De zuidrand van de Hooge Platen erodeert door de noordelijke migratie van het Vaarwater langs Hoofdplaat, waardoor de plaatrand steiler wordt (Figuur 3-25).



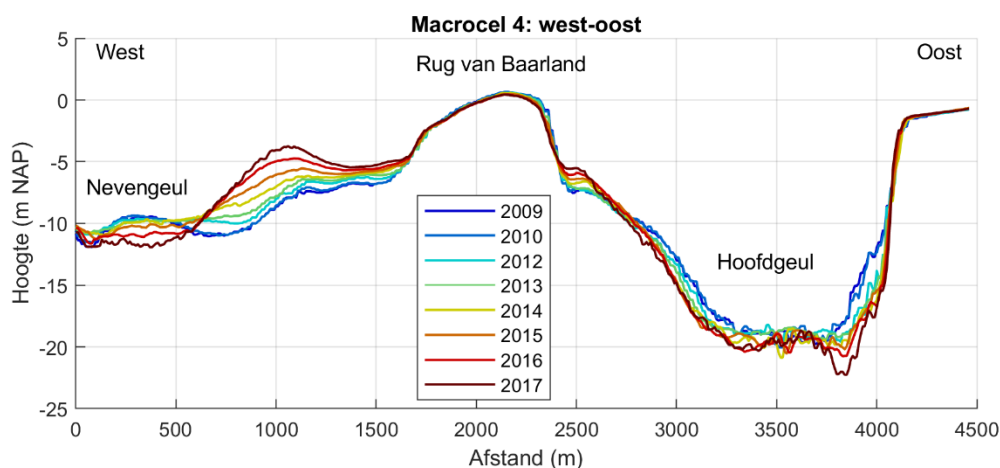
*Figuur 3-25: Noord-zuid transect macrocel 1, van Sloehaven door de Suikerplaat en Hooge Platen tot Vaarwater langs Hoofdplaat. De locatie wordt weergegeven in Figuur 3-30.*

In **macrocel 3** vindt het grootste deel van de dynamiek sinds 2009 plaats in de nevengeul Everingen. De nevengeul is verdiept in het westen, terwijl sterke verondieping plaatsvindt in het oosten, waar intensief is gestort tot 2015. In het oostelijk deel is een sterke drempeldynamiek aanwezig die een quasi-cyclisch patroon vertoont dat de configuratie of ligging van de geulen bepaalt. Door de beweging van de geulen tussen de platen naar het zuidwesten beweegt de oostelijke Middelplaat naar het zuidwesten en erodeert deze aan de noordoostkant (Figuur 3-26). De oppervlakte van de Middelplaat is de afgelopen decennia afgenomen, maar daarbij wel verhoogd. Meer centraal zijn de westelijke Middelplaat en de Suikerplaat redelijk stabiel gebleven, met lichte erosie aan de westrand van de Suikerplaat (zie ook sectie 3.1.1.2.2 voor meer informatie over het effect van de proefstortingen op de Suikerplaat). Aan de noordrand van de nevengeul is sprake van sedimentatie aan de slikken. De hoofdgeul van macrocel 3 is niet erg dynamisch, mede door het onderhoudsbaggeren. Door bagger- en stortactiviteiten verdiept de Pas van Terneuzen ten opzichte van Everingen, en sinds 2015 is de Pas van Terneuzen de belangrijkste geul gedurende de eb fase (T2015 Consortium, 2018a).

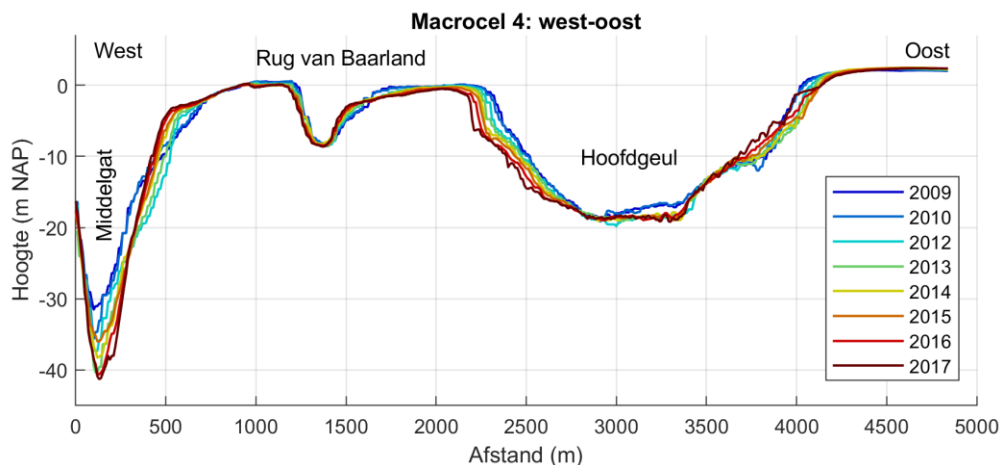


*Figuur 3-26: Noordoost-zuidwest transect macrocel 3, van Plaat van Baarland door de Uitloper van Everingen tot Middelplaat. De locatie wordt weergegeven in Figuur 3-30.*

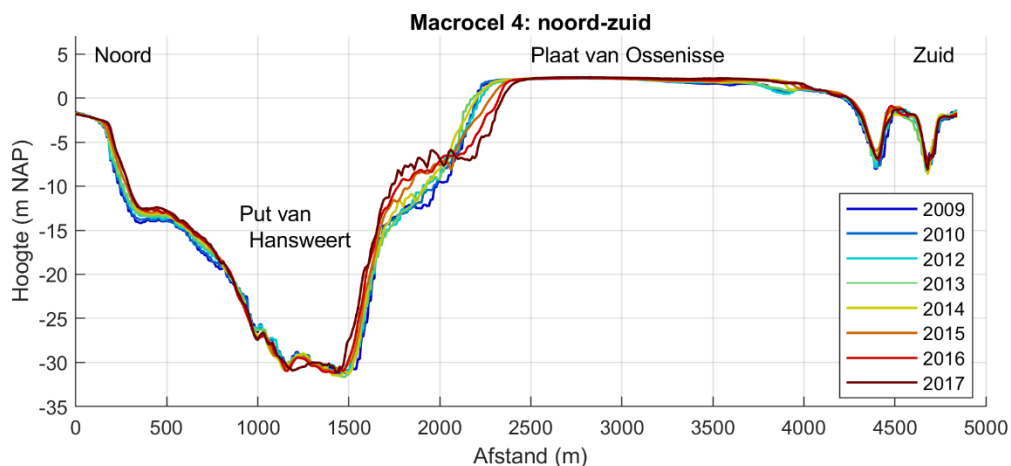
In **macrocel 4** heeft midden jaren '80 een functiewissel van de hoofd- en nevengeul plaatsgevonden. Sindsdien is sprake van erosie in de hoofdgeul en sterke sedimentatie in de nevengeul (Figuur 3-27). Het zuidelijke deel van de Rug van Baarland wordt minder hoog, terwijl de noordelijke delen hoger zijn geworden. De oostrand van de Rug van Baarland (Figuur 3-28) en de rand van de Plaat van Ossensisse eroderen (Figuur 3-29). In verband met de sterke autonome sedimentatie in de nevengeul en op de plaatrand (Figuur 3-27) wordt in het nevengeulstortvak SN41 en in de plaatrandstortzone sinds 2012 niet meer gestort. In de hoofdgeul is het belangrijkste stortvak sinds de derde verruiming, stortvak SH41, gelegen. Hier werd sinds de derde verruiming 24 Mm<sup>3</sup> sediment gestort. Slechts 15 tot 20 % van de gestorte sedimenten worden nog in het gebied aangetroffen, wat wordt veroorzaakt door de hoogdynamische omstandigheden rond de Nol van Ossensisse. Ten noorden van de Nol van Ossensisse, voor het schor en slik bij Knuitershoek, langs de Plaat van Ossensisse en in de Schaar van Ossensisse vindt sedimentatie plaats die mogelijk het gevolg is van deze stortingen. Bij de Put van Hansweert is sprake van een complexe sedimentatiedynamiek door het samenkomen van de hoofdgeul en nevengeul. Recent komt er netto sedimentatie voor langs de binnenbocht bij de Plaat van Ossensisse (Figuur 3-29), die mogelijk gedeeltelijk wordt veroorzaakt door de stortingen nabij de Nol van Ossensisse.



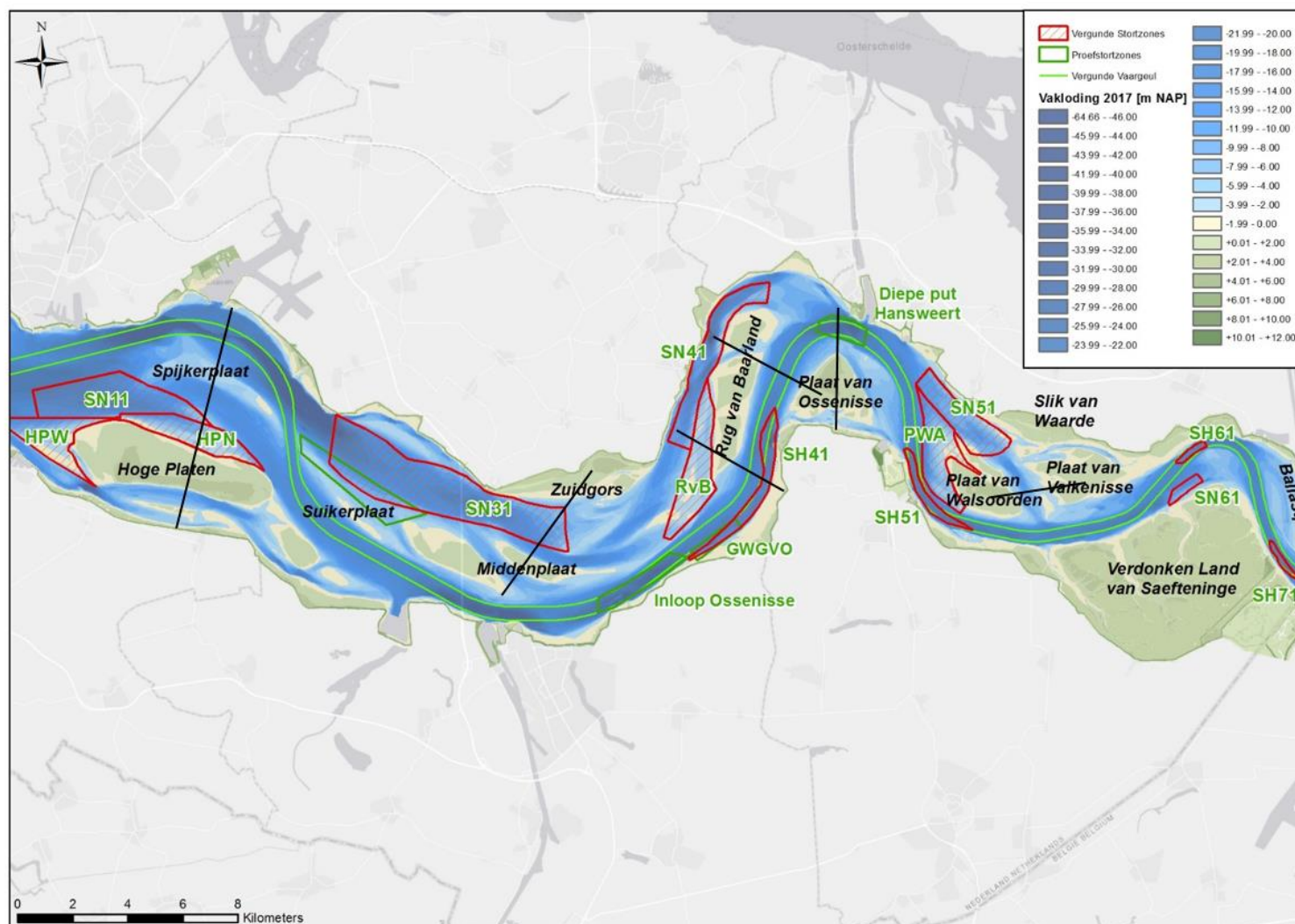
*Figuur 3-27: West-oost transect macrocel 4 door het zuidelijke deel van de Rug van Baarland. De locatie wordt weergegeven in Figuur 3-30.*



*Figuur 3-28: West-oost transect macrocel 4 van Middelgat door het noordelijke deel van de Rug van Baarland tot de Plaat van Ossenis. De locatie wordt weergegeven in Figuur 3-30.*



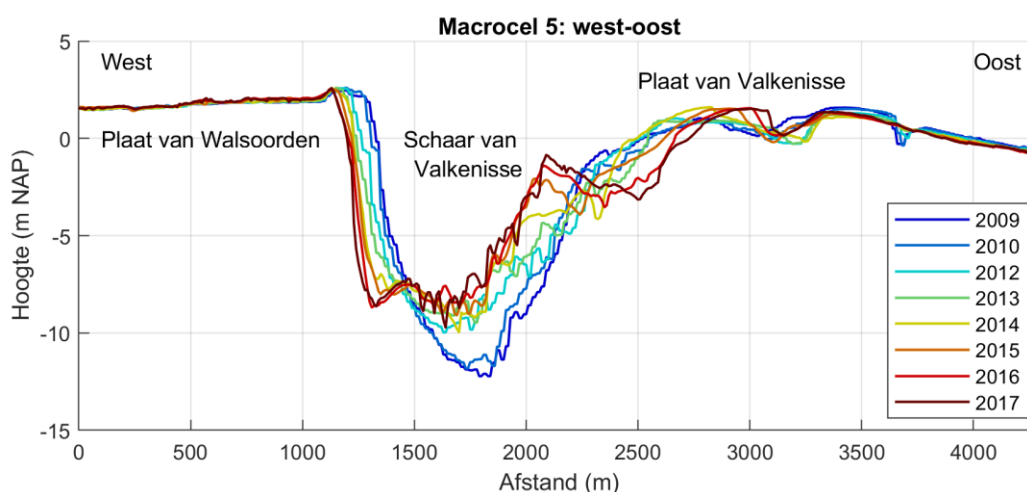
*Figuur 3-29: Noord-zuid transect macrocel 4 van Put van Hansweert naar de Plaat van Ossenis. De locatie wordt weergegeven in Figuur 3-30.*



Figuur 3-30: Overzichtskaat Westerschelde met aanduiding van de ligging van de transecten.



In **macrocel 5** is sprake van een beperkte ophoging van de Plaat van Walsoorden, terwijl de vorm van de plaat sterk verandert. De Schaar van Valkenisse is aan het uitbochten waardoor de Plaat van Walsoorden aan de oostkant erodeert op de plek waar de Schaar van Valkenisse en de Overloop van Valkenisse samenkomen (Figuur 3-31). Aan de andere kant van de Schaar van Valkenisse ontstaat hierdoor ruimte voor de Plaat van Valkenisse die aangroeit naar het zuidwesten (Figuur 3-31). De Plaat van Walsoorden groeit naar het noordoosten aan door de oostelijke verplaatsing van de Schaar van Waarde. Aan de noordwestkant van de Plaat van Walsoorden worden plaatrandstortingen uitgevoerd en hier is een grote zone van verondieping zichtbaar. Na de plaatval die zich in 2014 voordeed aan de zuidwestrand (IMDC, 2017a; T2015 Consortium, 2018a), heeft de plaatrand zich inmiddels weer hersteld. De hoofdgeul is grotendeels dieper en ruimer geworden door de baggerwerken. Bij het oude hoofd van Walsoorden, een strekdam waar eerder erosie plaatsvond, wordt gestort en is lokaal sprake van verondieping.



*Figuur 3-31: West-oost transect macrocel 4 van de Plaat van Walsoorden naar de Plaat van Valkenisse. De exacte locatie wordt weergegeven in het datarapport.*

In **macrocel 6 en 7** is de hoofdgeul sinds 2009 verdiept, voornamelijk door verdiepingsbaggerwerken in 2009 en 2010. Bij stortzone SH61 is daarentegen sprake van verondieping in de hoofdgeul. De Plaat van Saeftinghe en het oosten van het schor- en slikgebied Land van Saeftinghe eroderen. De erosie aan de oostrand van het Land van Saeftinghe zou beïnvloed kunnen worden door scheepsgolven. De Ballastplaat beweegt zich langzaam naar het oosten. De westelijke rand van de plaat erodeert, terwijl sedimentatie plaatsvindt in de Appelzak.

### **Beneden-Zeeschelde**

In het gebied **tussen Saeftinghe en Doel** heeft sterke verdieping van de vaargeul plaatsgevonden, onder andere door de aanlegbaggerwerken. Dit is het geval bij de Drempel van Zandvliet en de Drempel van Frederik, maar ook tussen de twee drempels. Tussen 2016 en 2017 vond op de drempels daarentegen sedimentatie plaats. De zandwinningszone van Schaar van Ouden Doel is erg dynamisch door de stortings- en zandwinningsactiviteiten. De rand van het Paardenschor sedimenteert sterk aan de noordwestelijke helft, terwijl er sprake is van erosie aan de zuidelijke helft. Aan de zuidelijke rand van het Groot Buitenschor zet de sedimentatie zich nog altijd voort, terwijl er erosie plaatsvindt aan de strekdam ten noorden hiervan.

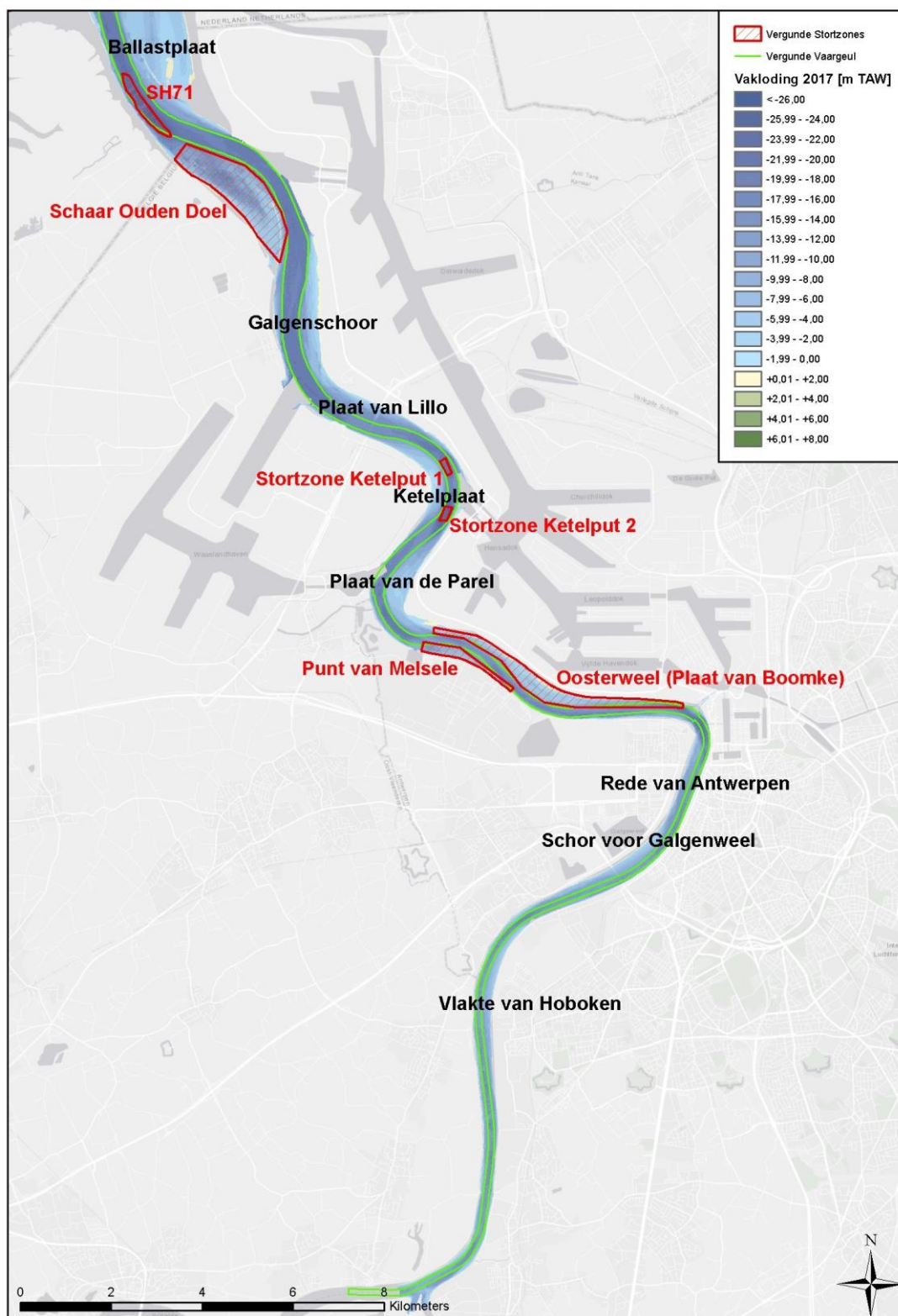


In de periode van 2009 tot 2017 is de vaargeul **tussen Doel en Fort Filip**, tussen de Drempel van Frederik en de Drempel van Lillo, sterk verdiept, onder andere door de verruiming van de vaargeul. Ook hier werd in de periode 2016-2017 sedimentatie in de vaargeul waargenomen. Langs de vaargeul aan de linkeroever ten noorden van het Deurganckdok is op lange termijn sprake van sedimentatie. Dit is ook het geval aan de zuidoostkant van de Drempel van Lillo en de noordkant van de Ketelplaat. Het centrale deel van het Galgeschoor erodeert, terwijl de zuidkant sedimenteert. Bij de Ketelplaat en de twee diepe putten is er een complex patroon van erosie en sedimentatie.

Bij de Drempel van Krankeloon en de Drempel van Oosterweel, **tussen Fort Filip en Oosterweel**, wordt zowel verdieping als verondieping waargenomen. De afgelopen jaren is hier op verschillende plekken dan weer sprake van verdieping en dan weer van verondieping. Op de Plaat van de Parel vindt ook zowel erosie als sedimentatie plaats. De Plaat van Krankeloon en Plaat van Boomke waren de afgelopen jaren relatief stabiel. Ten opzichte van 2009 heeft bij de Plaat van Krankeloon erosie plaatsgevonden, terwijl bij de Plaat van Boomke een zone met lichte verondieping aanwezig is.

Bij de **Rede van Antwerpen** is de vaargeul redelijk stabiel, met slechts lichte verdieping en verondieping. In de binnenbocht van de vaargeul vindt erosie plaats rond de Palingplaat. Ten zuiden van de Palingplaat en voor het Galgenweel is daarentegen sprake van sedimentatie. Ter hoogte van Burcht vindt erosie in de buitenbocht en sedimentatie in de binnenbocht plaats.

In de meest opwaartse zone van de Beneden-Zeeschelde, **tussen Burcht en Rupelmonde**, is de vaargeul redelijk stabiel. Hier is migratie van bodemvormen zichtbaar in de vaargeul. In de binnenbocht bij Hoboken wordt daarnaast verondieping waargenomen, die vooral in 2015-2016 sterk is toegenomen.



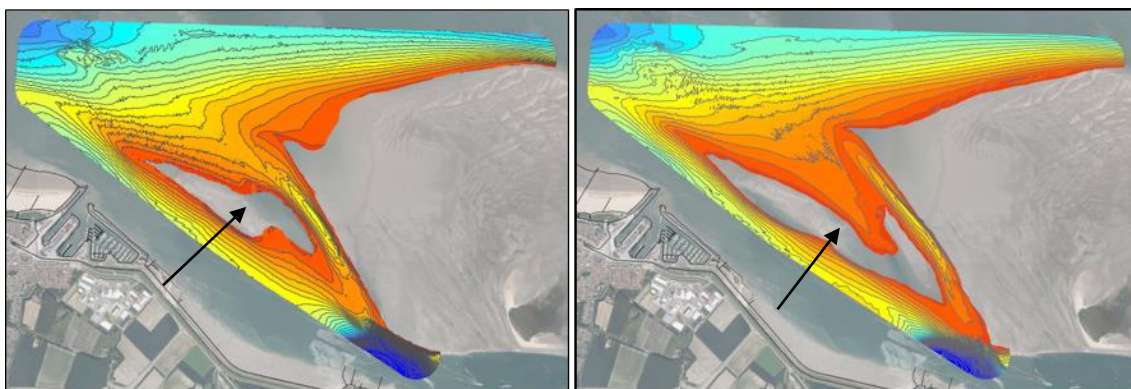
Figuur 3-32: Overzichtskartaat Beneden-Zeeschelde.

### 3.3.2 Platen en plaatrandstortzones Westerschelde

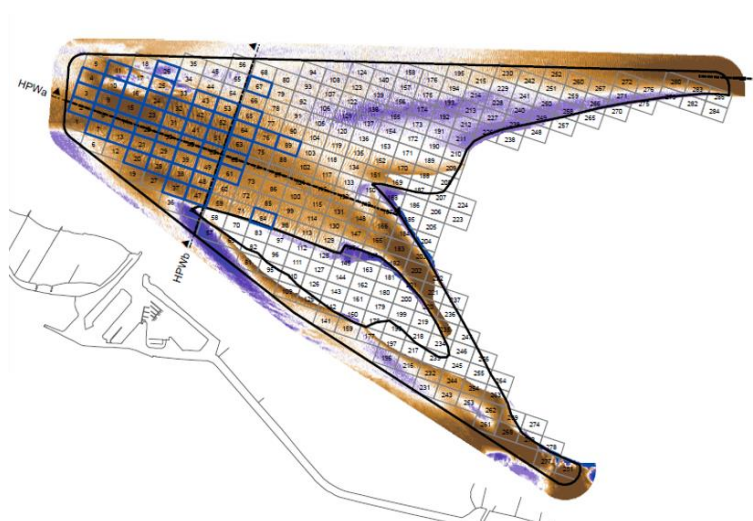
#### Hooge Platen West

De plaatrandstortingen op Hooge Platen West (Figuur 3-33) zijn uitgevoerd aan de diepe punt van de stortzone (Figuur 3-34). De initiële plaatrandstorting van 2010 bedroeg 2 Mm<sup>3</sup> en werd in 2011 en 2013 aangevuld met ca. 0,5 Mm<sup>3</sup> resp. 0,1 Mm<sup>3</sup>. Recenter, vanaf midden 2015, wordt weer intensiever gestort. De totale storthoeveelheid tussen februari 2010 en februari 2018 bedraagt 5,19 Mm<sup>3</sup>.

Onder invloed van de vloedstroom is het gestorte sediment grotendeels in oostelijke en zuidoostelijke richting gemigreerd. Hierdoor is voor de plaatpunt de verondieping groter en ondieper geworden. Tegelijk is de vorm van het kleine Plaatje van Breskens sterk gewijzigd en opgehoogd, terwijl een vloedgeultje naar het oosten is gemigreerd.



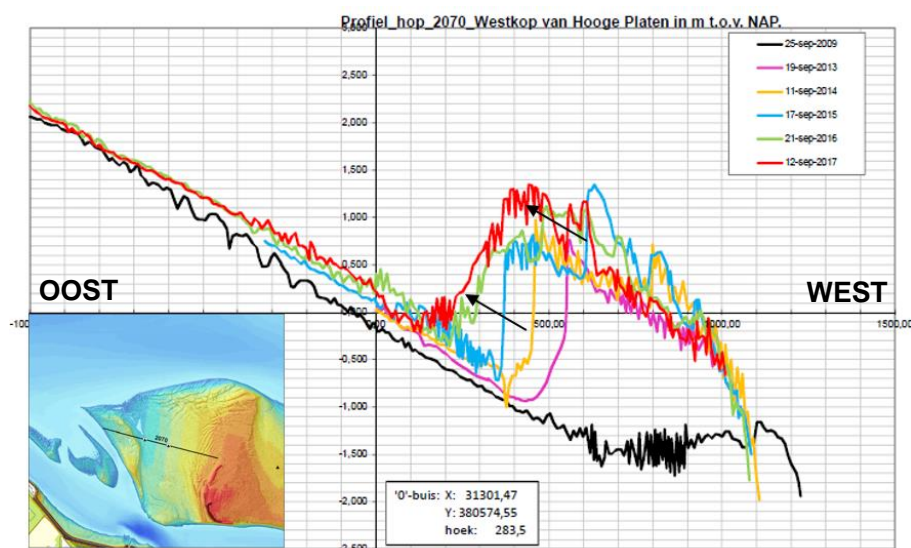
Figuur 3-33: Bathymetrie ter hoogte van plaatrandstortvak Hooge Platen West in februari 2010 (links) en januari 2018 (rechts). De pijl geeft het Plaatje van Breskens aan.



Figuur 3-34: Verschilkaart plaatrandstortvak Hooge Platen West van februari 2010 tot januari 2018. De blauwe rechthoekjes zijn de ingezette stortvakken.

De RTK-profielen van de oost-west raai op Hooge Platen West laten zien dat er sinds de plaatrandstortingen in 2010 sprake is van een algemene verhoging van het bodempeil (Figuur 3-35). Er heeft zich een zandrug ontwikkeld die zich opwaarts (oostwaarts) beweegt, en hierachter heeft zich een laagdynamische zone gevormd. De grootste verandering in hoogte heeft hierbij plaatsgevonden tussen 2009 en 2013, maar ook van 2013 tot 2017 is dit proces nog altijd gaande. Het sediment van de plaatrandstortingen heeft zich dus waarschijnlijk opwaarts verplaatst en is hoger op de plaat terecht gekomen.

Dit beeld van grote hoogteveranderingen wordt bevestigd door de RTK hoogtemeetpunten 931 en 932, waar sprake is van een sterkere hoogteverandering dan wenselijk. Bij meetpunt 932 vindt sterke sedimentatie plaats, terwijl bij meetpunt 931 na eerdere sterke sedimentatie nu erosie plaatsvindt. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt door het bewegen van de zandgolf en een laagte die zich aan de voet daarvan vormt (Plancke *et al.*, 2017; Projectgroep Flexibel Storten, 2017; Schrijver, 2017; Jentink, 2017a). Ondanks deze bodemstijging, bevinden de punten op de plaatrand zich eind 2017 in een hoogdynamische, zandige omgeving. De megaribbels geven aan dat er aanzienlijk bodemtransport plaatsvindt en de punten worden dus blootgesteld aan een dynamische omgeving (Projectgroep Flexibel Storten, 2017). Dit kan ook een verklaring zijn voor de daling van het bodemleven en het lutumgehalte in de meetpunten 932 en (in mindere mate) 931.



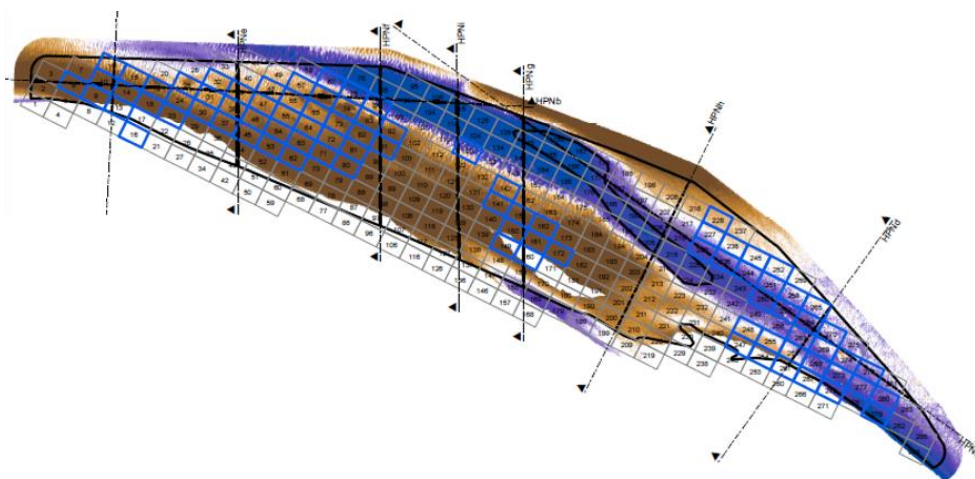
Figuur 3-35: RTK-raai 2070 op de Hooge Platen West (Jentink, 2017a).

### Hooge Platen Noord

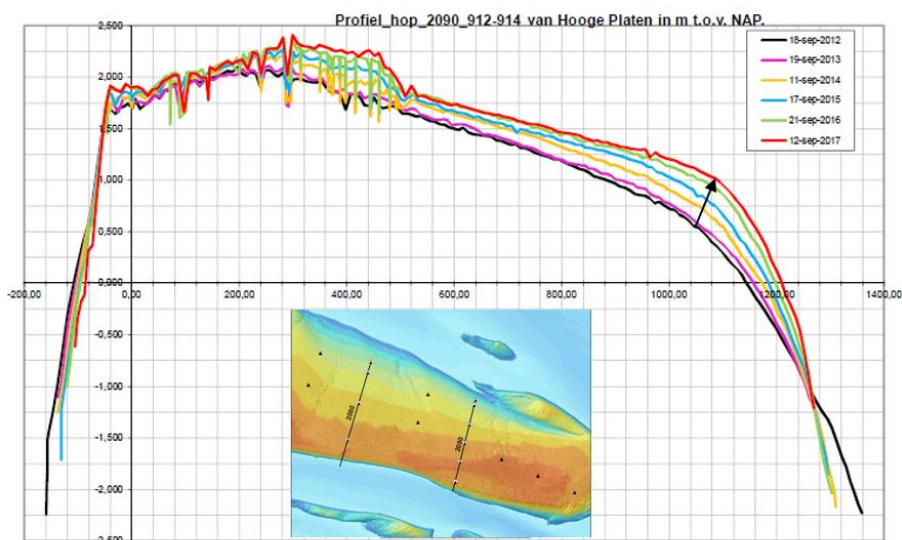
De plaatrandstortingen in het stortvak Hooge Platen Noord zijn voor het grootste deel uitgevoerd in een periode van anderhalf jaar na de start van de verruiming. In totaal is vanaf de verruiming 4,43 Mm<sup>3</sup> sediment in dit stortvak gestort. De afgelopen jaren zijn slechts beperkte volumes gestort. Bij de aanleg is in het noordwestelijk en het zuidoostelijk gebied een zandtong gerealiseerd met als doel hiertussen een luw, laagdynamisch gebied te creëren waarbinnen sedimentatie zou optreden. Deze sedimentatie is ook effectief opgetreden (Figuur 3-36), onder meer door verspreiding van het sediment van de westelijke zandtong.



RTK-raaien over de plaat laten zien dat de gehele plaat hoger is geworden, en tegelijk steiler (Figuur 3-37). Het steiler worden van de plaatrand is goed zichtbaar bij raai 2090, waar de plaat hoger is geworden, maar alle RTK metingen van 2012 tot 2017 elkaar onder de laagwaterlijn kruisen. Het oppervlak intergetijdengebied van de plaat neemt af door deze versteiling. Op basis van een meer diepgaande analyse (IMDC en Arcadis, 2013, 2014) werd besloten dat de areaalafnames van het intergetijdengebied te verwachten waren op basis van de langetermijnontwikkeling, maar lokaal ten oosten van de Bol mogelijk versterkt zijn door de stortingen in de nabijheid. Uit voorzorg werd in door het Overleg Flexibel Storten besloten om in het westelijk deel van HPN niet meer te storten (zie ook Plancke *et al.*, 2017 voor een verdere analyse van de ontwikkelingen van de Hooge Platen).

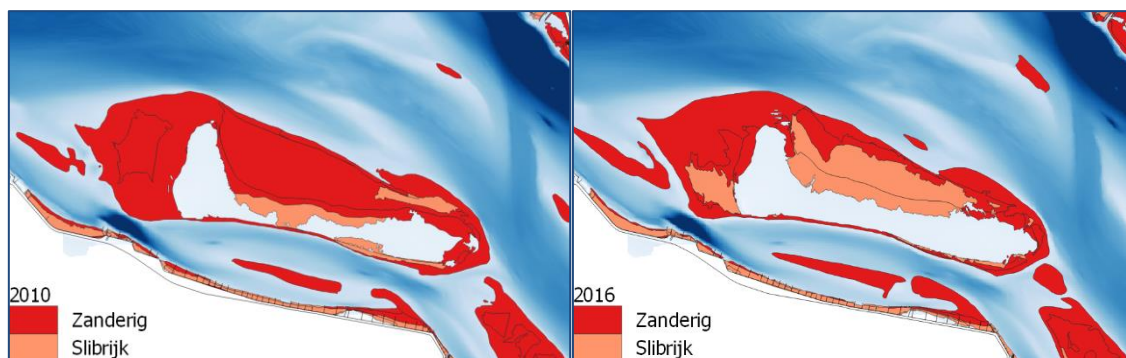


Figuur 3-36: Verschilkaart Hooge Platen Noord tussen april 2010 en december 2017.  
Blauwe rechthoekjes zijn de gebruikte stortvakken.



Figuur 3-37: RTK-raai 2090 op de Hooge Platen Noord (Jentink, 2017b).

De RTK-meetpunten op het centrale deel van de Hooge Platen laten allen een sterke ophoging zien, die buiten de norm ligt. De westelijke en oostelijke meetpunten van de Hooge Platen Noord laten minder sterke sedimentatie, en soms erosie zien, die wel binnen de norm ligt (Projectgroep Flexibel Storten, 2017; Jentink, 2017b). Dit is een verandering van de trend van 2015, toen vrijwel alle meetpunten sterke ophoging vertoonden. In het oosten komt schorvegetatie voor. Dit bevordert het bezinken van fijner sediment en dus sedimentatie van slibrijker materiaal. Met uitzondering van de continue bodemstijging is de situatie er vrij stabiel.

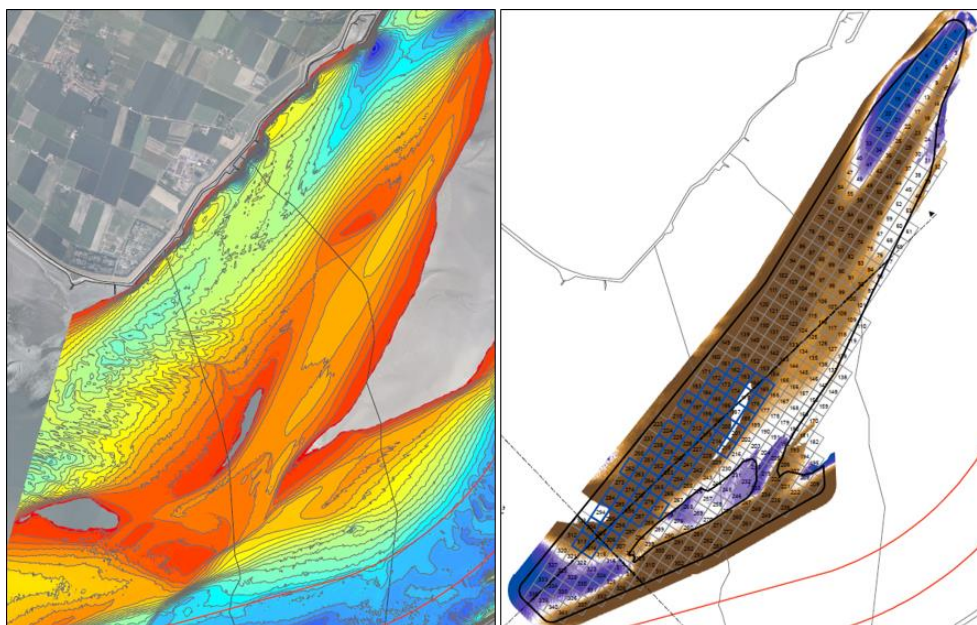


*Figuur 3-38: Bodemtype op basis van ecotopenkaart 2010 (links) en 2016 (rechts).*

Het centrale deel van de plaat wordt hoger en slibrijker en bij de hoogst gelegen punten gaat dit gepaard met schorvorming. Ook in het westen hoogt de plaat verder op. Hier geldt over het algemeen een stabiel laagdynamisch milieu, terwijl de ophoging aan de zuidelijke rand gepaard gaat met schorvorming. Dat ook het centrale, niet-schor gedeelte van de plaat slibrijker wordt, kan worden afgeleid uit de ecotopenkaarten, waar het bodemtype (zanderig of slibrijk) wordt ingeschat aan de hand van luchtfoto's (Figuur 3-38), en aan de hand van kwalitatieve waarnemingen van het lutumgehalte.

### **Rug van Baarland**

De plaatrandstortzone Rug van Baarland is gelegen langs het Middelgat. Deze werd enkel in de eerste twee vergunningsjaren van de eerste vergunning als stortvak ingezet, in verband met bezorgdheid over de autonome sedimentatie die in het Middelgat zou leiden tot een te sterke afname van het nevengeulvolume. De ontwikkeling van de zone wordt wel nog gemonitord, en dit laat zien dat sinds het beëindigen van de stortingen, de sedimentatie binnen de stortzone verder is doorgegaan: in de zone is 1,3 Mm<sup>3</sup> sediment gestort, en bijna 11,4 Mm<sup>3</sup> sedimentatie opgetreden tot mei 2017, het moment van de laatste peiling. De sedimentatie is het sterkst in de diepe delen, aan de zijde van de nevengeul (Figuur 3-39). Dichter naar de plaatrand is de sedimentatie zeer beperkt of zelfs afwezig. Lokaal is erosie zichtbaar, langs het Gat van Ossenis en aan de buitenzijde van de noordelijke zandtong. De ontwikkeling wordt vooral gestuurd door de migratie van zandbanken die vanuit het drempelgebied van de Everingen naar de zuidelijke delen van het Middelgat bewegen en zo aansluiten tegen de Rug van Baarland. Deze migratie van zandbanken kan gestuurd worden door stortingen van grote volumes sediment in het oostelijke deel van stortzone SN31, waar tot 2018 intensief werd gestort.



*Figuur 3-39: Bathymetrie van plaatrandstortvak Rug van Baarland (mei 2017) en de verschilkaart met 2010. Blauwe rechthoekjes zijn de ingezette stortvakken.*

Op de plaat zelf vindt zowel erosie als sedimentatie plaats, zoals te zien is in de RTK-raaien en de RTK-meetpunten. Sedimentatie overheerst op de plaat, maar aan de zuidwestrand, de oostrand, en centraal op de plaat vindt erosie plaats. Op het zuidelijke deel van de plaat heerst een overwegend laagdynamisch milieu. De oostrand van de plaat is overwegend hoogdynamisch en ondervindt erosie door de hoofdgeul. Het centrale en noordelijke deel van de plaat zijn laagdynamisch en redelijk stabiel in hoogte met over het algemeen sedimentatie. De sterkste erosie vindt plaats bij meetpunt 801 en 804 aan de oostkant van de zuidelijke helft van de plaat, terwijl bij meetpunt 807 (westkant zuidelijke helft), 811, en 812 aan de zuidostrand van de plaat sterke sedimentatie plaatsvindt.

#### **Plaat van Walsoorden**

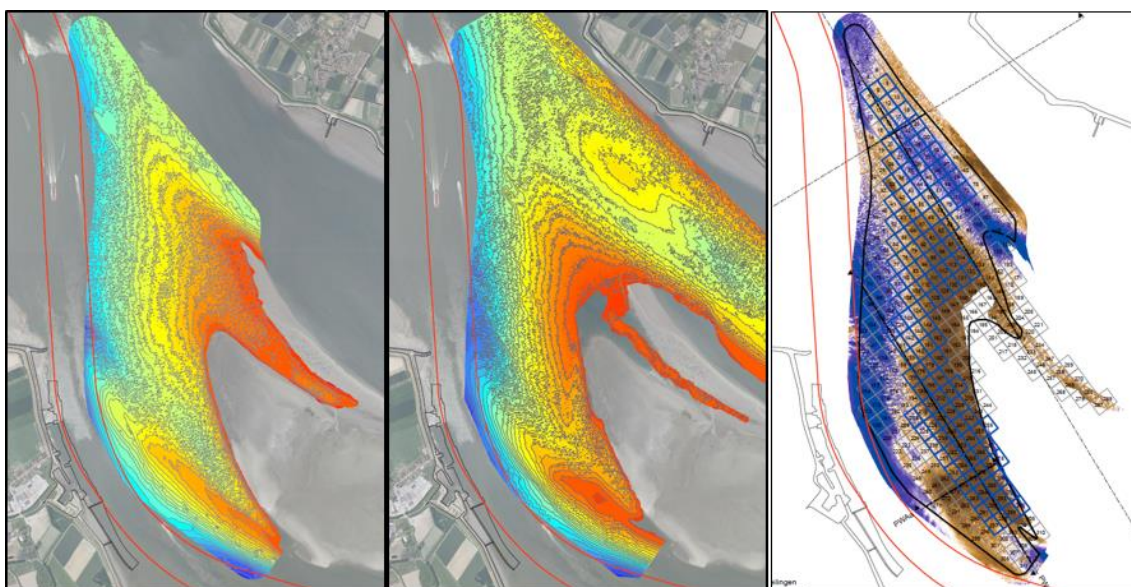
In 2010 is een grote megaduin aangelegd aan de westelijke plaatpunt van de Plaat van Walsoorden (bijna 4 Mm<sup>3</sup>). Sindsdien zijn jaarlijks bijkomende stortingen uitgevoerd van rond de 0,5 Mm<sup>3</sup>, waardoor tot en met het achtste vergunningsjaar in totaal bijna 7,4 Mm<sup>3</sup> sediment is gestort. De laatste jaren is het gestorte volume afgenomen en in het achtste vergunningsjaar werd slechts 0,15 Mm<sup>3</sup> gestort. Onder invloed van de vloedstroom is het gestorte sediment dichter naar de plaatpunt gemigreerd (Figuur 3-40). Latere stortingen vonden ook verder zuidwaarts plaats om sediment in de richting van de zuidelijke vloed-schaar te laten migreren. De verschilkaart (Figuur 3-40) laat duidelijk zien hoe de noordwestkant van de Plaat van Walsoorden is aangegroeid tussen 2010 en 2017.

Centraal op de plaat laat RTK-raai 2560 zien dat er hier beperkte ophoging van de plaat is (Figuur 3-41). De raai toont sinds 2000 een terugwijkende zuidelijke plaatrand. Mogelijk wordt dit sinds kort versterkt door de aanleg van de twee strekdammen op het schor van Baalhoek in 2016-2017. In 2014-2015 was het uitwaaiende erosief effect van de plaatval van eind 2013 duidelijk te zien in het profiel. Nadat er in 2016 nog erosie plaatsvond langs de zuidelijke plaatrand, is er in 2017 sprake van lichte sedimentatie (Projectgroep Flexibel Storten, 2017), en de impact van de plaatval is in 2017 (en eigenlijk ook in al in 2016) niet meer waarneembaar in de peilingen. De noordelijke plaatrand wordt steiler en de

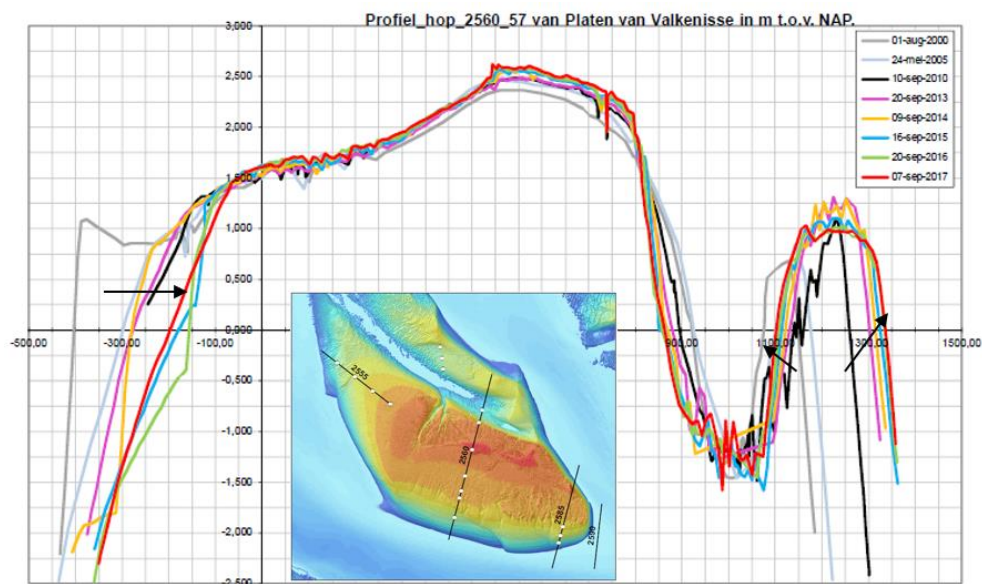


vloedschaar is ten opzichte van 2000 verbreed, maar ten opzichte van 2010 voornamelijk naar het zuiden verplaatst. Langs de noordelijke rand van de plaat komt hierdoor bodemdaling voor en is het meest noordelijke meetpunt hoogdynamischer geworden. De zand tong ten noorden van de vloedschaar wordt hoger en breder en bouwt naar het noordoosten uit.

De oostelijke plaatpunt van de Plaat van Walsoorden erodeert sterk door het uitbochten van de nevengeul. Dit was duidelijk te zien bij raai 2590, die inmiddels niet meer op de plaat ligt, en de erosie wordt ook bevestigd door de RTK-meetpunten aan de oostkant van de plaat. Centraal op de plaat komt schorvegetatie voor en verhoogt de bodemligging. Aan de zuidelijke plaatrand van het centrale deel wordt het schor vervangen door laagdynamisch litoraal, waarbij het lutumgehalte daalt. Het meest zuidelijke meetpunt wordt beïnvloed door de gevolgen van een plaatval (in 2014), waardoor het punt enkele jaren hoogdynamisch werd, maar in 2017 weer is hersteld naar laagdynamisch. Aan het westelijke deel van de plaat vindt over het algemeen een overgang plaats van een hoog- naar een laag-energetisch milieu, maar het lutumgehalte blijft laag. Vermoedelijk is dit te danken aan de plaatrandstortingen, die ter plekke een luwe zone creëren. Het meest westelijke meetpunt kent, ondanks de stijging van de bodemligging, eind 2014 een terugval naar een hoogdynamisch milieu, maar in 2017 verandert dit weer naar laagdynamisch.



*Figuur 3-40: Bathymetrie van plaatrandstortvak Plaat van Walsoorden in februari 2010 (links) en januari 2018 (midden) en de verschilkaart (rechts). Blauwe rechthoekjes zijn de ingezette stortvakken.*



Figuur 3-41: RTK-raai 2560 op de Plaat van Walsoorden (Jentink, 2017c).

### Stabiliteit van de plaatrandstortingen

Baggerspecie die minder goed blijft liggen aan de plaatranden is ongewenst omdat het doel van de plaatrandstortingen de creatie van stroomluwe zones is met een grotere potentie om ecologisch waardevol te worden. In Tabel 3-8 is opgenomen hoeveel procent van de gestorte specie vanaf de aanvang van de stortwerkzaamheden per jaar nog aanwezig dient te zijn. Vanaf de tweede vergunningsperiode wordt de stabiliteit van de specie vanaf 11/02/2015 opnieuw geëvalueerd volgens dezelfde tabel (het criterium is dus opnieuw 80% na 1 jaar).

Tabel 3-8: Gewenste hoeveelheden specie per jaar na beëindigen storten verdiepingsspecie (stabiliteit plaatrandstorting).

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

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 eerste referentietijdstip T0 komt overeen met de start van de verdiegingsstortingen 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 acht jaar worden samengevat in Tabel 3-9. De stabiliteit berekend vanaf het begin van de tweede vergunningsperiode wordt weergegeven in Tabel 3-10.

*Tabel 3-9: Stabiliteit plaatrandstortingen ten opzichte van de start van de verruiming.*

Stortzone	T0	Toetspeiling	Gepeild volume verschil (m³)	Gestort volume (m³)	Stabiliteit t.o.v. T0
HPW	4/02/2010 (T0)	14/02/2018 (T96)	3 312 116	5 245 817	63%
HPN	25/04/2010 (T0)	28/12/2017 (T91)	3 317 316	4 434 497	75%
PWA	1/02/2010 (T0)	10/02/2018 (T104)	3 504 337	7 362 725	48%
RVB	12/02/2010 (T0)	22/05/2017 (T51)	11 408 663	1 305 019	100%

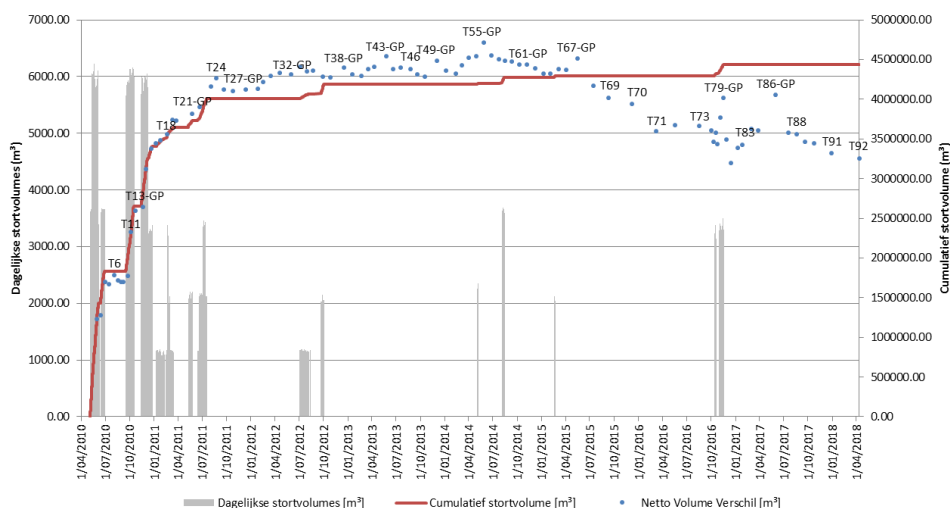
*Tabel 3-10: Stabiliteit plaatrandstortingen voor de tweede vergunningsperiode.*

Stortzone	Start tweede vergunning	Toetspeiling	Gepeild volume verschil (m³)	Gestort volume (m³)	Stabiliteit t.o.v. tweede vergunningsperiode
HPW	5/02/2015 (T63)	14/02/2018 (T96)	1 739 779	2 585 770	67%
HPN	8/01/2015 (T64)	28/12/2017 (T91)	-1 003 238	162 105	0%
PWA	24/02/2015 (T80)	10/02/2018 (T104)	1 440 506	1 162 003	100%
RVB	21/01/2015 (T47)	22/05/2017 (T51)	3 933 896	0	Nvt
Grenswaarde conform protocol					60%

**Hooge Platen West (macrocel 1): 63%/67%.** Netto is 63% van het gestorte materiaal ter plekke gebleven ten opzichte van het begin van de verruiming. Van de stortingen uitgevoerd in de tweede vergunningsperiode is 67% blijven liggen. Drie jaar na de start van de tweede vergunningsperiode ligt deze waarde dus boven de vastgelegde waarde in het protocol.

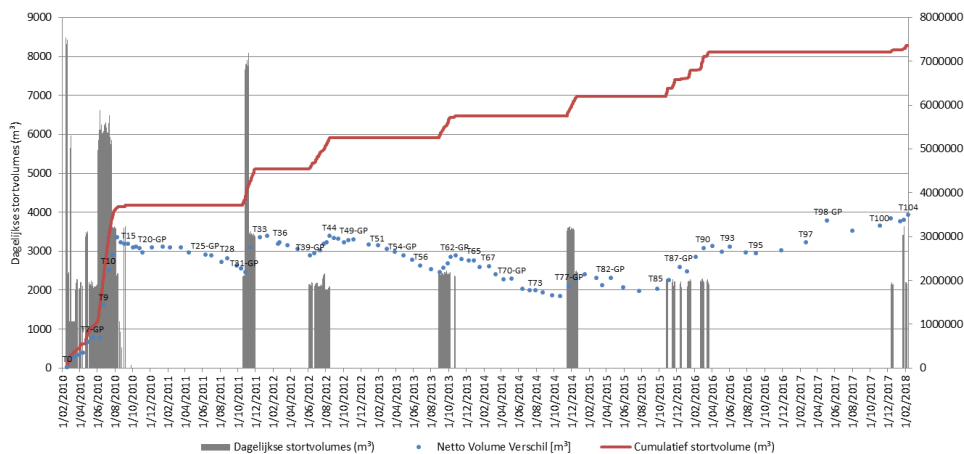
De zone van het Plaatje van Breskens is te hoog gelegen voor de maandelijkse multibeamopname. Om het half jaar wordt echter een ruimere zone rondom de plaatrandstortzone gepeild, waarbij de multibeamopname tot een iets hoger niveau plaatsvindt. Deze grote peilingen geven voor HPW het inzicht dat een deel van de gestorte specie bij het Plaatje van Breskens is gesedimenteerd, wat doorgaans leidt tot hogere stabiliteitswaarden van het gestort materiaal bij deze grote peilingen. De plaatrandstortingen bij HPW hebben er dus onder andere voor gezorgd dat het Plaatje van Breskens groter is geworden.

**Hooge Platen Noord (macrocel 1): 75%/<0%.** Netto is 75% van het sinds de aanvang van de stortingen gestorte materiaal nog in de plaatrandstortzone aanwezig eind december 2017. De stabiliteit van de plaatrandstortzone was tot 2015 zeer hoog (Figuur 3-42), maar sindsdien vindt erosie plaats die gerelateerd is aan de beweging van een vloed-schaar aan de noordrand van de stortzone. Het erosievolume in deze periode is daardoor hoger dan het kleine volume stortingen uitgevoerd in de tweede vergunningsperiode, waarin enkel een storttest werd uitgevoerd langs de oostelijke zand tong. De stabiliteit van deze stortingen is schijnbaar negatief en het criterium van stabiliteit van de tweede vergunningsperiode wordt strikt genomen dus niet gehaald.



*Figuur 3-42: Verloop van het dagelijks en cumulatief volume gestort materiaal en het volumeverschil op basis van de peilingen (ten opzichte van T0) voor Hooge Platen Noord.*

**Plaat van Walsoorden (macrocel 5): 48%/100%.** Netto ligt 48% van het gestorte materiaal in februari 2018 nog in de plaatrandstortzone. In de tweede vergunningsperiode wordt meer materiaal teruggevonden dan werd gestort en is de morfologische stabiliteit 124%. De stabiliteit van de stortingen is in de tweede vergunningsperiode dus 100%. Er lijkt sprake te zijn van autonome sedimentatie in de plaatrandstortzone, in tegenstelling tot de erosieve trend die in eerdere jaren werd waargenomen (Figuur 3-43).



*Figuur 3-43: Verloop van het dagelijks en cumulatief volume gestort materiaal en het volumeverschil op basis van de peilingen (ten opzichte van T0) voor Plaat van Walsoorden.*

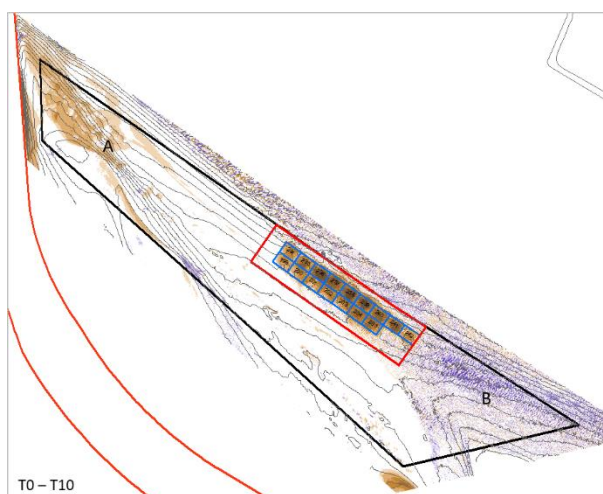
Bij de **Rug van Baarland (macrocel 4)** zijn enkel in 2010 en 2011 stortingen uitgevoerd. In deze zone is sprake van sterke autonome aangroei, waardoor er niet van “stabiliteit van de stortingen” gesproken kan worden.

### 3.3.3 Proefstortingen

Naast de stortingen binnen de reguliere vergunning zijn in 2016 en 2017 ook proefstortingen uitgevoerd in drie zones (zie Sectie 3.1.1.2.2 voor de stortvolumes), namelijk de Inloop Ossensisse en Put van Hansweert (proefstortingen in diepe delen van de hoofdgeul) en de Suikerplaat (proefstorting op de plaatrand). De proefstortingen zijn gericht op onderzoek naar de effecten van het storten in deze locaties en op het creëren van bijkomende stortcapaciteit, en er zijn dus geen specifieke doelstellingen gesteld voor de creatie van ecologisch waardevol areaal.

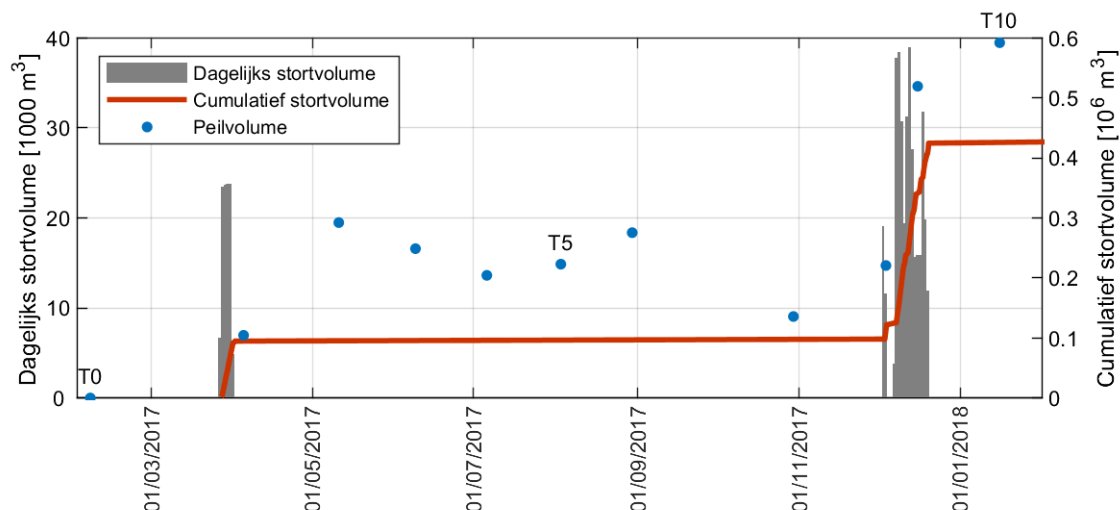
#### 3.3.3.1 Suikerplaat

De proefstortingen op de Suikerplaat zijn in twee periodes uitgevoerd (IMDC, 2018a): een eerste campagne in maart-april 2017 (94 800 m<sup>3</sup>) en een tweede in December 2017 (330 000 m<sup>3</sup> in situ). De stortzone (Figuur 3-44, rood kader) ligt ten zuidwesten van de zone waar zeezand wordt gestort in het kader van de zandruilproef (Figuur 3-44, A). Het gestorte zand is in hoge mate stabiel (netto stabiliteit sinds T0 bedraagt, in januari 2018, 101%).



*Figuur 3-44: Morfologische veranderingen op de proefstortzone Suikerplaat, verschilkaart T0 (06/02/2017) – T10 (16/01/2018), met aanduiding van het kleiner gebied gebruikt om de stabiliteit van de stortingen te berekenen (rood).*



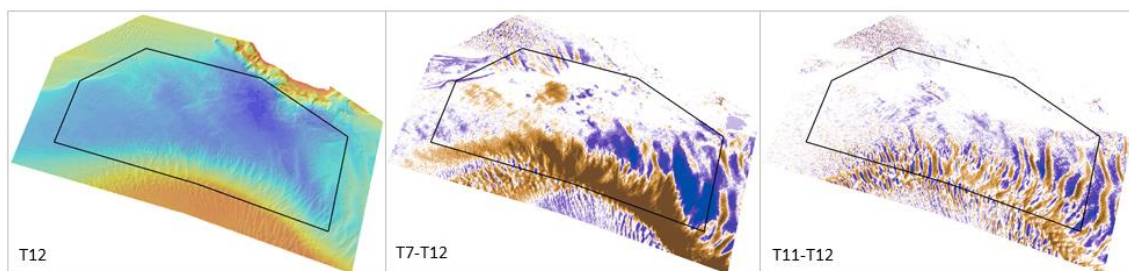


*Figuur 3-45: Verloop van het dagelijks en cumulatief volume gestort materiaal en het volumeverschil op basis van de peilingen (ten opzichte van de beginsituatie) voor de complete stortzone aan de Suikerplaat.*

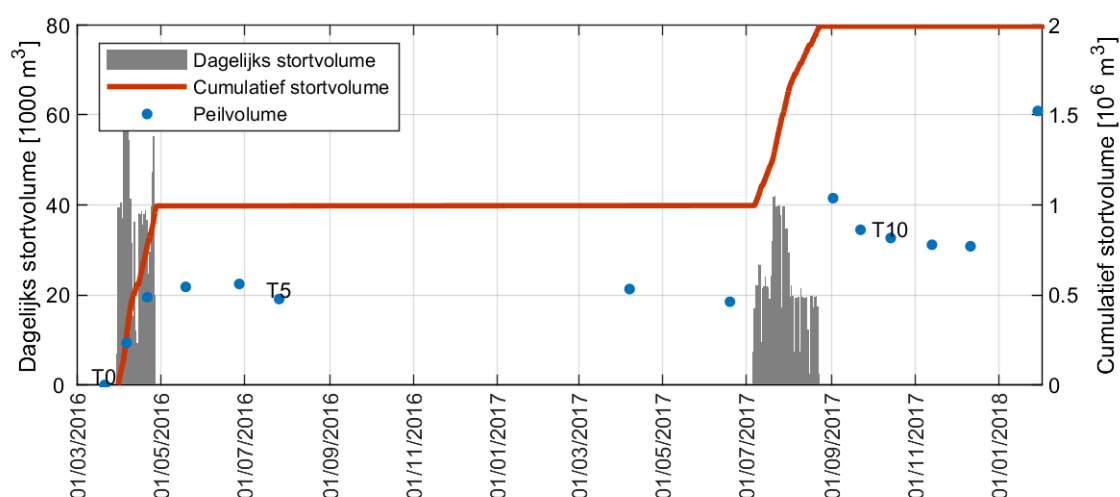
### 3.3.3.2 Put van Hansweert

In maart-april 2016 en juli-augustus 2017 werden twee proefstortcampagnes uitgevoerd in de diepe put van Hansweert, waarbij telkens ca. 1 Mm<sup>3</sup> sediment werd gestort (Deltares en IMDC, 2018; IMDC, 2018b). Het sediment dat in de diepste delen van de put wordt gestort, migreert grotendeels naar de binnenbocht aan de zuidrand van de put: ongeveer 34 % verplaatst zich tijdens of zeer snel na de stortingen, en de andere 66% verplaatst zich over een tijdsspanne van ca. 1 jaar. Op de bodem van de diepe put blijft na 1 jaar nagenoeg geen sediment aanwezig. Bij peiling T12 (11/12/2017) bedroeg de netto stabiliteit 39 %; dit komt overeen met een netto verlies van ruim 1,2 Mm<sup>3</sup> gestort materiaal. Eind 2017 of begin 2018 (tussen T12 en T13) trad een grote zettingsvloeiing op, waarbij ca. 1,1 Mm<sup>3</sup> sediment vanuit de binnenbocht terug in de diepe put vloeiende, opwaarts van de oorspronkelijke stortzone.

Opvallend is dat ca. 30-40 % van het gestorte sedimentvolume niet wordt waargenomen in de peilingen op het einde van de stortcampagne (bv. bij peiling T2, 4 dagen voor het einde van de eerste stortcampagne, werd slechts 62 % van het gestorte volume in waargenomen). Mogelijke verklaringen hiervoor zijn dat het sediment ofwel tijdens het kleppen wordt meegevoerd door de turbulente stroming en dus nooit de bodem bereikt, of dat het sediment zeer snel erodeert in de eerste uren of dagen nadat het op bodem is afgezet, bijvoorbeeld doordat de bodem waarop gestort wordt uit moeilijk erodeerbaar sediment (klei- of veenlaag) zou bestaan. Dit initiële sedimenttransport is het voorwerp van verder onderzoek.



*Figuur 3-46: Morfologische veranderingen in de proefstortzone Put van Hansweert.*

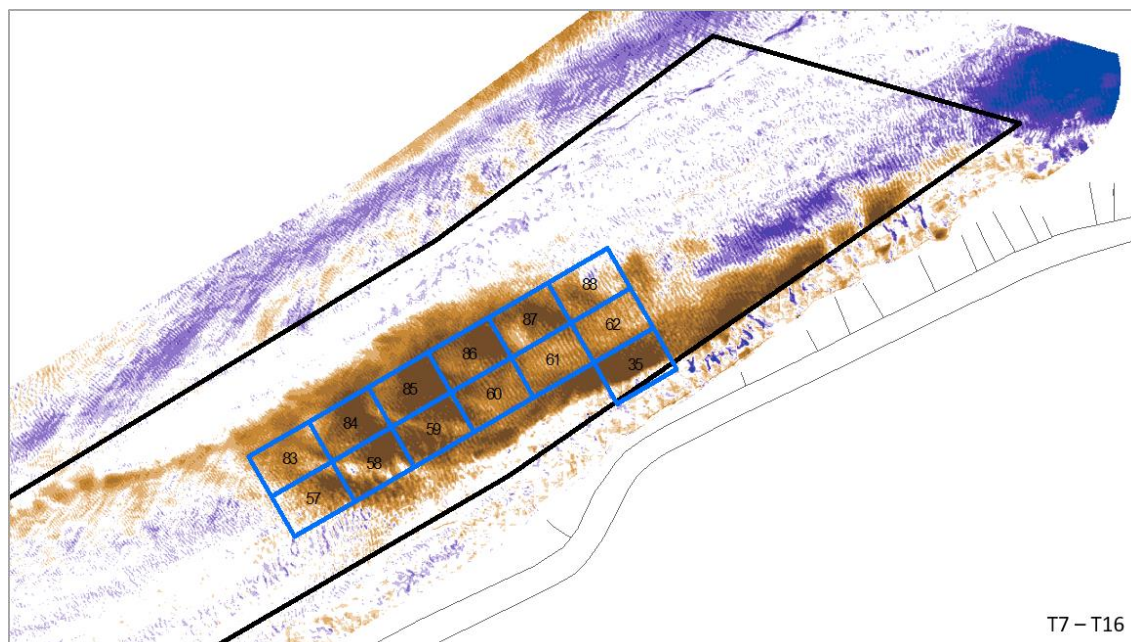


*Figuur 3-47: Verloop van het dagelijks en cumulatief volume gestort materiaal en het volumeverschil op basis van de peilingen (ten opzichte van de beginsituatie) voor de proefstortzone aan de Put van Hansweert.*

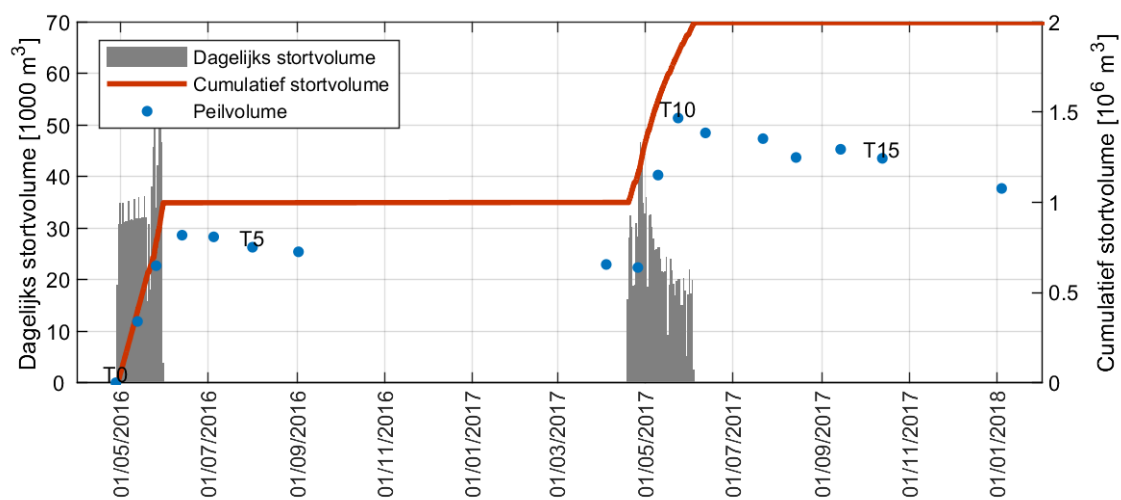
### 3.3.3.3 Inloop van Ossenis

Ook in de Inloop Ossenis zijn twee proefstortcampagnes uitgevoerd van ca. 1 Mm<sup>3</sup> sediment. De initiële stabiliteit na de eerste stortcampagne van april-mei 2016 (peiling T2, 26/05/2016) bedroeg 82 %, bij peiling T7 (4/04/2017), was nog 66% van het aangebrachte volume in de stortzone aanwezig. De tweede campagne vond plaats in april-juni 2017, nadien vonden hier geen stortactiviteiten plaats en trad erosie op. De stabiliteit ten opzichte van T0 (28/04/2016) voor de peiling van januari 2018 (T16) bedroeg 54 %. Het gestorte sediment migreert hoofdzakelijk in opwaartse richting (Figuur 3-48), zoals ook vooraf werd verwacht (IMDC, 2017c).





*Figuur 3-48: Morfologische veranderingen tijdens de tweede stortcampagne op de oostelijke helft van de proefstortzone Inloop Ossenisse.*

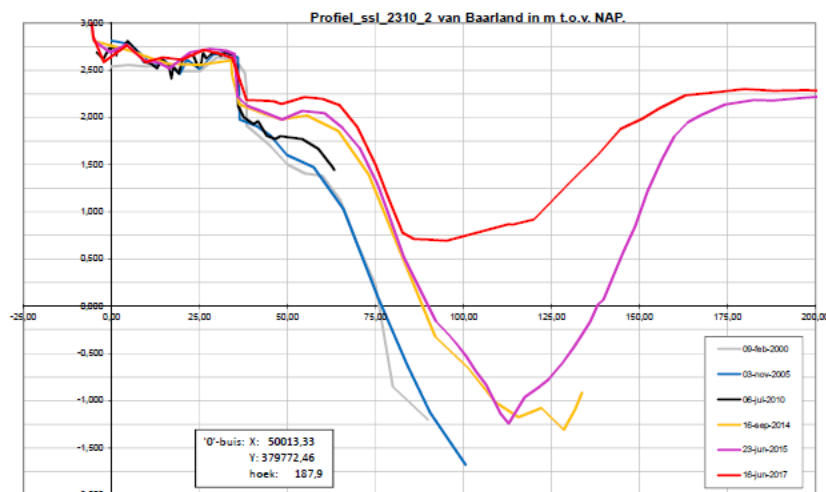


*Figuur 3-49: Verloop van het dagelijks en cumulatief volume gestort materiaal en het volumeverschil op basis van de peilingen (ten opzichte van de beginsituatie) voor de proefstortzone aan de Inloop van Ossenisse.*

### 3.3.4 Slikken en schorren

De ontwikkelingen van de schorren en slikken op de lange termijn kunnen als volgt worden samengevat, van afwaarts naar opwaarts. In de Westerschelde:

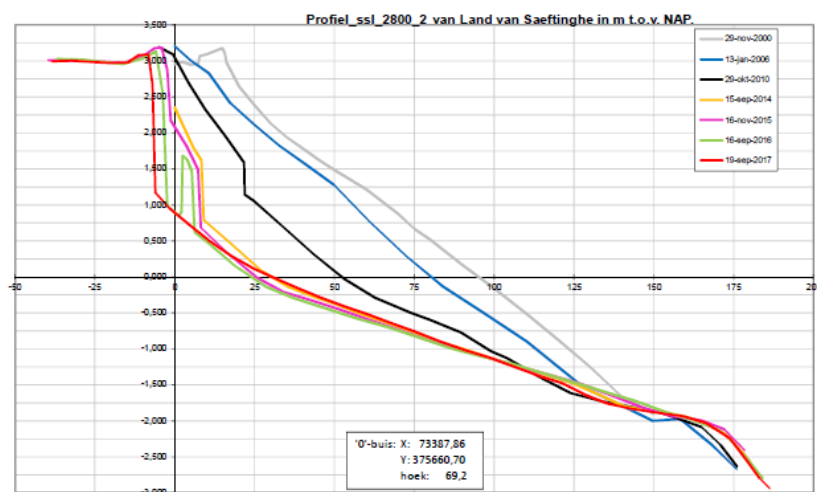
- **Rammekenshoek** (bij Vlissingen): Er is lichte sedimentatie van het slik, terwijl een drempel op het slik erodeert. Het schor erodeert licht.
- **Paulinapolder**: Erosie op het westelijk deel van het slik tot 2012 en vanaf 2016. Het centrale deel vertoont daarentegen lichte sedimentatie tot 2016 en erosie in 2017.
- **Zuidgors**: Sedimentatie van het slik, waarbij een plateau wordt gevormd rond de +1,75 m NAP. Aan de westkant was tot 2015 sprake van erosie aan de rand van het slik, maar sindsdien vindt hier sedimentatie plaats.
- **Baarland** (ten oosten van Zuidgors): Sterke sedimentatie van de geul in het slik (Figuur 3-50), en algehele ophoging van het slik.
- **Platen van Hulst**: De schorrand blijft stabiel, terwijl het gehele slik verlaagt.
- **Biezelingse Ham**: Lichte sedimentatie van het slik, terwijl de schorrand iets is teruggetrokken.
- **Knuiterhoek** (Ossenisse): Het slik tussen +0,25 m en +1,5 m NAP erodeerde tot 2012, maar sinds 2015 is hier weer sprake van sedimentatie. Op het hogere en lagere slik is wel nog altijd sprake van erosie. Het schor sedimenteert licht.



Figuur 3-50: Schor-slikprofiel 2310 van Baarland (Jentink et al., 2018).

- **Slikken van Waarde**: Het centrale deel van het slik bij Waarde sedimenteert en bouwt naar het zuiden uit. In het westen is sprake van erosie van het hoge slik terwijl het lage slik erodeert. Hier vond tussen 2010 en 2014 een sterke terugtrekking van de schorrand plaats door de verlegging van een geul, maar deze is sindsdien stabiel. Aan de oostkant van de slikken is sprake van gestage, lichte erosie van het slik; de schorrand is hier stabiel;

- **Slikken bij Bath:** Er is sprake van een traag terugschrijden van de schorrand, die de laatste jaren niet door lijkt te zetten. Tegelijkertijd is het slik licht gesedimenteerd sinds 2010, maar ook dit blijft de laatste jaren vrij stabiel;
- **Appelzak:** De schorrand blijft stabiel. Het hoge slik erodeert licht, terwijl het lage slik juist sedimenteert;
- **Oostelijke rand Saeftinghe:** Aan de oostelijke schorrand van het Land van Saeftinghe vindt sterke erosie plaats (Figuur 3-51). De helling van het slik wordt steiler, waardoor de oppervlakte van het slik afneemt. De schorrand zelf schrijdt ook terug en op meerdere plaatsen heeft zich aan de schorrand een verticale klif gevormd.



Figuur 3-51: Schor-slikprofiel 2800 van Land van Saeftinghe (Jentink et al., 2018).

In de Beneden-Zeeschelde (INBO, 2018):

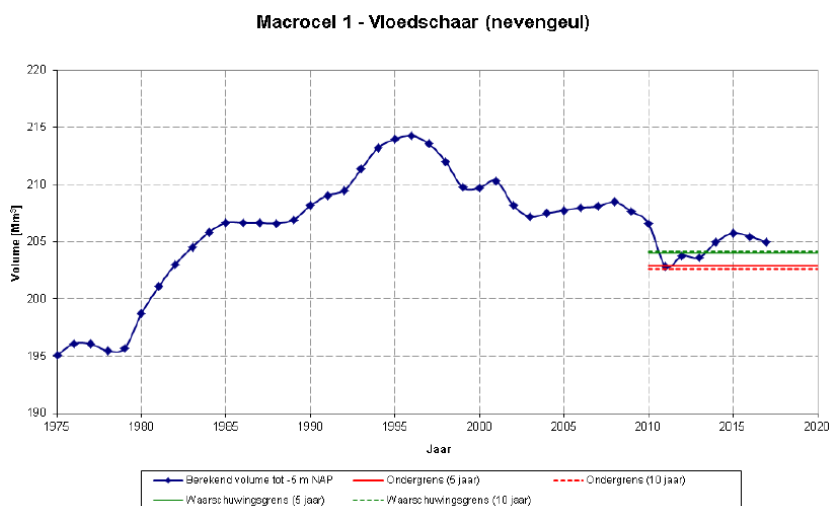
- **Groot Buitenschoor:** Het gebied is vrij stabiel. Het hoge slik sedimenteert, terwijl het lagere deel zich terugtrekt, waardoor de overgang van hoog naar laag slik steiler wordt. De geulen die door de raaien lopen laten veel variatie zien en zijn deels gesedimenteerd en verdwenen;
- **Schor Ouden Doel:** De schorklif is stabiel en het slik sedimenteert over het gehele profiel. In 2015 en 2017 was sprake van lichte erosie op het slik;
- **Paardenschor:** Het schor, hoog, en middelhoog slik sedimenteren sinds 2009. Het slikprofiel wordt steeds steiler, aangezien de sedimentatie enkel boven de 0 m TAW plaatsvindt;
- **Galgeschor:** Het lage slik erodeert gestaag en recent is ook op het middelhoog slik lichte erosie zichtbaar. Naar het zuiden was sprake van sedimentatie op het middelhoog slik van 2011 tot 2015, waarna dit omsloeg naar een eroderende trend;
- **Ketenisse:** Het slik vertoont lichte, systematische erosie. Het schor nabij de schorrand erodeert, maar hoger op het schor vindt sedimentatie plaats;
- **Lillo-haven:** Het slik sedimenteert, maar de sedimentatiesnelheid is sinds 2013 afgenomen;

- **Lillo-potpolder:** Het middelhoog en hoog slik sedimenteert sterk, de overgang van hoog naar laag slik wordt hierdoor steiler;
- **Galgenweel:** Sterke sedimentatie op volledige slik van 2012 tot 2014. De sedimenterende trend zette zich voort tot 2016, hierna vindt op het hoge slik sterke erosie plaats. Het lage slik sedimenteert nog, waardoor het slik vlakker wordt;
- **Hobokense polder:** Het hoog en middelhoog slik is tussen 2016 en 2017 sterk geërodeerd, waarbij kliffen zijn gevormd. Het schor sedimenteerde sterk tussen 2008 en 2016 en blijft sindsdien stabiel.

### 3.3.5 Watervolume in de nevengeulen

Het watervolume in de nevengeulen is één van de toetsparameters uit het Protocol Voorwaarden voor Flexibel Storten (Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie, 2008, 2014; Schrijver, 2010). In het data- en analyserapport worden naast nevengeulvolumes ook hoofdgeulvolume, kantelindex (maat voor relatieve verhouding van de hoofd- en nevengeulvolumes) en de debietsverdelingen weergegeven.

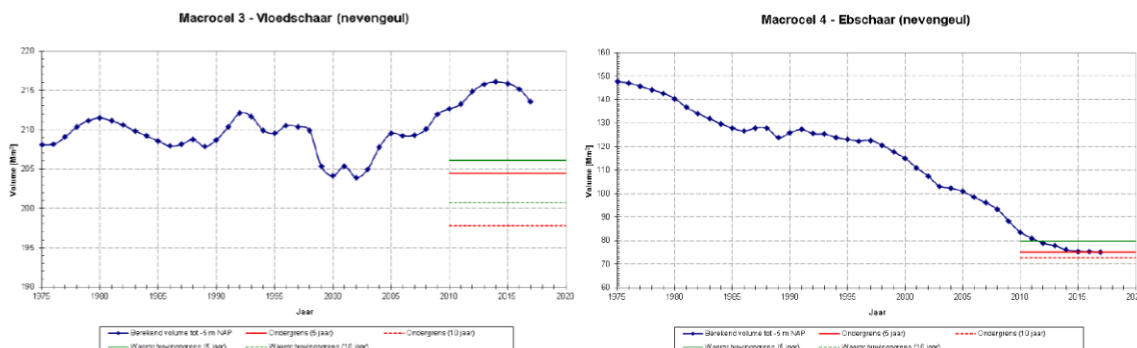
Van 2010 tot 2011 was een sterke afname van het watervolume van de nevengeul in **macrocel 1** zichtbaar die te wijten was aan de initiële plaatrandstortingen (IMDC, 2013). Sinds 2014 ligt het watervolume van de nevengeul in macrocel 1 weer boven de waarschuwingsgrens (Figuur 3-52). Na een piek in 2015 nam het watervolume de afgelopen twee jaar licht af. Dit wordt veroorzaakt door een afname van het watervolume in het westelijk deel bij de Schaar van Spijkerplaat. De debietmetingen in Vaarwater langs Hoofdplaat (**mesocel 2**) laten zien dat hier sprake is van aanhoudende sedimentatie.



*Figuur 3-52: Netto volume nevengeul macrocel 1 (Schrijver, 2018a). De rode lijn geeft de ondergrens aan en de groene lijn is de waarschuwingsgrens.*

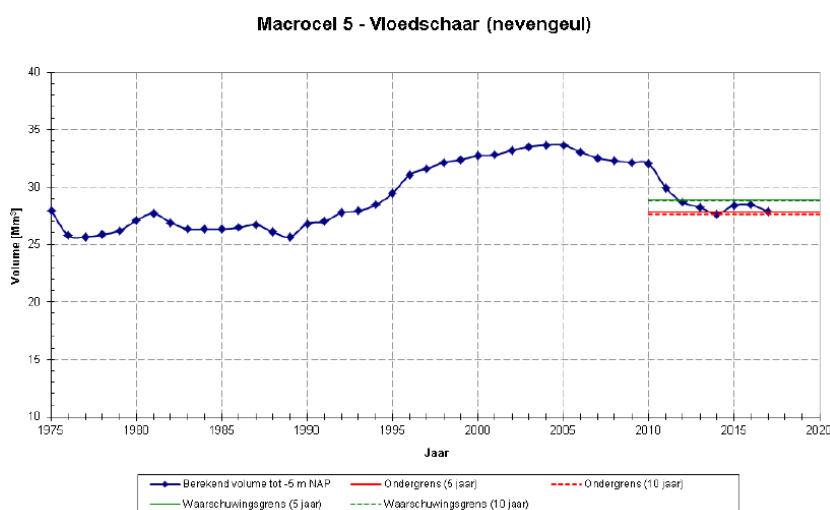
Het watervolume in de nevengeul van **macrocel 3** nam tot 2014 toe, waarna de stijgende trend is veranderd naar een dalende trend van 2014 tot 2017. De erosie is kennelijk afgenomen, aangezien er geen sprake is van een toename in stortintensiteit in het nevengeulstortvak. Het watervolume bevindt zich nog wel ver boven de vijfjarige waarschuwingsgrens (Figuur 3-53).

De sedimenterende trend in de nevengeul van **macrocel 4** (Middelgat) zette zich door tot 2014. Hierna is van 2014 tot 2017 de dalende trend iets afgezwakt en ligt het volume rond de 5-jarige ondergrens (Figuur 3-53). Het watervolume voldoet in 2017 al net niet meer aan het opgelegde criterium, en dit zal de komende jaren zo blijven, tenzij de dalende trend wordt omgekeerd. De daling van de sedimentatiesnelheid ter hoogte van het Middelgat wordt beïnvloed door het stopzetten van de stortingen in 2012 en mogelijk door de afname van de stortingen aan de oostzijde van macrocel 3.

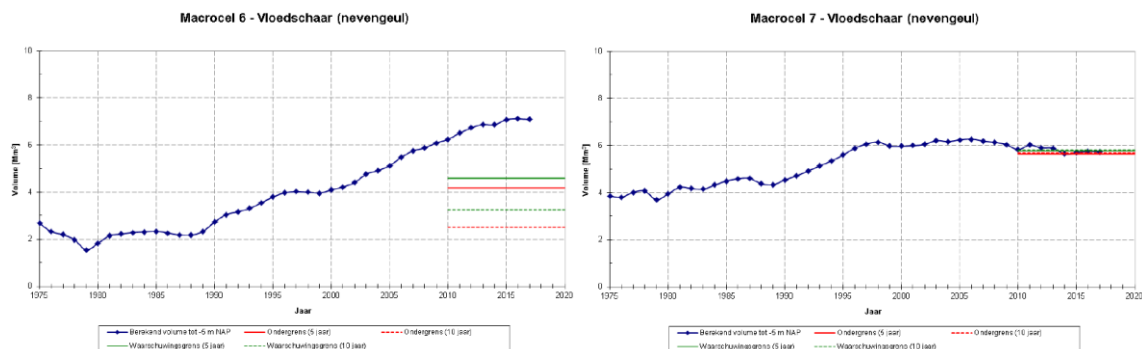


Figuur 3-53: Netto volume nevengeul macrocel 3 (links) en 4 (rechts) (Schrijver, 2018a). De rode lijn geeft de ondergrens aan en de groene lijn is de waarschuwingsgrens.

Het watervolume in de nevengeul van **macrocel 5** nam sterk af van 2010 tot 2011 en varieert sinds 2012 tussen de waarschuwingsgrens en de ondergrens (Figuur 3-54). In de stortzone van deze nevengeul (SN51) is sinds begin 2012 niet meer gestort. De nevengeul van **macrocel 6** heeft een stijgende trend in watervolume, die de laatste jaren iets afgezwakt lijkt, en die correspondeert met de erosie van de geul (Figuur 3-55). Het watervolume ligt ver boven de waarschuwingsgrens en voldoet ruim aan de criteria. Het watervolume in de nevengeul van **macrocel 7** is vrijwel constant en varieert rond de waarschuwingsgrens en ondergrens (Figuur 3-55).



Figuur 3-54: Netto volume nevengeul macrocel 5 (Schrijver, 2018a). De rode lijn geeft de ondergrens aan en de groene lijn is de waarschuwingsgrens.



*Figuur 3-55: Netto volume nevengeul macrocel 6 (links) en macrocel 7 (rechts) (Schrijver, 2018a). De rode lijn geeft de ondergrens aan en de groene lijn is de waarschuwingsgrens.*

### 3.3.6 Ecotooparealen

Voor de Westerschelde in het algemeen en de plaatrandstortzones in het bijzonder is het areaal laagdynamisch ecologisch waardevol gebied een toetsparameter uit het Protocol Voorwaarden voor Flexibel Storten.

#### Westerschelde

Het Protocol Voorwaarden voor Flexibel Storten laat niet toe dat het volledige areaal laagdynamisch, ecologisch waardevol areaal in de gehele Westerschelde afneemt. Het laagdynamisch areaal in de gehele Westerschelde is tussen 2010 en 2016 met 104 ha toegenomen (Tabel 3-11) en voldoet dus aan het protocol. Ten opzichte van 2015 was er echter een afname van 59 ha laagdynamisch areaal.

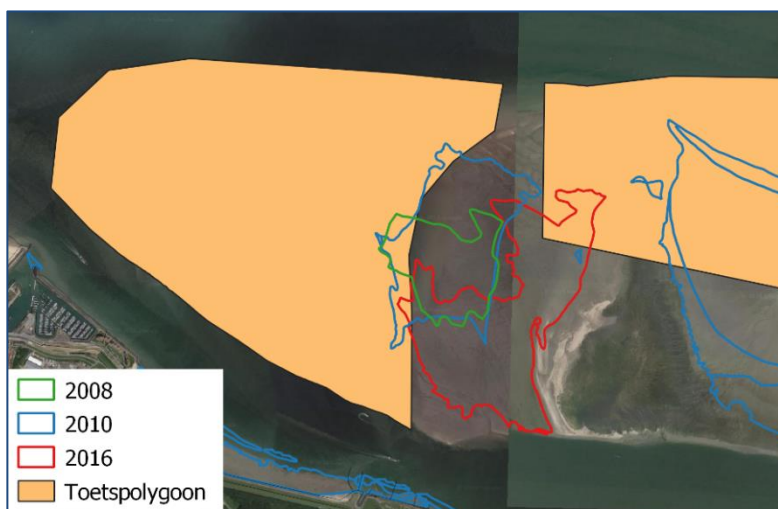
*Tabel 3-11: Ecotopen ontwikkeling in de periode 1996-2016 voor de Westerschelde (in ha).*

Ecotoop	1996	2001	2004	2008	2010	2011	2012	2015	2016
Overig	72	77	73	71	85	88	87	87	84
Hard substraat steen	132	144	151	169	166	168	168	180	173
Hard substraat veen/klei	208	176	104	101	119	123	129	137	113
Hoogdynamisch sublitoraal	19283	19369	19483	19355	19303	19134	19158	19158	19138
Laagdynamisch sublitoraal	418	496	560	628	693	728	744	723	750
Hoogdynamisch litoraal	3882	3743	3451	3646	3316	3302	3292	3143	3283
Laagdynamisch laaglitoraal	261	358	409	310	326	317	301	304	341
Laagdynamisch middenlitoraal	2671	2696	2882	2674	2866	2957	2982	3050	2940
Laagdynamisch hooglitoraal	693	560	562	468	592	610	525	563	550
Hoogdynamisch supralitoraal	79	35	63	65	70	53	50	47	30
Laagdynamisch supralitoraal	246	195	171	116	167	155	131	159	135
Pionierzone	141	212	192	408	211	191	237	178	201
Schor	2672	2697	2657	2749	2842	2932	2953	3029	3067
<b>Totaal</b>	<b>30758</b>	<b>30758</b>	<b>30758</b>	<b>30758</b>	<b>30758</b>	<b>30758</b>	<b>30758</b>	<b>30758</b>	<b>30805</b>
<b>Totaal laagdynamisch</b>	<b>4044</b>	<b>4110</b>	<b>4412</b>	<b>4080</b>	<b>4477</b>	<b>4612</b>	<b>4553</b>	<b>4640</b>	<b>4581</b>



Op de plaatranden wordt als gewenste ontwikkeling een geleidelijke toename van de oppervlakte laagdynamisch gebied met 114 hectare verwacht binnen de toetspolygonen, 5 jaar na de start van de werkzaamheden. Na 5 jaar is het doel het behouden van deze oppervlakte, onder meer door aanvullende stortingen met onderhoudsspecie. De T0 waarde wordt bepaald op basis van de ecotopenkaart van 2010.

Op **Hooge Platen West** is het totaal waardevol laagdynamisch areaal in 2016 sterk afgenomen, er is nog slechts 1 ha laagdynamisch areaal aanwezig (Tabel 3-12). Ten opzichte van 2010 was het laagdynamisch areaal in 2011 sterk toegenomen, maar sindsdien is sprake van een afname. Het verlies in 2016 ten opzichte van 2010 is 11 ha. De grootste veranderingen hebben plaatsgevonden in het zandig middelhoog litoraal, wat in 2011 sterk toenam en in 2016 volledig is verdwenen. In 2016 wordt daarentegen voor het eerst 1 ha slibrijk middelhoog litoraal opgetekend. De zone met laagdynamisch areaal lag tussen 2008 en 2016 echter steeds grotendeels buiten de rekenpolygoon, en is doorheen de tijd nog verder zuidoostwaarts (buiten de polygoon) verplaatst (Figuur 3-56). In 2016 ligt de laagdynamische zone aan de westzijde van de Hooge Platen zelfs gedeeltelijk in de toetspolygoon van Hooge Platen Noord.



*Figuur 3-56: Ligging van de laagdynamische intertidale zone op Hooge Platen West in 2008, 2010 en 2016.*

Op **Hooge Platen Noord** is het totaal waardevol laagdynamisch areaal ten opzichte van de referentiesituatie in 2010 toegenomen (275 ha in 2016 en 259 ha in 2010, Tabel 3-12). Ten opzichte van 2011 is echter sprake van een lichte daling in het totaal areaal. Het grootste aandeel laagdynamisch areaal op de Hooge Platen Noord behoort tot het middelhoog litoraal, en dit was tot 2015 in grote mate zandig. Het aandeel slibrijk middelhoog litoraal neemt echter sinds 2010 gestaag toe, terwijl het zandig middelhoog litoraal licht afnam. Tussen 2015 en 2016 was sprake van een sterke afname van het zandig middelhoog litoraal en een verdere toename van het slibrijk middelhoog litoraal, waardoor het areaal slibrijk nu groter is dan het zandige type (zie ook Figuur 3-38), vergelijkbaar met de situatie van voor 2004. Het laagdynamisch laaglitoraal is in 2016 sterk afgenomen, met 11 ha ten opzichte van 2010. Tegelijkertijd is een toename van het hooglitoraal binnen de toetspolygoon zichtbaar, met 15 ha tussen 2010 en 2016 (zandig en slibrijk samen). In 2016 wordt voor het eerst een areaal laagdynamisch zacht substraat in het supralitoraal opgetekend, van 19 ha.



Het totaal waardevol laagdynamisch areaal op de **Plaats van Walsoorden** is hoger in 2016 dan de referentiesituatie van 2010 (106 ha in 2016 en 67 ha in 2010, Tabel 3-12). Het laagdynamisch areaal steeg sterk tussen 2010 en 2011, en nam sindsdien verder, maar minder snel, toe tot 2016. Het omkeren van de voorafgaande trend van afnemend laagdynamisch areaal wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de plaatrandstoringen. Het ondiepe sublitoraal en laag litoraal waren tot 2015 slechts in zeer geringe mate aanwezig, toen er een sterke stijging in het ondiepe sublitoraal werd geregistreerd. In 2016 nam het areaal sublitoraal weer af, terwijl het laagdynamisch laaglitoraal toenam. De algemene toename van het laagdynamisch areaal wordt voornamelijk veroorzaakt door de toename van het laagdynamisch zandig middelhoog litoraal, dat met 31 ha is toegenomen sinds 2010. Het laagdynamisch hooglitoraal is vrijwel gelijk gebleven tussen 2010 en 2016.

Ter hoogte van de **Rug van Baarland** neemt het totaal waardevol laagdynamisch areaal zeer sterk toe sinds 2001, nadat het was afgenomen ten opzichte van de oppervlakte in 1996 (Tabel 3-12). Ook in 2011 tot 2016 stijgt het areaal fors ten aanzien van de referentiesituatie 2010 (135 ha in 2016 en 60 ha in 2010). De toename van het fijnzandig middelhoog litoraal is hier grotendeels voor verantwoordelijk. In 2011 zorgt ook de toename van het areaal laagdynamisch sublitoraal voor een stijgende trend. In 2015 draagt ook de stijging van het areaal fijnzandig laag litoraal hier aan bij. Tussen 2015 en 2016 was er slechts een lichte toename van het totaal laagdynamisch areaal. In deze periode nam het fijnzandig middelhoog litoraal sterk af, terwijl een sterke toename van het laagdynamisch sublitoraal zichtbaar was. Ten opzichte van 2010 nemen het fijnzandig laaglitoraal, middenlitoraal, en het sublitoraal in 2016 allen toe. De slibrijke variant van deze klassen was in 2010 in zeer beperkte mate aanwezig, en komt in 2016 niet meer voor. Laagdynamisch hooglitoraal wordt in 2016 niet meer waargenomen.

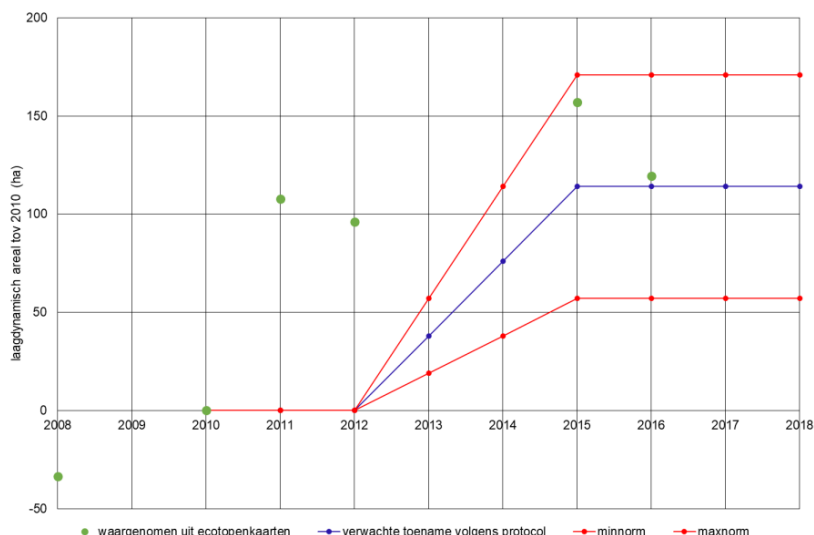
Tabel 3-12: Waardevol laagdynamisch areaal of de plaatranden (opp. in ha).

Hooge Platen West	1996	2001	2004	2008	2010	2011	2012	2015	2016
Laagdynamisch zacht substraat in het ondiepe sublitoraal	-	-	-	-	-	-	1	0	-
Laagdynamisch fijnzandig laag litoraal	-	17	28	3	0	9	4	0	-
Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	-	15	16	3	12	30	19	11	-
Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Totaal waardevol laagdynamisch areaal</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>43</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>39</b>	<b>24</b>	<b>11</b>	<b>1</b>
Hooge Platen Noord									
Laagdynamisch zacht substraat in het ondiepe sublitoraal	1	4	3	-	1	2	1	1	1
Laagdynamisch fijnzandig laag litoraal	0	25	27	14	14	21	30	21	3
Laagdynamisch slibrijk laag litoraal	7	3	2	1	1	5	0	0	-
Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	29	67	170	129	193	186	159	170	90
Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	163	117	28	80	27	48	73	87	124
Laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal	6	7	7	12	23	23	14	30	34
Laagdynamisch slibrijk hoog litoraal	2	0	14	-	-	0	2	1	4
Laagdynamisch zacht substraat supralitoraal	-	-	-	-	-	-	-	-	19
<b>Totaal waardevol laagdynamisch areaal</b>	<b>208</b>	<b>224</b>	<b>252</b>	<b>236</b>	<b>259</b>	<b>286</b>	<b>280</b>	<b>309</b>	<b>275</b>
Plaats van Walsoorden									
Laagdynamisch zacht substraat in het ondiepe sublitoraal	-	-	1	-	0	0	0	6	2
Laagdynamisch fijnzandig laag litoraal	-	-	-	-	-	-	2	1	5

Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	35	26	24	40	34	50	54	53	65
Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	-	8	18	-	-	-	1	0	-
Laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal	65	43	34	40	33	41	35	38	34
Laagdynamisch slibrijk hoog litoraal	0	10	21	-	-	-	0	4	-
Laagdynamisch zacht substraat supralitoraal	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Totaal waardevol laagdynamisch areaal</i>	<b>100</b>	<b>87</b>	<b>97</b>	<b>80</b>	<b>67</b>	<b>91</b>	<b>92</b>	<b>103</b>	<b>106</b>
<b>Rug van Baarland</b>									
Laagdynamisch zacht substraat in het ondiepe sublitoraal	2	5	6	32	31	48	45	48	73
Laagdynamisch fijnzandig laag litoraal	2	1	-	0	0	1	2	10	9
Laagdynamisch slibrijk laag litoraal	0	1	1	-	0	0	-	-	-
Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal	39	11	40	10	27	40	51	75	53
Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal	14	1	1	-	0	-	-	-	-
Laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal	-	-	-	-	1	1	0	-	-
<i>Totaal waardevol laagdynamisch areaal</i>	<b>58</b>	<b>19</b>	<b>48</b>	<b>41</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>98</b>	<b>132</b>	<b>135</b>

De ontwikkeling van het laagdynamisch areaal ter hoogte van de plaatrandstortzones is positief ten opzichte van de referentiesituatie in 2010. In het eerste en tweede jaar na de start van de verruiming werd volgens het MER nog geen toename verwacht. Streefdoel was om 5 jaar na de start van de verruiming 114 ha nieuw laagdynamisch ecologisch waardevol areaal gecreëerd te hebben met de plaatrandstortingen.

Met een toename van meer dan 150 ha werd dit streefdoel in 2015 ruim gehaald. In 2016 is het totaal laagdynamisch areaal weer afgenomen (Figuur 3-57), wat voornamelijk veroorzaakt wordt door een afname van het laagdynamisch areaal op de Hoge Platen (ten opzichte van 2015). De toename van laagdynamisch areaal in 2016 ten opzichte van 2010 is nog bijna 120 ha en ligt dus net boven het streefdoel. Hierbij dient aangemerkt te worden dat de toename voor een belangrijk deel is veroorzaakt door de grotendeels autonome toename op de Rug van Baarland. De ontwikkeling van het laagdynamisch areaal van de Hoge Platen voldoet niet aan het streefdoel, wat voornamelijk wordt veroorzaakt door de afname van het laagdynamisch areaal op de Hoge Platen West, waar het laagdynamisch gebied naar het zuidoosten is verplaatst en nu buiten de rekenpolygoon ligt. In (Plancke *et al.*, 2009) werd reeds voorspeld dat de bovengrens van de verwachte toename van het laagdynamisch areaal voor Hoge Platen aan de hoge kant zou liggen.



*Figuur 3-57: Evolutie van het waargenomen laagdynamisch areaal ten opzichte van 2010 (T0) vs de verwachte toename op de plaatranden volgens het Protocol Flexibel Storten.*

### Beneden-Zeeschelde

De ontwikkeling van de ecotooparealen in de Beneden-Zeeschelde zijn weergegeven in Tabel 3-13. Tussen 2010 en 2016 is een afname zichtbaar van het laag slik zacht substraat (-11,5 ha), terwijl het hoog slik zacht substraat, en in mindere mate het middelhoog slik zacht substraat, toenemen (+20,1 ha en +5,8 ha resp.). Ook het laag slik hard natuurlijk en hard antropogeen zijn toegenomen in oppervlakte, met respectievelijk 7,6 ha en 4,7 ha. De sterkste toename wordt waargenomen in het areaal schor, dat met name tussen 2014 en 2015 sterk toenam, en in totaal tussen 2010 en 2016 met 47,7 ha. Het areaal hoog supralitoraal nam tussen 2010 en 2014 toe, en blijft sindsdien vrijwel gelijk. De grootste afnames in areaal zijn zichtbaar in het diep en matig diep subtidaal, die met 19,6 ha en 16,9 ha zijn verminderd. Het ondiep subtidaal nam in dezelfde periode wel iets toe. De afname van het diep subtidaal vond volledig plaats tussen 2015 en 2016, van 2010 tot 2015 bleef dit areaal vrijwel gelijk.

Bij deze veranderingen dient opgemerkt te worden dat het totale oppervlakte van het buitendijkse gebied sinds 2010 is toegenomen door ontpolderingen en dijkverleggingen met natuurontwikkeling als doel (INBO, 2018).

Deze turnover cijfers van de ecotopeklassen (zie analyserapport) laten zien dat de ecotopen vooral overgaan naar aangrenzende hoogteklassen binnen de ecotopen (bijv. van matig diep subtidaal naar diep subtidaal). Bij het laag slik zacht substraat valt op dat er ook veel verandering plaatsvindt naar ecologisch minder interessante zones, zoals ondiep subtidaal, en laag slik hard natuurlijk en antropogeen. Daarnaast blijkt dat schor voornamelijk gevormd wordt vanaf potentiële pionierzone, terwijl schor vaker omgezet wordt naar hoog supralitoraal areaal.

Tabel 3-13: Evolutie van ecotopen in de Beneden-Zeeschelde tussen 2010 en 2016 (in ha).

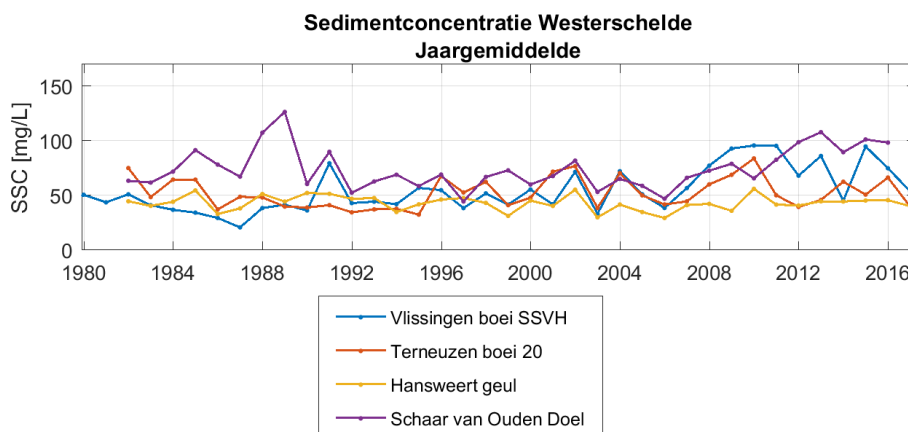
	Ecotoop	2010	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Subtidaal</b>	diep subtidaal	1 964,6	1 967,1	1 962,9	1 965,8	1 965,9	1 945,0
	matig diep subtidaal	396,0	395,8	389,8	385,3	381,7	379,1
	ondiep subtidaal	242,3	250,8	248,5	238,8	250,1	250,8
<b>Zacht substraat</b>	laag slik zacht substraat	146,8	150,4	143,0	144,4	141,0	135,3
	middelhoog slik zacht substraat	210,7	194,1	215,4	222,6	218,6	216,5
	hoog slik zacht substraat	35,5	47,4	53,6	55,9	59,4	55,6
<b>Natuurlijk hard substraat</b>	laag slik hard natuurlijk	14,0	14,7	20,9	18,8	17,7	21,6
	middelhoog slik hard natuurlijk	3,5	2,6	1,8	2,5	2,2	3,4
	hoog slik hard natuurlijk	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
	supralitoraal hard natuurlijk						0,0
<b>Antropogeen hard substraat</b>	laag slik hard antropogeen	15,5	19,9	20,6	20	20,8	20,2
	middelhoog slik hard antropogeen	48,8	46,8	47,9	49,8	48,7	47,6
	hoog slik hard antropogeen	10,8	10,9	9,2	10,3	10,2	9,9
	supralitoraal hard antropogeen	13,5	14,2	17,0	14,1	16,5	13,8
	hoog supralitoraal hard antropogeen						0,4
<b>Supralitoraal</b>	potentiële pionierzone	22,9	18,9	17,0	18,9	19,5	19,6
	schor	215,5	223,3	226,9	224,6	257,5	263,2
	getijdenplas	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,4
	hoog supralitoraal*	9,1	9,8	18,1	21,0	21,0	21,9
	antropogeen	0,9	0,8	1,0	1,2	1,8	1,8
<b>Totaal</b>		<b>3 350,4</b>	<b>3 367,6</b>	<b>3 393,7</b>	<b>3 393,95</b>	<b>3 433,7</b>	<b>3 407,3</b>

### 3.4 FYSICOCHEMIE EN WATERBODEMKWALITEIT

De fysicochemische toestand van het Scheldewater omvat parameters zoals het gehalte aan sediment in suspensie, het zoutgehalte, en het doorzicht. Samen met de waterbodemkwaliteit vormen deze parameters de link tussen de hydrodynamiek en sedimentdynamiek enerzijds, en de ecologische processen anderzijds. Ook het gehalte aan chlorofyl-a, dat een maat is voor de biomassa van fytoplankton, wordt in dit deel besproken.

### 3.4.1 Concentratie zwevende stof

Periodieke metingen van de sedimentconcentratie worden in de Westerschelde uitgevoerd tijdens laagwater op een diepte van 1 m onder het wateroppervlak. Op lange termijn is een toenemende trend in sedimentconcentratie zichtbaar bij Vlissingen en Schaar van Ouden Doel (Figuur 3-58); deze stijging werd ook opgemerkt in het T2015-rapport (T2015 Consortium, 2018b). Deze trend lijkt in de laatste jaren echter af te vlakken. Bij meetstations Terneuzen en Hansweert werd geen significante trend in de jaargemiddelde sedimentconcentratie waargenomen. Op alle locaties waren de jaar-, zomer-, en wintergemiddelde sedimentconcentraties in 2017 laag ten opzichte van eerdere jaren.

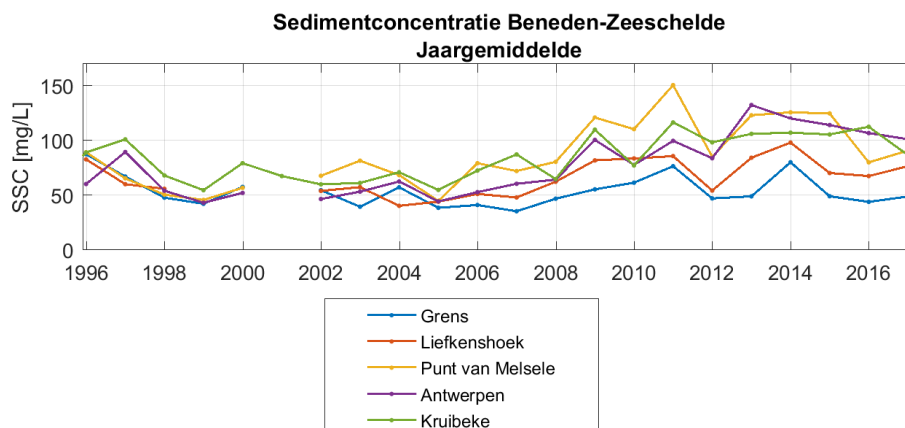


*Figuur 3-58: Jaargemiddelde van periodieke metingen sedimentconcentratie in de Westerschelde.*

In de Beneden-Zeeschelde zijn er drie onafhankelijke datasets van sedimentconcentratie:

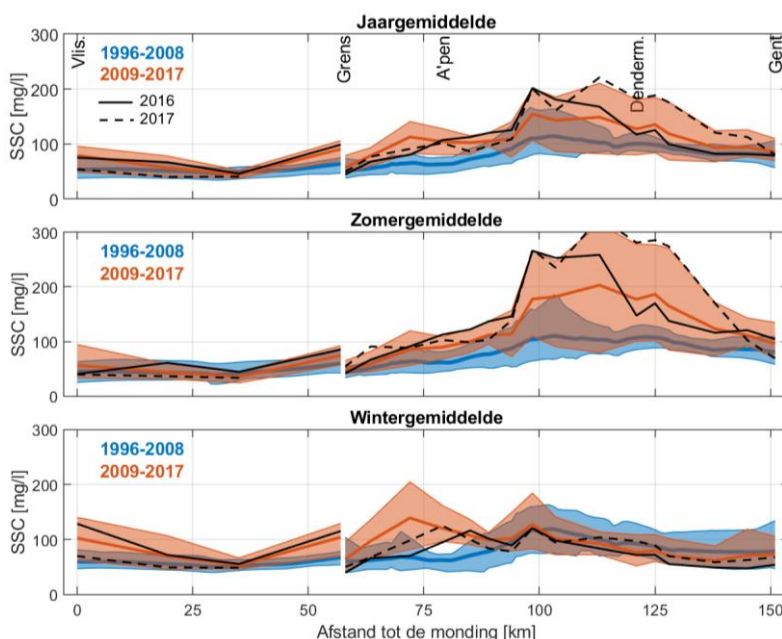
- De getijonafhankelijke metingen uit het OMES-meetprogramma van oppervlaktetestalen. Van deze dataset werd onlangs een kwaliteitscontrole uitgevoerd door Universiteit Antwerpen (Cox *et al.*, 2016);
- De getijonafhankelijke metingen uit het OMES-meetprogramma van staalnames in de waterkolom (dieptetestalen);
- Continue turbiditeitsmetingen met behulp van multiparametertoestellen, die via kalibratierelaties worden omgezet naar sedimentconcentratie.

Over de periode vanaf 1996 is sprake van een toenemende trend in sedimentconcentratie bij Punt van Melsele, Antwerpen, en Kruibeke (Figuur 3-59). Ook in het T2015-rapport werd een toename in de sedimentconcentratie waargenomen in deze zone (T2015 Consortium, 2018b). Deze trend lijkt voornamelijk veroorzaakt te worden door een toename van de sedimentconcentraties tussen 2005 en 2011-2013, met de sterkste toename rond 2009. Daarentegen laat de jaargemiddelde sedimentconcentratie bij Antwerpen een afname zien van 2013 tot 2017, en ook bij Punt van Melsele vindt een afname van de sedimentconcentratie plaats sinds het maximum in 2011. De wintergemiddelde sedimentconcentratie was op alle meetlocaties in de Beneden-Zeeschelde maximaal in 2015.



*Figuur 3-59: Jaargemiddelde concentratie zweven stof in de Beneden-Zeeschelde.*

Een analyse van de metingen over het gehele Schelde-estuarium, inclusief de Boven-Zeeschelde, laat zien dat er een duidelijk verschil is tussen de locatie van het turbiditeitsmaximum in de zomer en de winter (Figuur 3-60). In de winter ligt het turbiditeitsmaximum tussen 60 en 80 km van de monding, tussen Kruibeke en Liefkenshoek. In de zomer daarentegen ligt het turbiditeitsmaximum verder opwaarts, tussen 100 en 125 km van de monding. In 2017 was voornamelijk het turbiditeitsmaximum in de zomer zeer hoog, wat toegeschreven kan worden aan de lage neerslag en bovenafvoer. In Figuur 3-60 is ook zichtbaar dat de relatie tussen bovenafvoer (die in de zomer lager is dan in de winter) en sedimentconcentratie sterk gewijzigd is sinds ongeveer 2009, met hogere concentraties in de opwaartse gebieden tijdens de zomerperiode. Het onderscheid tussen de periode voor en na 2009 is gebaseerd op de vergelijking van de processen voor en na de derde verzuiming (naar Cox *et al.* 2015).

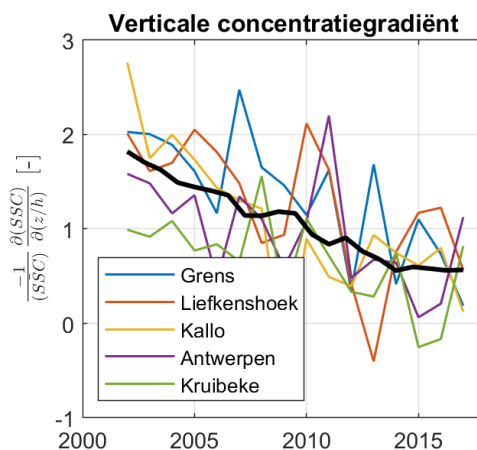


*Figuur 3-60: Langsverdeling van sedimentconcentraties in het gehele Schelde-estuarium (naar Cox et al., 2015). De brede, gekleurde lijn geeft het gemiddelde weer, gekleurde gebieden geven het 10<sup>e</sup> en 90<sup>ste</sup> percentiel van de jaargemiddelden weer over de beschouwde periode. De zwarte doorgetrokken en gestippelde lijn geven de waarden van respectievelijk 2016 en 2017 weer.*

Op basis van de dieptestalen van sedimentconcentratie kan de verticale concentratiegradiënt worden bepaald. Deze (genormaliseerde) gradiënt wordt berekend als  $\frac{-1}{SSC} \frac{\partial(SSC)}{\partial(z/h)}$  waarbij  $z/h$  de relatieve hoogte boven de bodem van de staalname is en  $SSC$  de sedimentconcentratie. De jaargemiddelde verticale concentratiegradiënt is afgenomen over de periode 2002-2017 (Figuur 3-61). Dit betekent dat het sediment meer uniform verdeeld is over de waterkolom en de sedimentconcentratie in de bovenste helft van de waterkolom dus stijgt ten opzichte van de onderste helft. Vanaf 2014 lijkt de afname van de verticale gradiënt af te vlakken en zich niet verder te zetten.

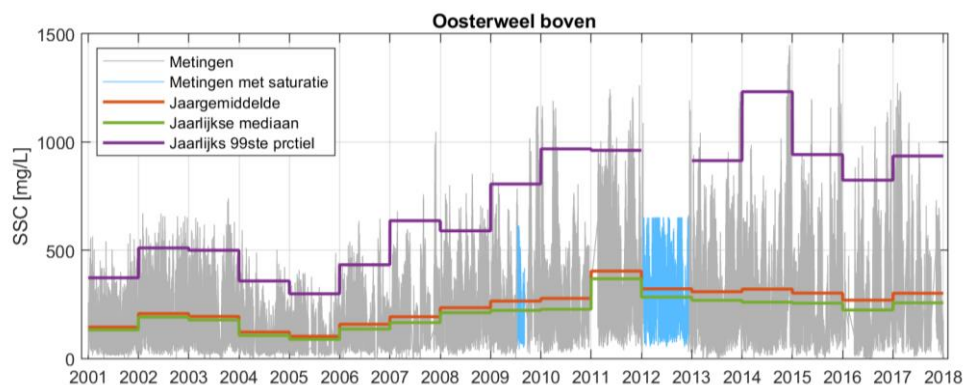
Continue metingen van turbiditeit werden tot 2015 uitgevoerd op de locaties Oosterweel, Boei84, en Driegoten in de Beneden-Zeeschelde met behulp van multiparametertoestellen. Sinds 2016 worden deze metingen van deze locaties enkel nog in Oosterweel uitgevoerd. De locatie Boei 84 is in oktober 2015 vervangen door meetpaal Lillo. Meetstation Driegoten is per januari 2016 ook buiten werking gesteld en is sinds december 2017 vervangen door station Weert.

Meetpunt Oosterweel ligt tussen de locaties Punt van Melsele en Antwerpen waar periodieke metingen in de Beneden-Zeeschelde worden uitgevoerd, en in de nabijheid van de stortzones voor slib te Oosterweel en Punt van Melsele in de Beneden-Zeeschelde. Een multivariate regressie-analyse heeft aangetoond dat de sedimentconcentratie in Oosterweel een sterke correlatie vertoont met de stortingen van slib in de nabijgelegen stortzones (IMDC, 2016). De jaarlijkse stortvolumes vertoonden een toename tot het piekjaar 2011, daarna een afname tot 2015 en weer een lichte toename tot 2017. De jaargemiddelde waarde van sedimentconcentratie in Oosterweel was ook het hoogst in 2011 (Figuur 3-62). Na dit piekjaar nam de jaargemiddelde sedimentconcentratie licht af naar 2012, en sindsdien zijn de waarden vrij constant. De jaargemiddelde sedimentconcentratie laat niet dezelfde mate van afname naar 2015 en toename naar 2017 zien als de jaarlijkse stortvolumes.



*Figuur 3-61: Jaargemiddelde verticale concentratiegradiënt op basis van de dieptestalen. Brede zwarte lijn geeft een lopend gemiddelde weer door alle meetlocaties.*





Figuur 3-62: Continue metingen sedimentconcentratie Oosterweel. Metingen in blauw werden uitgevoerd met het Seaguard-500 toestel.

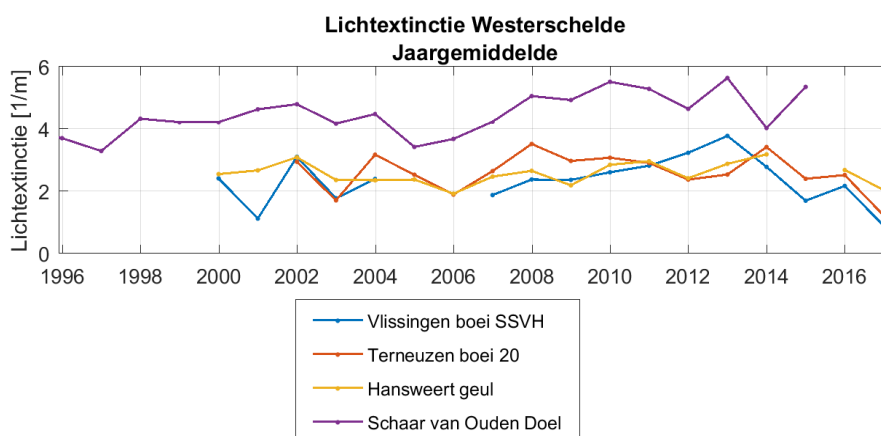
### 3.4.2 Lichtextinctie

De lichtextinctie geeft aan hoe diep het zonlicht binnendringt in het Scheldewater. Dit wordt beïnvloed door onder andere het gehalte aan sediment in suspensie en aan biomassa, en is een belangrijke limiterende factor voor de primaire productie in het Schelde-estuarium.

De lichtpenetratie wordt hier gekwantificeerd aan de hand van de lichtextinctiecoëfficiënt  $k_d$  (in 1/m). Deze is gerelateerd aan de eufotische diepte  $Z_{eu}$  (in m), volgens

$$Z_{eu} = -\ln(0,01)/k_d.$$

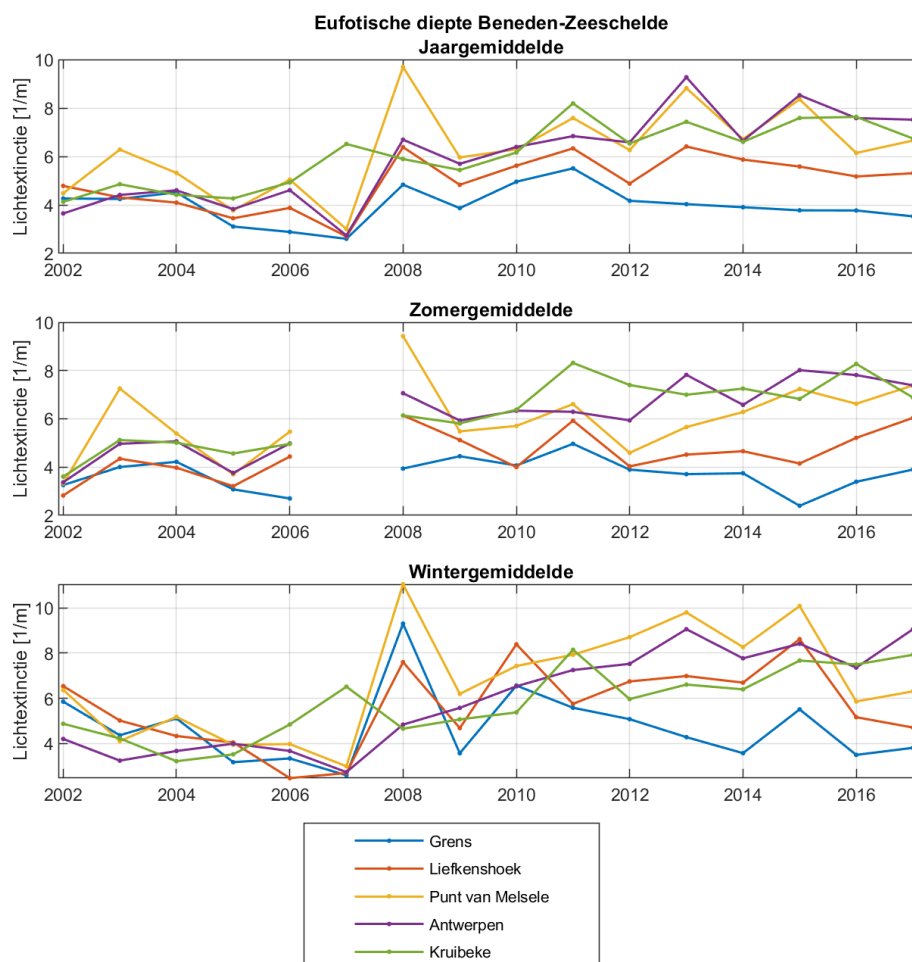
De lichtextinctiecoëfficiënt en de eufotische diepte zijn invers proportioneel: hoe groter de lichtextinctiecoëfficiënt, hoe kleiner de eufotische diepte oftewel hoe minder licht in de waterkolom binnendringt. De lichtextinctiecoëfficiënt wordt op dezelfde tijdstippen gemeten als de sedimentconcentratie: tijdens laagwater in de Westerschelde, en getijonafhankelijk in de Beneden-Zeeschelde. Dit verschil in meetmethode verklaart eventuele verschillen tussen de metingen bij meetpunt Schaar van Ouden Doel en Grens, die dichtbij elkaar liggen.



Figuur 3-63: Jaargemiddelde lichtextinctie in de Westerschelde.

Bij Schaar van Ouden Doel werd een toenemende trend in de lichtextinctie waargenomen over de periode 1996-2015, maar op deze locatie is geen nieuwe data beschikbaar van 2016 en 2017. Op de overige meetlocaties in de Westerschelde wordt op de lange termijn geen significante trend waargenomen (Figuur 3-63). Dit terwijl bij Vlissingen wel een significante stijging van de sedimentconcentratie werd waargenomen, en de lichtextinctie en sedimentconcentratie gerelateerd zijn. Het ontbreken van een trend wordt mogelijk veroorzaakt door de kortere dataset die van de lichtextinctie beschikbaar is. In de meest recente jaren was er echter in de sedimentconcentratie in Vlissingen ook een afname zichtbaar. In de jaren sinds 2013-2014 lijkt op alle locaties een afname van de lichtextinctie plaats te vinden. De lage waarden van lichtextinctie op alle locaties in 2017 komen overeen met de lage sedimentconcentraties van dat jaar in de Westerschelde, en zijn zowel in de zomer- als winterwaardes zichtbaar.

In de Beneden-Zeeschelde vertoont de jaargemiddelde lichtextinctie een toenemende trend bij Antwerpen en Kruike (Figuur 3-64). Deze toename lijkt voornamelijk veroorzaakt te worden door een toename in het wintergemiddelde. Bij Punt van Melsele en Liefkenshoek wordt net geen significante toenemende trend waargenomen, mogelijk door de recente lage waarden in het wintergemiddelde van 2016 en 2017. Ook bij meetlocatie Grens is geen sprake van een significante trend in de lichtextinctie. Deze trends (of de afwezigheid daarvan) komen overeen met die in de oppervlaktemetingen van de sedimentconcentratie. In het T2015-rapport werden geen conclusies getrokken over het al dan niet optreden van trends in de lichtextinctie (T2015 Consortium, 2018b).



Figuur 3-64: Jaar- en seizoensgemiddelde lichtextinctie Beneden-Zeeschelde.

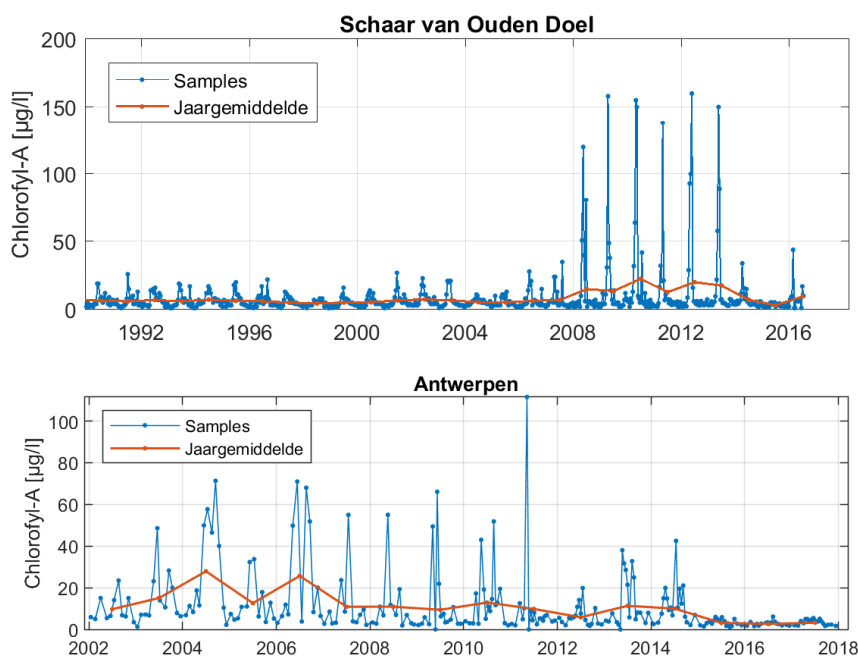
### 3.4.3 Gehalte chlorofyl-a

Metingen van het chlorofyl-a gehalte in de waterkolom, een maat voor de biomassa van fytoplankton, worden om de twee weken bij laagwater uitgevoerd in de Westerschelde. In de Beneden-Zeeschelde wordt het chlorofyl-a gehalte getijonafhankelijk gemeten. Tot en met 2008 werd in de Beneden-Zeeschelde één staalname per maand uitgevoerd, sinds 2009 worden tijdens de voorjaar- en zomermaanden (april-september) meestal twee staalnames per maand uitgevoerd. Het chlorofylgehalte vertoont een sterke seizoenale variatie met één of meerdere bloeiperiodes, waarvan de voorjaarsbloeï de belangrijkste is.

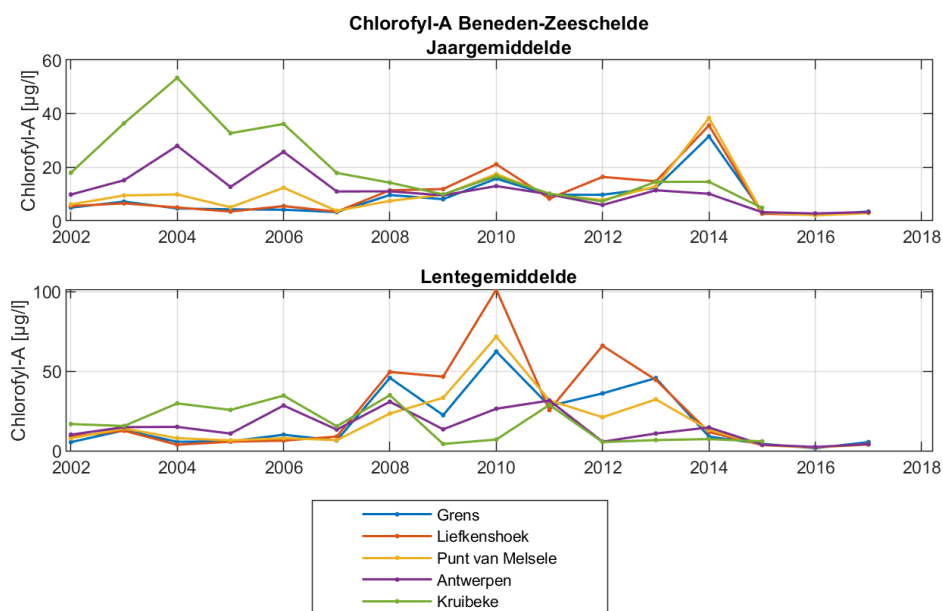
Het jaargemiddelde chlorofyl-a gehalte wordt sterk beïnvloed door piekwaarden tijdens bloeiperiodes. Daarnaast is het ook mogelijk dat de bloeiperiode tussen twee staalnames in plaatsvindt, wat leidt tot een onderschatting van het jaargemiddelde. Historisch gezien was er een afname van het chlorofyl-a gehalte in de Westerschelde vanaf de jaren '80. Tussen 1990 en 2000 is de daling gestagneerd (zie datarapport en T2009 Consortium (2013)). Bij Vlissingen blijft het chlorofyl-a gehalte sinds midden jaren '90 redelijk constant en is geen sprake van een significante trend. Bij Terneuzen en Hansweert wordt daarentegen sinds 1996 een dalende trend waargenomen. In het T2015-rapport werd geen trend vermeld voor deze twee stations (er zijn echter geen figuren voor trendanalyse van chlorofyl-a opgenomen in de bijlagen van dat rapport).

Opwaarts, bij de meetlocaties vanaf Schaar van Ouden Doel (Figuur 3-65) tot Liefkenshoek en Punt van Melsele, werd tussen 2008 en 2014 een sterk verhoogde voorjaarsbloei waargenomen van de centrische diatomee *Thalassiosira nodulolineata* (Buyze *et al.*, 2015). Vanaf 2015 wordt deze verhoogde voorjaarsbloei niet meer waargenomen (Figuur 3-66). Er wordt zelfs bij geen enkel meetstation in de Beneden-Zeeschelde een voorjaarsbloei waargenomen, ook niet bij de stations waar voor 2008 ook een voorjaarsbloei werd waargenomen (bijv. Antwerpen, Figuur 3-65). Dit heeft mogelijk te maken met de begrazing door zoöplankton, dat in de voorbije jaren toeneemt in de Schelde door het toegenomen zuurstofgehalte (Maris en Meire, 2017). Het valt echter niet uit te sluiten dat ook de toegenomen troebelheid in de zone een impact heeft op de biomassa fytoplankton, al was de troebelheid in 2016 en 2017 wel lager dan in 2013-2015. Dit wegvallen van de voorjaarsbloei werd niet vermeld in T2015-rapport (T2015 Consortium, 2018b), omdat dit toen slechts optrad over één jaar (2015), ten opzichte van 3 jaar in de huidige rapportage (2015, 2016, 2017).

In de bodemstalen op de schorren in de Beneden-Zeeschelde worden geen duidelijke trends in chlorofyl-a gehalte waargenomen. Dit wordt mogelijk mede veroorzaakt door de korte voorjaarsbloei en de frequentie van de metingen die 1 keer per maand worden opgenomen.



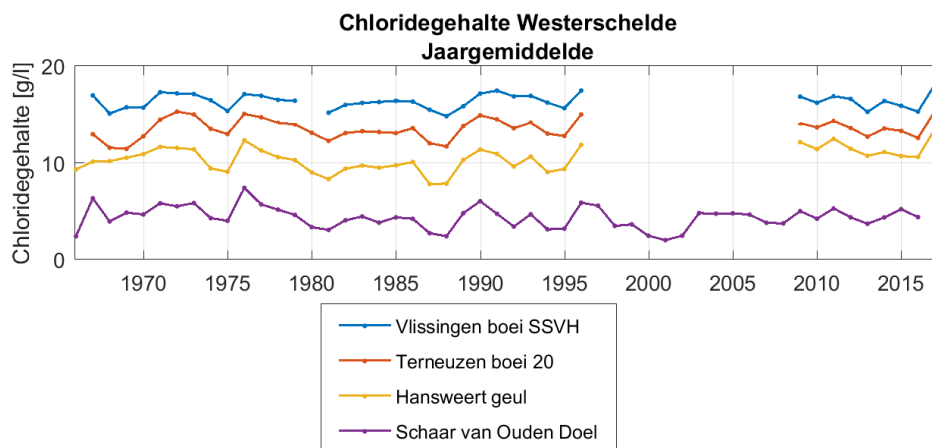
Figuur 3-65: Metingen chlorofyl-a gehalte in oppervlaktewater bij Schaar van Ouden Doel (boven) en Antwerpen (onder).



*Figuur 3-66: Jaargemiddelde chlorofyl a-gehalte in oppervlaktewater in de Beneden-Zeeschelde, en het lentegemiddelde (april en mei). Bemerk de verschillende verticale schaal in de panelen.*

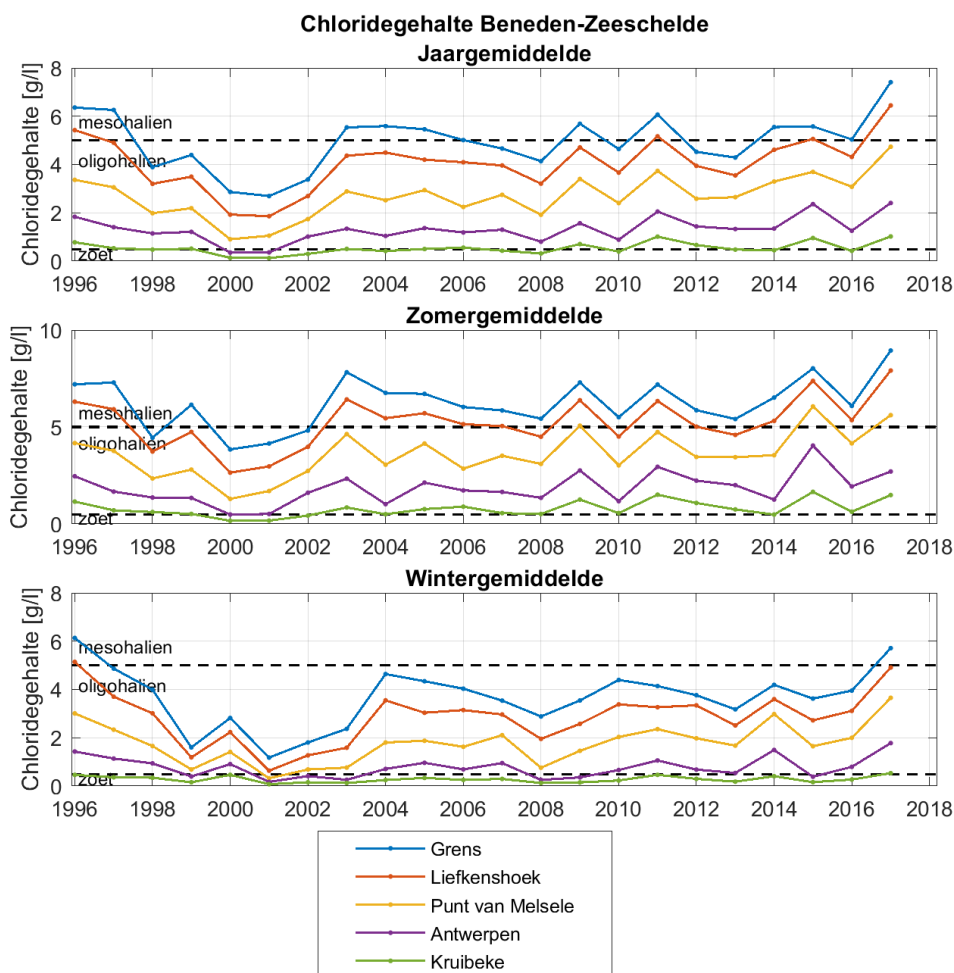
### 3.4.4 Chloride

Het chloridegehalte is een maat voor de indringing van zout water in het estuarium. Op de lange termijn is er in de Westerschelde geen sprake van een significante trend (Figuur 3-67). Bij meetlocaties Vlissingen, Terneuzen, en Hansweert zijn echter geen meetgegevens beschikbaar tussen 1996 en 2009, dus wijzigingen ten gevolge van de derde verruiming zijn lastig te bepalen. Op de meetlocatie Schaar van Ouden Doel is wel een ononderbroken tijdreeks, maar hier zijn in 2017 geen metingen van beschikbaar. In 2017 werd op alle locaties een verhoging van het chloridegehalte waargenomen, door de lage neerslag en bovenafvoer van dat jaar.



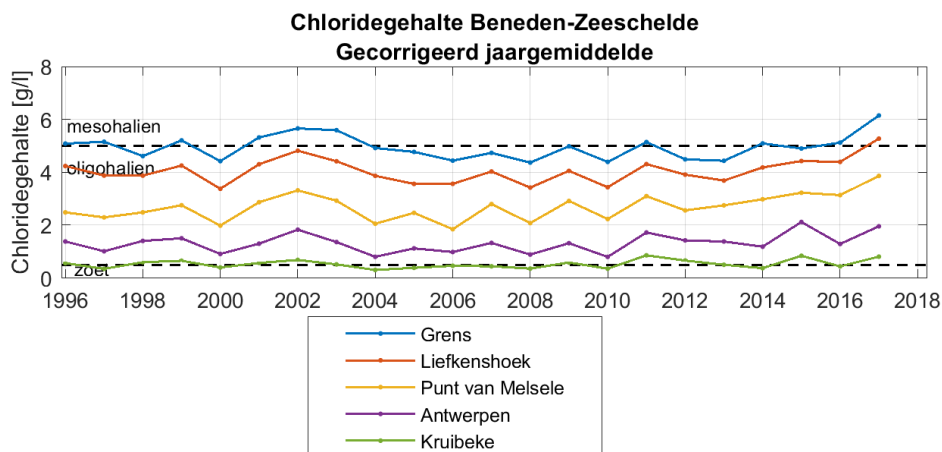
*Figuur 3-67: Jaargemiddelde chloridegehalten in de Westerschelde.*

In de Beneden-Zeeschelde werden ook verhoogde chloridegehaltes waargenomen in 2017 (Figuur 3-68). De seizoensgemiddelde waardes laten zien dat het chloridegehalte tijdens de winterperiode lager ligt dan tijdens de zomerperiode, door de hogere influx van zoet water uit het bekken tijdens de winter. De fluctuaties van jaar tot jaar in chloridegehalte kunnen ook grotendeels verklaard worden door schommelingen in de jaargemiddelde bovenafvoer (IMDC, 2017a; T2015 Consortium, 2018a). Figuur 3-69 toont daarom het jaargemiddelde chloridegehalte gecorrigeerd op basis van een lineaire relatie met het jaargemiddeld afvoerdebiet in Schelle.



Figuur 3-68: Jaar- en seizoensgemiddelde chloridegehalten Beneden-Zeeschelde.

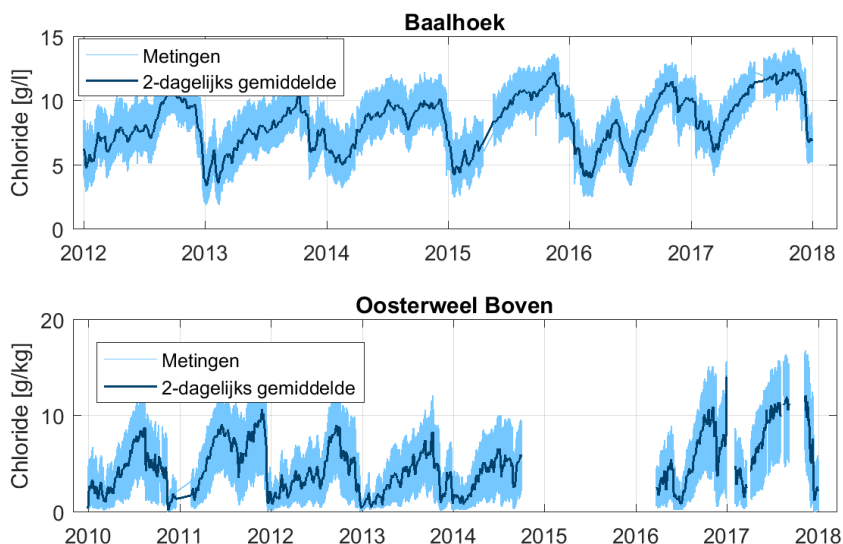




*Figuur 3-69: Jaargemiddeld chloridegehalte in de Beneden-Zeeschelde, gecorrigeerd op basis van een lineaire relatie met de bovenafvoer*

Bij Punt van Melsele is sprake van een significante toenemende trend in chloridegehalte, terwijl er op de overige locaties geen significante toename wordt waargenomen. De hoogste waarden worden waargenomen in 2015 en 2017 en met name de waarden van 2017 worden niet volledig verklaard door de jaargemiddelde variatie van de bovenafvoer.

Naast periodieke metingen werden ook continue metingen geanalyseerd bij verschillende locaties in de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde (Figuur 3-70). De beschikbare tijdreeksen hiervan zijn korter dan die van de periodieke metingen en de trend op de lange termijn kan dus niet bepaald worden. Ook in deze continue metingen zijn echter duidelijk de hoge waarden van chloridegehalte in 2017 zichtbaar. Daarnaast is met name bij Baalhoek in de Westerschelde zichtbaar dat in de winter van 2017 (eind 2016, begin 2017) het chloridegehalte hoog blijft in vergelijking met eerdere jaren. Dit draagt sterk bij aan het hoge jaargemiddelde chloridegehalte in 2017.



Figuur 3-70: Continue metingen chloridegehalte bij Baalhoek in de Westerschelde (boven) en Oosterweel in de Beneden-Zeeschelde (onder). Lichtblauwe lijn: continue metingen. Donkerblauwe lijn: lopend gemiddelde met een venster van 2 dagen.

### 3.4.5 Kwaliteit van de waterbodem

Bij de tests van de waterbodemkwaliteit werden de afgelopen jaren geen overschrijdingen van de normen voor verontreinigingsparameters zoals PCBs, zware metalen, organische parameter, en extraheerbare halogeenverbindingen, gemeten. Bij de Westerschelde is dit het geval sinds 2007, en in de Beneden-Zeeschelde vanaf 2016. Alle gebaggeerde sedimenten konden dus worden teruggestort, zoals werd verwacht in het MER.

## 3.5 FAUNA

In het deel Fauna wordt de toestand en evolutie van de gunstige staat van instandhouding besproken van relevante soorten die voorkomen in de Westerschelde. Specifiek wordt er gekeken naar benthos, watervogels, broedvogels en zeehonden. Een uitgebreider overzicht van alle soorten staat in het analyserapport.

### 3.5.1 Macrozoöbenthos

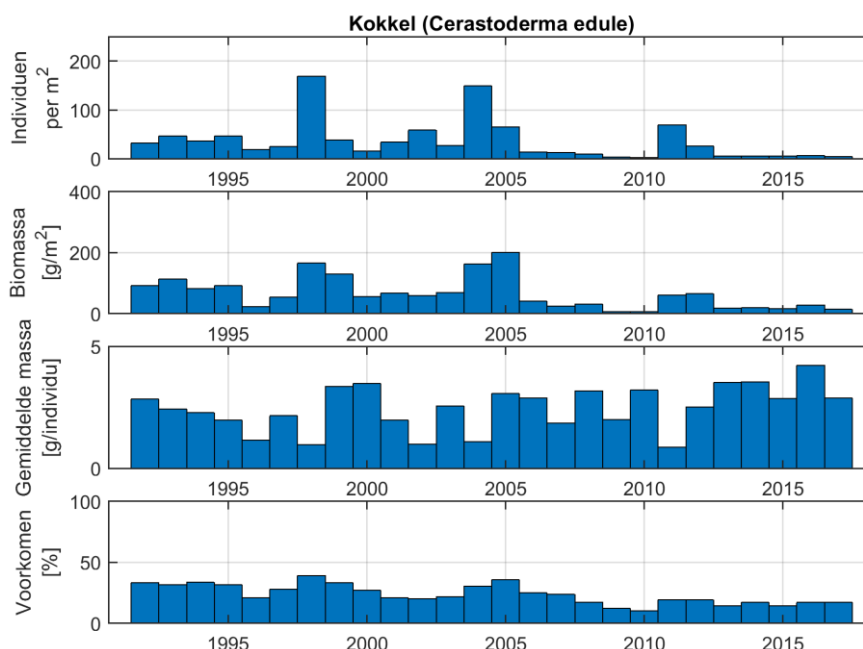
Macrozoöbenthos is de verzamelnaam voor alle organismen die leven in de bodem van zoete, brakke en zoute wateren en groter zijn dan 1 mm waardoor deze organismen nog net waarneembaar zijn met het blote oog. De voor de benthosanalyse beschikbare gegevens betreffen densiteit en biomassa (versgewicht) van schelpdieren (WOT; 1992-2017) en totale benthos biomassa (asvrij drooggewicht) in de Westerschelde (MWTL; 1992-2017). Daarnaast worden de kwalitatieve Westerschelde data (voorkomen van wadpieren, kokkels, ...) besproken in combinatie met geomorfologische en sedimentologische parameters in sectie 3.3.2. Voor de schelpdierdata is de analyse gefocust op de (gewone) kokkel *Cerastoderma edule* en het nonnetje *Macoma balthica*. De

beoordeling gebeurde op niveau 'plaatcomplex'. De benthosdata (biomassa en soortenrijkdom) werd ook geanalyseerd per ecotoop en per zone (west, midden, oost).

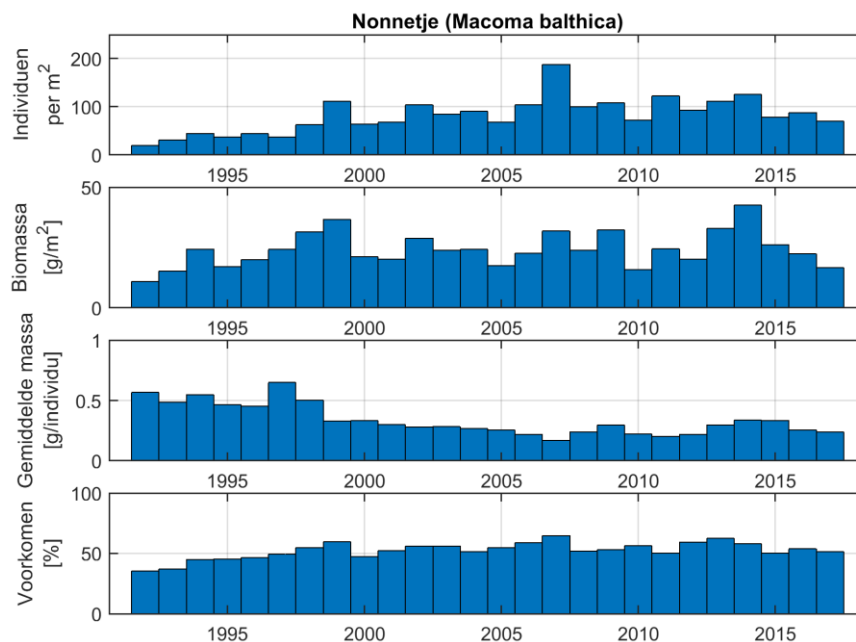
### Schelpdieren

Sinds 1992 vertoont de **kokkel** een dalende trend in de Westerschelde, met enkele densiteitspieken in 1998, 2004 en 2011, steeds gevolgd door een verdere gestage daling in densiteit. Deze trend zet zich verder 2016 en 2017 (Figuur 3-71). In het algemeen is de gemiddelde massa per individu laag op de jaren met densiteitspieken waarna de massa opnieuw toeneemt. Bij een succesvolle broedval zijn er immers opnieuw veel kleine kokkels aanwezig, gevolgd door jaren met minder, maar grotere (meerjarige) kokkels. Kokkels zijn afwezig in het oosten van het estuarium omwille van de zoutcondities. Op de platen is de afname in densiteit en biomassa het duidelijkst zichtbaar op Hooge Platen (Figuur 3-73). Het piekjaar 2011 is hier amper zichtbaar, terwijl er op de Middelplaten en de Rug van Baarland nog wel duidelijk een stijging in densiteit en biomassa voorkwam. Dit blijkt ook uit de kaarten met de ruimtelijke verspreiding tijdens de piekjaren (Figuur 3-75).

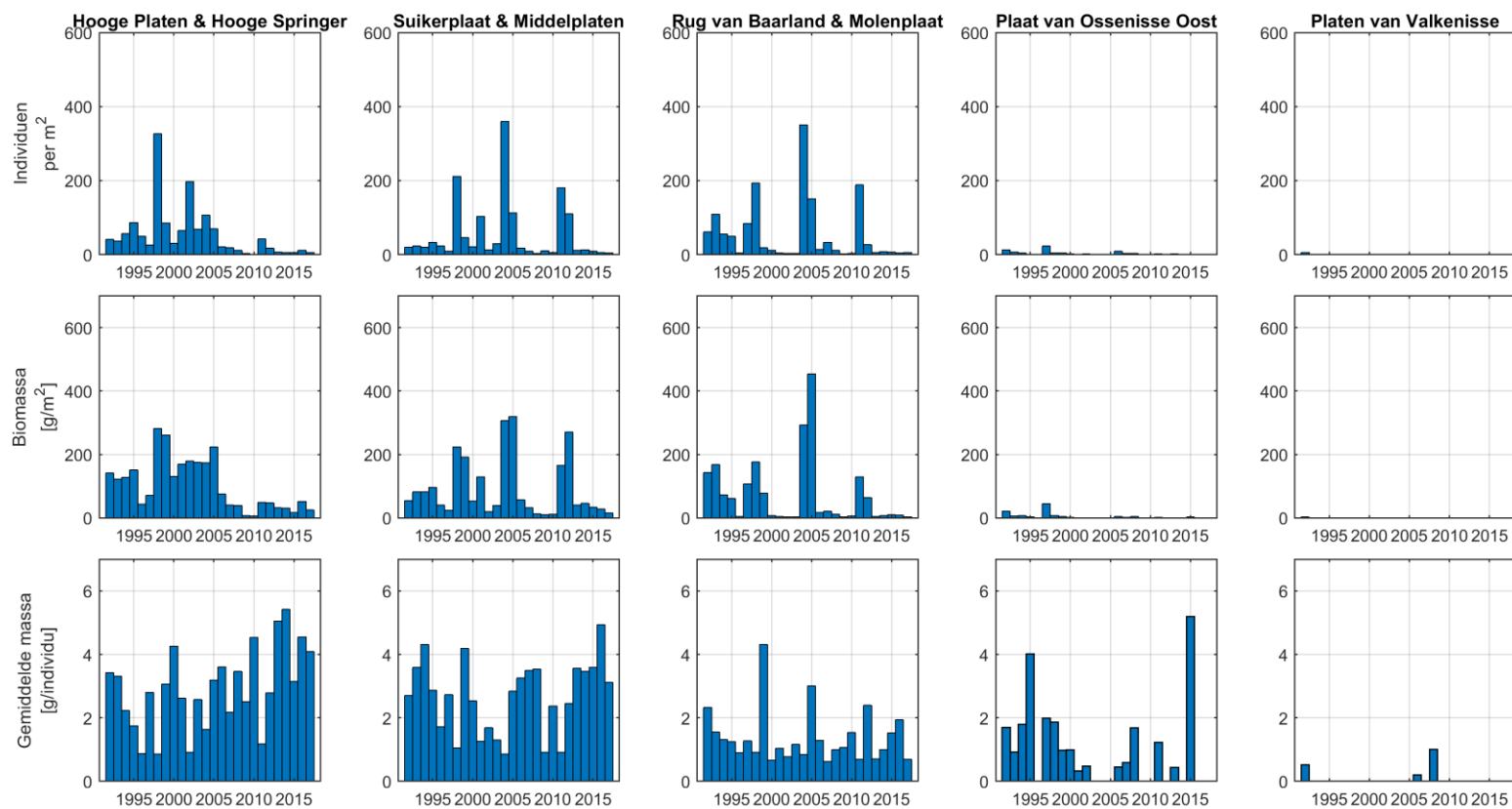
Het nonnetje toont een positieve trend in de Westerschelde sinds de jaren '90 voor de densiteit en voorkomen, maar blijft sinds 2000 redelijk stabiel. Voor de biomassa is sinds 2014 een afname zichtbaar. De gemiddelde massa is afgenomen sinds de eind jaren '90 (Figuur 3-72). Deze schelpdiersoort leeft een paar centimeter onder zandig of modderig oppervlak van de hoogste zones van het litoraal tot de laagste zones van het sublitoraal (zelden dieper dan 25 m). Op de meeste plaatcomplexen is er de laatste 3-tal jaren een daling zichtbaar in densiteit en biomassa (Figuur 3-74).



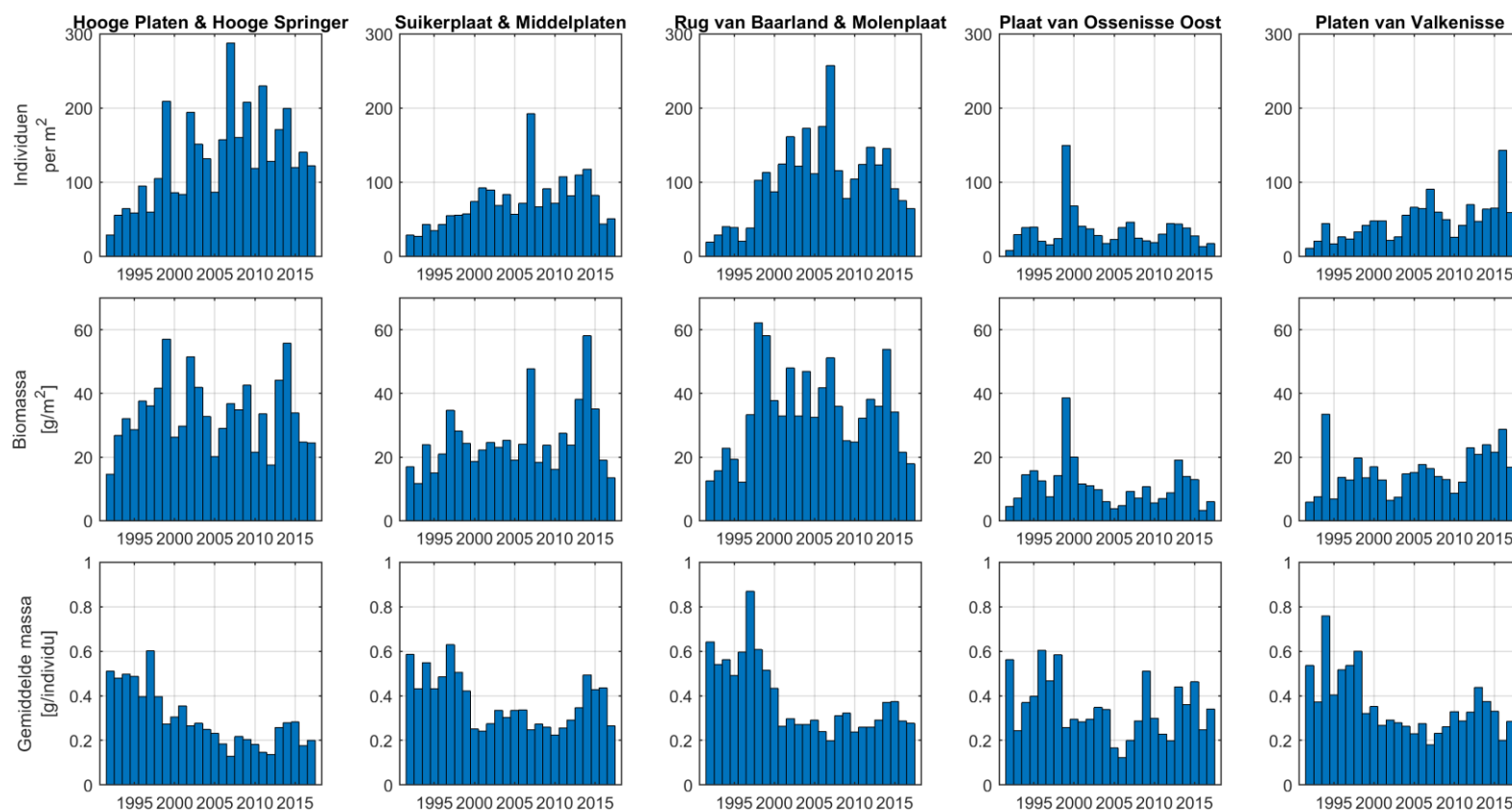
*Figuur 3-71: Temporele evolutie van de totale densiteit, biomassa (versgewicht), gemiddelde massa en voorkomen van de kokkel (Cerastoderma edule) in de gehele Westerschelde tussen 1992 en 2017.*



*Figuur 3-72: Temporele evolutie van de totale densiteit, biomassa (versgewicht), gemiddelde massa en voorkomen van het nonnetje (*Macoma balthica*) in de gehele Westerschelde tussen 1992 en 2017.*

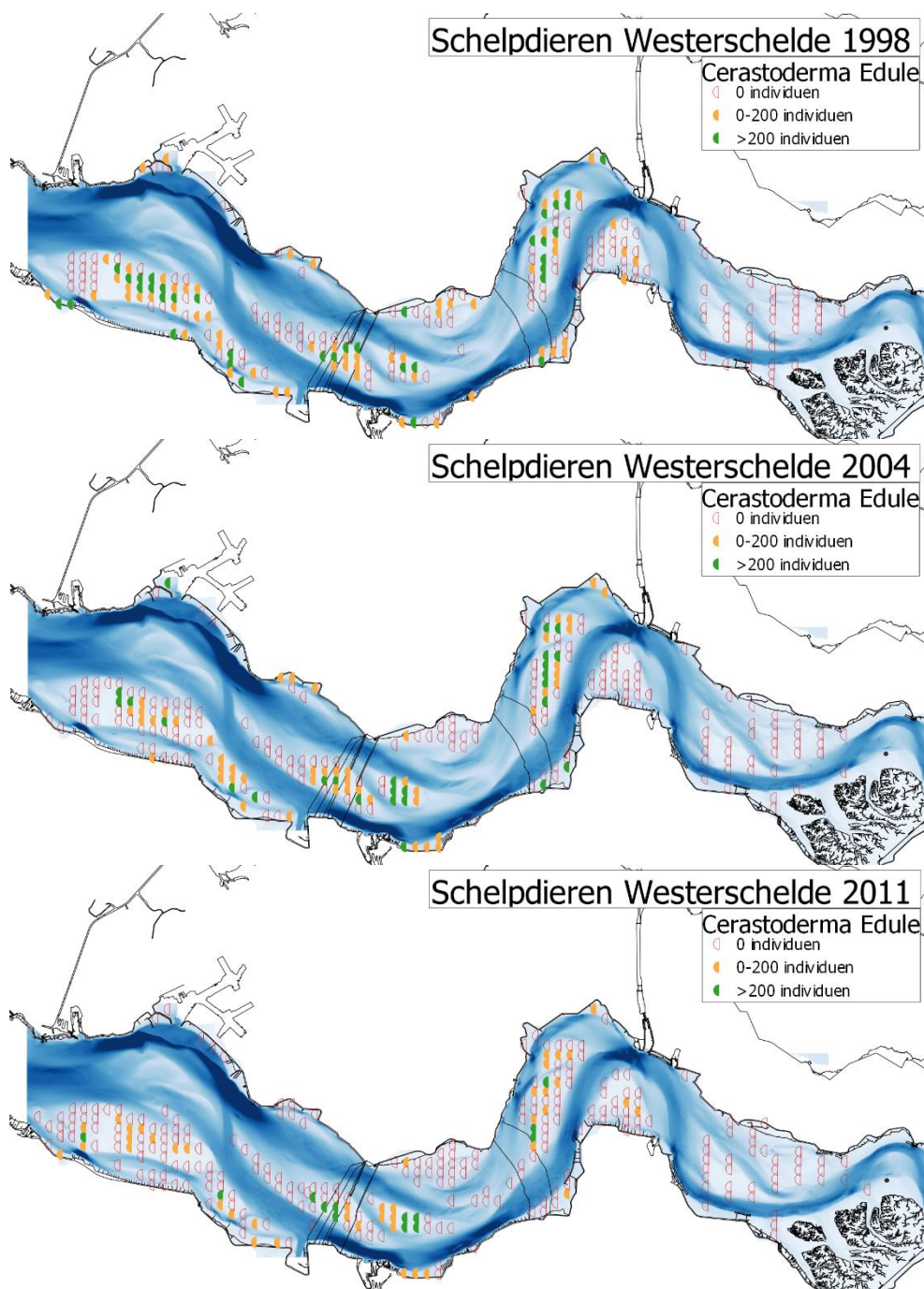


*Figuur 3-73: Gemiddelde densiteit, biomassa (versgewicht) en gemiddelde individuele massa kokkels per plaat en jaar.*



*Figuur 3-74: Gemiddelde densiteit, biomassa (versgewicht) en gemiddelde individuele massa nonnetjes per plaat en jaar.*





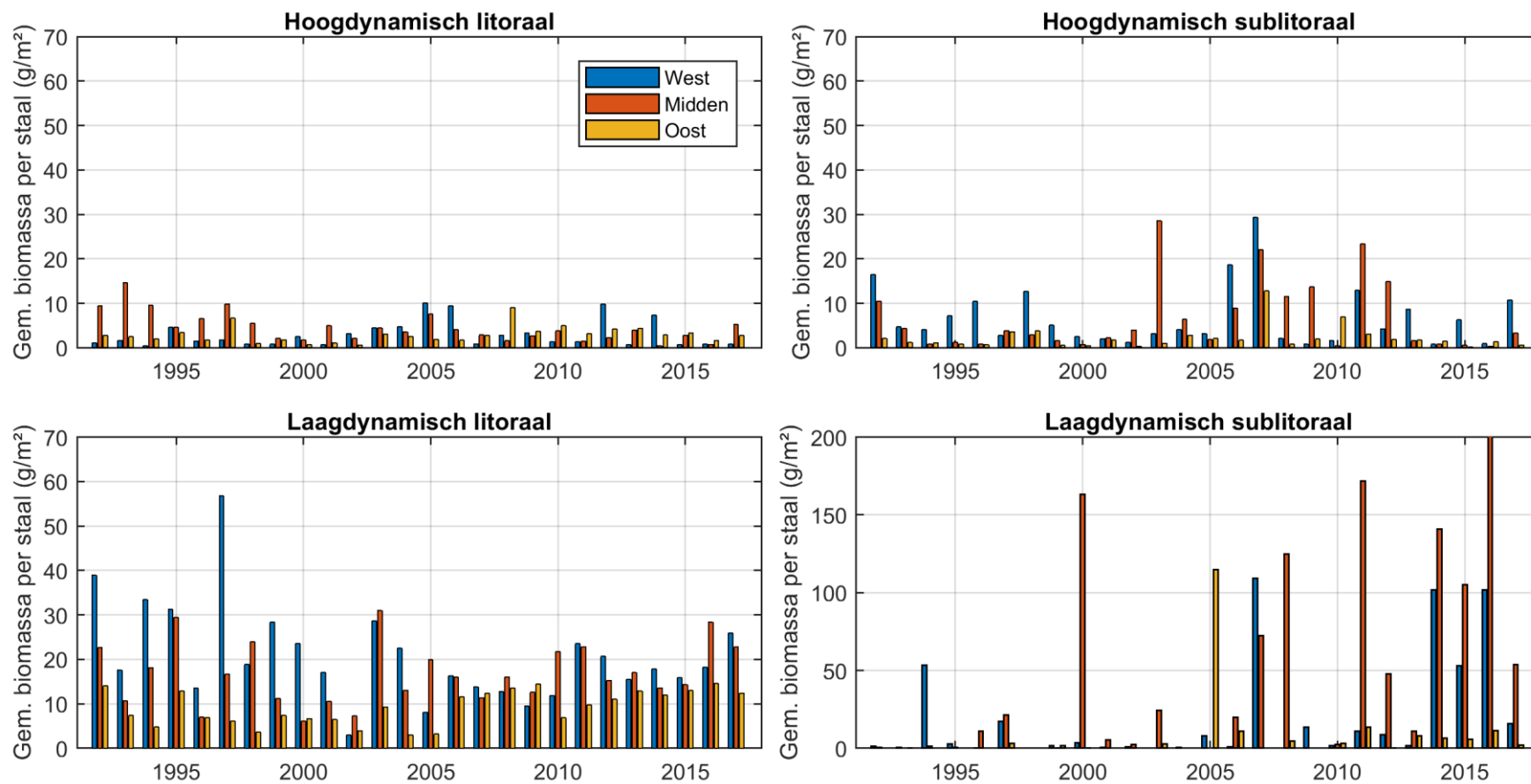
*Figuur 3-75: Ruimtelijke verspreiding van de aantallen kokkels tijdens de jaren met een piek in broedval*

## Benthos

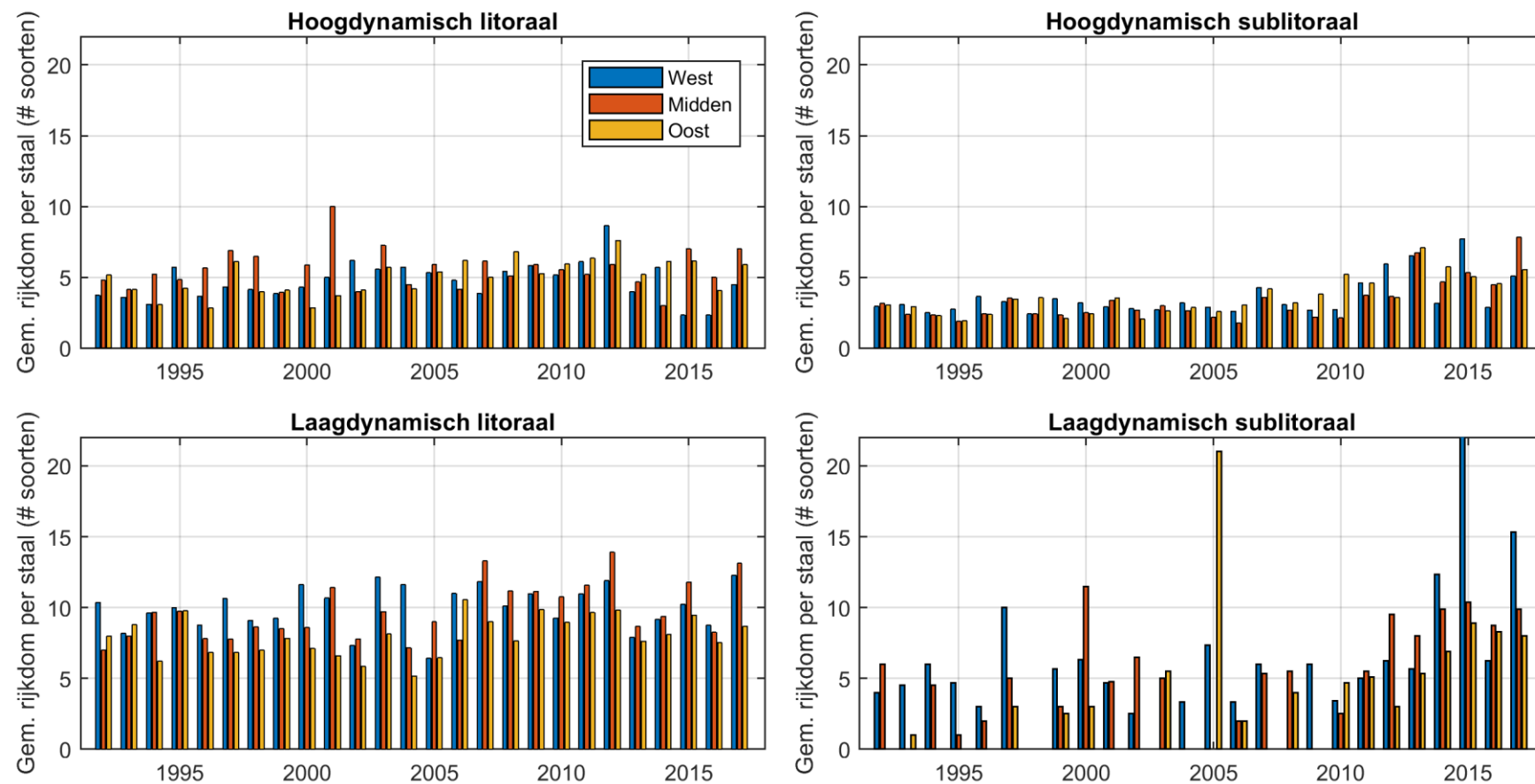
De tijdreeksen (per ecotoop opgedeeld, en volgens de opdeling West – Midden – Oost, Figuur 3-76) vertonen geen significante trends. Algemeen genomen wordt een grotere biomassa aangetroffen in het laagdynamisch litoraal, dan in het hoogdynamisch litoraal. Er wordt wel vaker een hogere waarde in biomassa gesampled in het laagdynamisch sublitoraal, dan in de andere beschouwde ecotopen, echter het aantal samples is te laag om hieruit conclusies te trekken. Hoge pieken in het sublitoraal zijn waarschijnlijk toe te schrijven aan een monstername op een schelpdierbank.

Ook de gemiddelde soortenrijkdom (Figuur 3-77) is het hoogst in het laagdynamisch litoraal; ongeveer dubbel zo hoog als in het hoogdynamisch litoraal. In geen enkel ecotoop is er een duidelijk verschil te zien tussen de deelgebieden van de Westerschelde. Ook een significante trend in de tijd is er niet, het aantal soorten per staal is vrij stabiel gebleven sinds 1992. Mogelijk is er sprake van een toename van de soortenrijkdom in het sublitoraal (hoog- en laagdynamisch) na 2010, in de gehele Westerschelde. Echter, gezien de wijziging in het aantal staalnames rond deze periode, kan dit niet met zekerheid worden vastgesteld.

Verschillende niet-inheemse soorten werden waargenomen, waarvan de meeste slechts sporadisch. Er is geen duidelijke toename zichtbaar voor de belangrijkste soorten (muiltje *Crepidula fornicata*, scheermessen *Ensis* sp., strandgaper *Mya arenaria* en de Amerikaanse boormossel *Petricolaria pholadiformis*). Uit de T-2015 rapportage blijkt dat er enkel in de Mesohaliene zone een significante toename is het aantal soorten exoten en de biomassa, hoewel die in de meest recente jaren opnieuw afzwakt. Voor de overige zones werd geen significante trend gevonden (T2015 Consortium, 2018b).



*Figuur 3-76: Temporele evolutie per ecotoop van gemiddelde biomassa per deelgebied van de Westerschelde tussen 1992 en 2017.  
Bemerk de verschillende verticale schaal bij het laagdynamisch sublittoraal.*



*Figuur 3-77: Temporele evolutie per ecotoop van de gemiddelde soortenrijkdom per staal voor de drie deelgebieden van de Westerschelde tussen 1992 en 2017.*

### 3.5.2 Vogels

De Westerschelde herbergde rond de eeuwwisseling meer dan 200 000 **watervogels** maar deze aantallen zijn drastisch afgenomen tot 92 600 in 2017 (Arts *et al.*, 2018b). Het is een wetland van internationaal belang, gezien er voor heel wat soorten meer dan 1 % van de populatie voorkomt in het Schelde-estuarium (Ysebaert *et al.*, 2000). In het mondingsgebied en de polyhaline zone van de Westerschelde komen veel steltlopers voor, zoals scholekster, bonte strandloper, drieteenstrandloper en zilverplevier. In de mesohaline zone speelt het Verdrongen Land van Saeftinghe (ruim 3300 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. In voorliggend syntheserapport wordt geconcentreerd op de steltlopers, gezien deze groep rechtstreekse impact kan ondervinden van morfologische veranderingen in hun foerageergebied (Tabel 3-14). Voor de bespreking van de trends voor de andere soorten wordt verwezen naar het datarapport. Door een wijziging in het MWTL telprogramma sinds 2013 wordt er gebruikt gemaakt van de analyses van het Sovon Vogelonderzoek

In het Deltagebied broeden ook nationaal en internationaal belangrijke populaties van diverse soorten **kustbroedvogels**. Vooral voor de sternsoorten (dwergstern, grote stern, visdief) is de Westerschelde van groot belang gezien de Hooge Platen een belangrijk broedgebied vormt. De meest relevante soorten die afhankelijk zijn van de Westerschelde zijn opgelijst in Tabel 3-14, voor de bespreking van andere broedvogels wordt verwezen naar het datarapport.

*Tabel 3-14: Niet-broedvogels en broedvogels in de Westerschelde relevant in kader van deze rapportage.*

Niet-broedvogels	Broedvogels
Bontbekplevier	Bontbekplevier
Bonte strandloper	Dwergstern
Drieteenstrandloper	Grote stern
Groenpootruiter	Kluut
Goudplevier	Strandplevier
Kanoet	Visdief
Kievit	
Kluut	
Rosse grutto	
Scholekster	
Strandplevier	
Tureluur	
Wulp	
Zilverplevier	
Zwarte ruiter	

Ten slotte werd een analyse uitgevoerd naar het **foerageergebied** voor steltlopers op de platen aan de hand van droogvalpercentages in het laagdynamisch litoraal tussen de 30% en 70%. Het is immers niet voldoende dat het voedsel voor de steltlopers aanwezig is: de steltlopers moeten het ook kunnen bereiken. Alleen wanneer de platen bijna droogvallen kunnen de steltlopers foerageren.

### Niet-broedvogels

Voor de belangrijkste vogelsoorten gerelateerd aan het estuarium, de steltlopers, blijkt dat enkel de wulp een langdurige positieve trend kent terwijl er bijna voor alle andere soorten voornamelijk een afname van de populatie zichtbaar is. Voor enkele soorten, zoals de bontbekplevier, rosse grutto, strandplevier, bestond deze achteruitgang van de populatie reeds sinds de jaren '80 of '90 van vorige eeuw. Ook voor de meeste andere vogelsoorten is de negatieve trend reeds zichtbaar voor de derde verruiming.

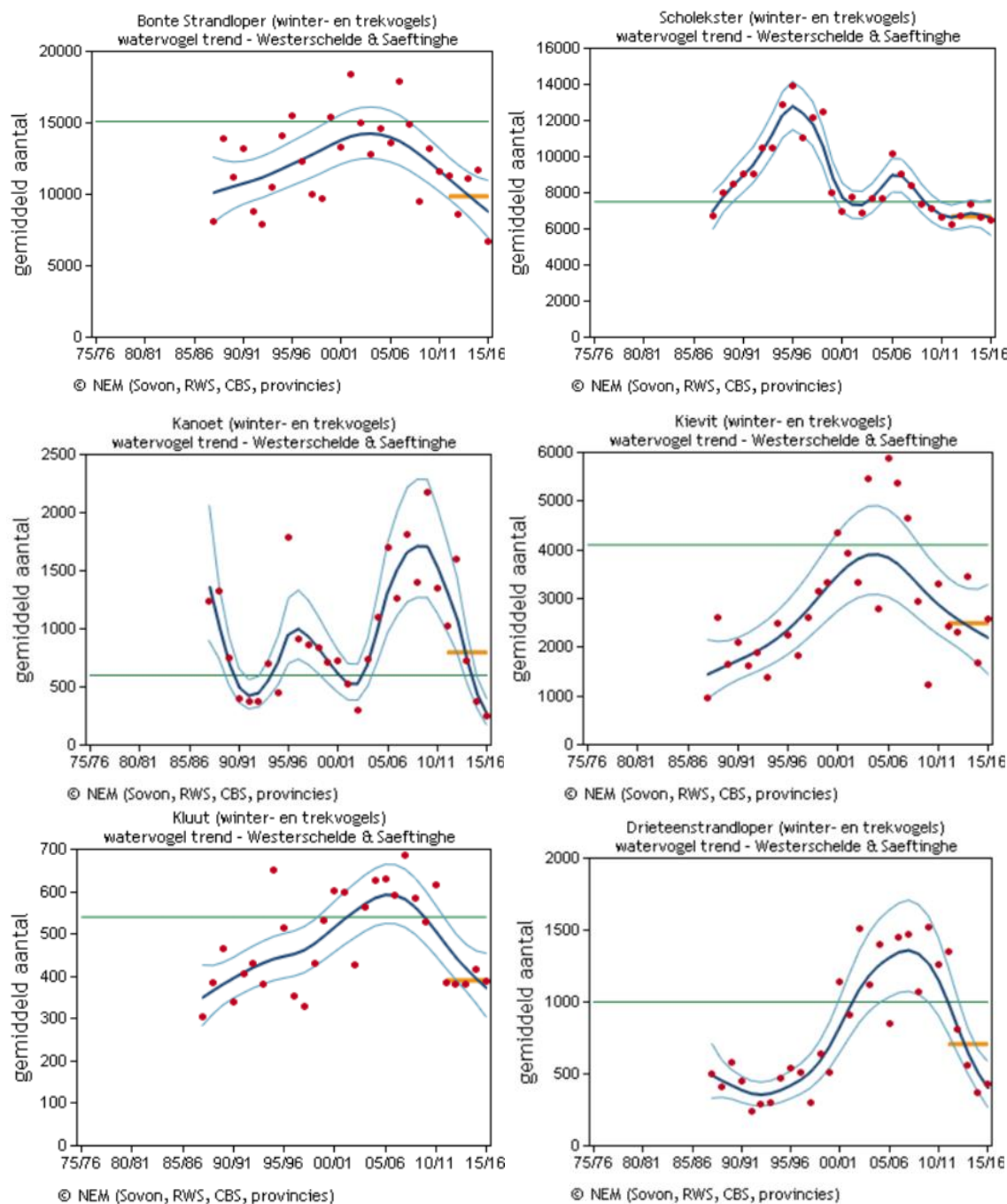
Belangrijker zijn de afnames rond de periode van de derde verruiming van drieteenstrandloper, kanoet, kievit en kluut. De drieteenstrandloper en kanoet kenden in het verleden echter nog fluctuerende trends, terwijl de kievit en kluut sinds het begin van de tellingen enkel een positieve trend van de seizoensgemiddelden vertoonden (**Figuur 3-78**). De afname in de populatie is soms ook op landelijk niveau zichtbaar, zoals bij de kluut en kievit (Sovon, 2018).

Voor de IHD soorten van de Westerschelde zijn de seizoengemiddelden (juli jaar 1 – juni jaar 2) afgewogen ten opzichte van de Natura 2000 instandhoudingsdoelstelling (Tabel 3-15). Enkel de wulp haalde elk jaar de IHD norm. De kanoet haalde sinds 2014 de norm niet meer, terwijl de andere soorten helemaal niet of slechts sporadisch voldeden.

Onder de Ramsar Conventie (Convention on Wetlands of International Importance Especially as Waterfowl Habitat) zijn numerieke criteria geformuleerd voor een wetland van internationale betekenis. Voor de beschouwde vogelsoorten voldeed er geen enkele aan de Ramsar norm (Tabel 3-15).

Op basis van van der Winden *et al.* (2017) werd ook de algemene trend in het Deltagebied en in Nederland vergeleken met de trends in de Westerschelde. Voor enkele soorten (o.a. bontbekplevier, goudplevier en kanoet) dalen de aantallen in het Deltagebied en de Westerschelde terwijl er op nationaal niveau net een stijging merkbaar was tijdens dezelfde periode (2005-2015). Voor andere soorten zijn er ook afnames van aantallen op te merken in de Westerschelde die zich niet voordoen in het Deltagebied (o.a. bonte strandloper, drieteenstrandloper, rosse grutto en zilverplevier).





*Figuur 3-78: Evolutie van de seizoensgemiddelde juli t/m juni (rode punten) van de benthivore vogels in de Westerschelde. De trendlijn is weergegeven met een donker gekleurde lijn en het 95 % betrouwbaarheidsinterval van de trendlijn met een lichtgekleurde lijn. In groen wordt de instandhoudingsdoelstelling voor de soort weergegeven. De oranje lijn geeft het gemiddelde over de laatste vijf seizoenen. Bron: Netwerk Ecologische Monitoring (Sovon, RWS, CBS)*

*Tabel 3-15: Vergelijking seizoensgemiddeldes (juli jaar 1 – juni jaar 2) van de steltlopers in de Westerschelde met Natura 2000 IHD (onder de norm: rood; boven de norm: groen) en 1%-norm van Ramsar (laatste 3 jaar onder de norm: rood; laatste 3 jaar boven de norm: groen).*

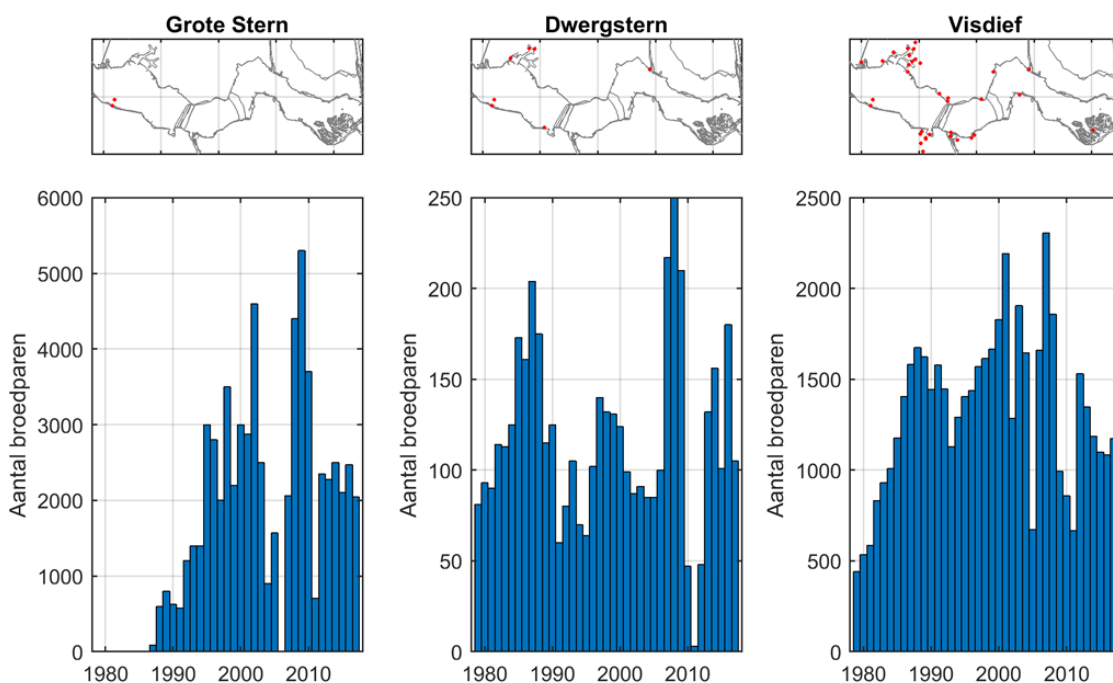
Soort	Natura 2000 IHD	Seizoensgemiddelde juli-juni versus Natura 2000 IHD							Ramsar 1%-norm (2012)	Trend 1% norm (2006 – 2012)
		'09/'10	'10/'11	'11/'12	'12/'13	'13/'14	'14/'15	'15/'16		
Bontbekplevier	430	448	363	503	290	418	200	235	730	Stabiel
Bonte strandloper	15100	13242	11578	11291	8594	11110	11675	6653	13300	Stabiel
Drieteenstrandloper	1000	1519	1256	1353	812	563	374	434	1200	Stabiel
Groenpootruiter	90	66	76	53	50	42	42	40	2300	Stabiel
Goudplevier	1600	373	638	374	317	283	75	179	7100	Afname
Kanoet	600	2180	1346	1030	1600	725	375	256	4500	Stabiel
Kievit	4100	1234	3306	2437	2304	3465	1679	2582	72300	Toename
Kluut	540	529	616	386	381	381	415	389	730	Stabiel
Rosse grutto	1200	1203	925	923	821	624	447	559	1200	Stabiel
Scholekster	7500	7138	6678	6250	6718	7348	6652	6455	8200	Afname
Strandplevier	80	13	12	10	11	10	1	6	660	Stabiel
Tureluur	1100	1013	866	624	552	619	665	517	2400	Afname
Wulp	2500	3323	3769	3343	3262	3832	3396	3071	8400	Afname
Zilverplevier	1500	1864	1731	1675	1217	1433	1447	1548	2500	Toename
Zwarte ruiter	270	122	90	96	64	78	69	86	850	Afname

## Broedvogels

Het aantal broedvogelparen toont voornamelijk een negatieve evolutie en de aantallen fluctueren sterk.

Voor de grote stern en dwergstern is er na een sterke daling enkele jaren geleden opnieuw een herstel van de populatie zichtbaar (Figuur 3-79). De visdief gaat echter terug achteruit in de Westerschelde en het Deltagebied sinds 2012 na een aanzienlijke groei in de 2 decennia ervoor, hoewel de aantallen in 2017 opnieuw stegen. Tussen 2014-2016 is de visdief niet meer waargenomen in het Land van Saeftinghe, in 2017 werden er opnieuw 60 paren geteld. De grote stern en de visdief behalen in de periode 2012-2017 nooit de instandhoudingsdoelstellingen, de dwergstern wel sinds 2013 (Tabel 3-16).

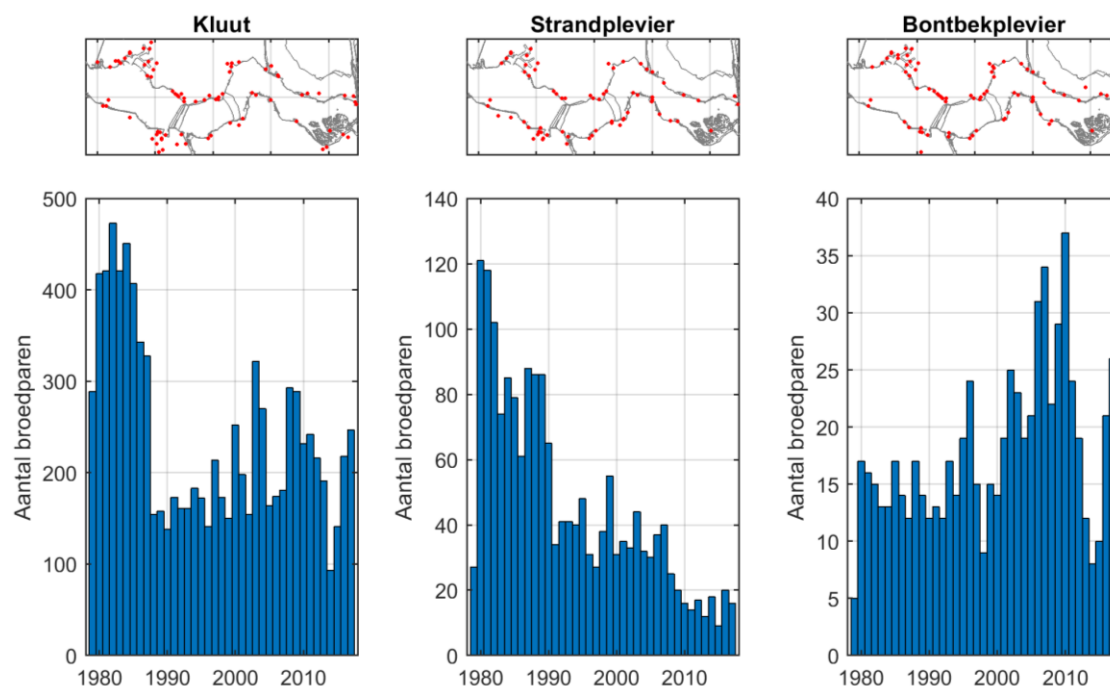
Belangrijke ontwikkelingen voor de sternen zijn de mogelijke broedplaatsen, en de mogelijkheid tot jagen. In het westen van de Westerschelde behoort Hooge Platen tot één van de belangrijkste broedplaatsen voor grote stern, visdief en dwergstern naast de kokmeeuw en zwartkopmeeuw. De westelijke duinen van de Hooge Platen zijn de voorbije jaren echter sterk afgeslagen en het overspoelingsrisico is er toegenomen. Deze veranderingen kunnen dan ook een negatieve invloed hebben op de broedgelegenheid voor sternen. Ook predatie vormt een probleem, onder meer in het Verdrongen Land van Saeftinghe, en competitie voor broedplaatsen met meeuwen.



Figuur 3-79: Ontwikkeling van het aantal broedparen van sternen.

Na een dieptepunt van het aantal broedparen van de kluut en bontbekplevier was er in 2016 en 2017 opnieuw een sterke toename zichtbaar (Figuur 3-80). Ook de instandhoudingsdoelstellingen worden deze jaren opnieuw gehaald bij beide soorten (Tabel 3-16). Het aantal broedparen van de strandplevier blijft echter achteruit gaan, net zoals in de rest van het Deltagebied. De instandhoudingsdoelstellingen zijn de periode 2012-2017 niet meer behaald. Bij deze soorten speelt de verstoring door recreatie en de successie van vegetatie een grote rol.

Er is niet altijd een verklaring waarom een broedplaats het ene jaar wel en het ander jaar niet of minder wordt bezocht. Ook externe invloeden (grootschalige trends) spelen een grote rol.



Figuur 3-80: Ontwikkeling van het aantal broedparen van steltlopers.

Tabel 3-16: Trends in aantallen broedparen in de Westerschelde tussen 2012 en 2017 (inclusief Saetinghe). Groen: Westerschelde streefdoel gehaald; Rood: niet gehaald.

IHD regiodoel			Aantal broedparen					
Soort	Delta	WS	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Bontbekplevier	100	10	19	12	8	10	21	26
Dwergstern	300	100	48	132	156	101	180	105
Grote stern	6200	2800	2350	2277	2500	2100	2472	2045
Kluut	2000	150	216	191	93	141	218	247
Strandplevier	220	40	17	12	18	9	20	16
Visdief	6500	1600	1530	1347	1187	1099	1084	1175

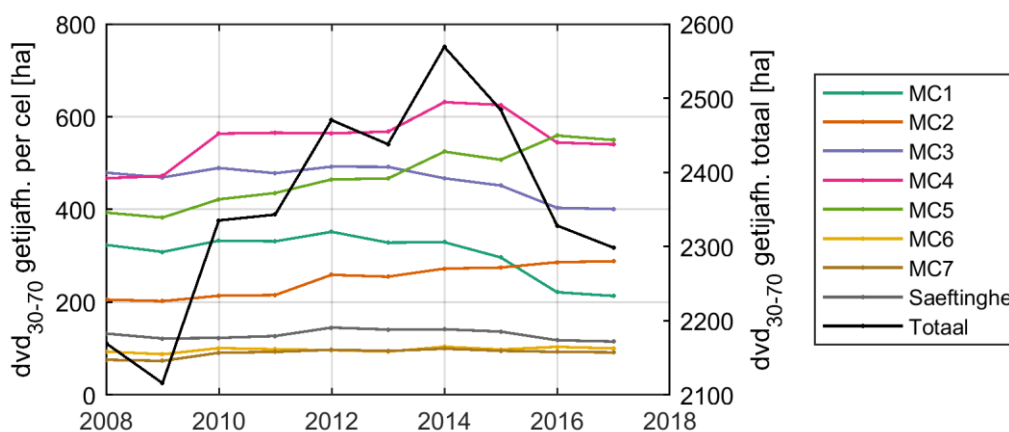
### Foerageergebied

Om te bekijken of er zich veranderingen hebben voorgedaan aan het potentieel van foerageergebied in de Westerschelde werd de droogvalduur geanalyseerd. Het foerageergebied voor steltlopers wordt in dit rapport gedefinieerd als laagdynamisch litoraal met droogvalduur tussen 30% en 70%. Veranderingen in het areaal kunnen ofwel het gevolg zijn van morfologische veranderingen (bv. het steiler worden van de platen, aangroeien van slikken) of door wijzigingen in de waterstanden, bv. de getijslag (waardoor het 30%- en 70%-waterpeil wijzigt).

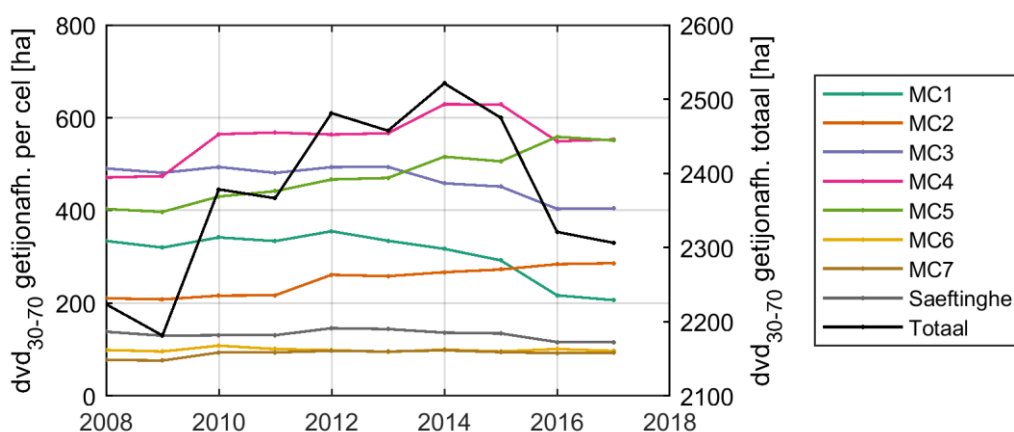
Wanneer men beide variabelen in rekening brengt, is er een geleidelijke stijging van het foerageerareaal zichtbaar in de totale Westerschelde van 2009-2014, gevolgd door een daling in 2014-2017 (Figuur 3-81). Dit geeft het beste de evolutie van het effectieve foerageergebied voor vogels weer, gezien dit de werkelijke droogvalduur betreft. Echter, deze evolutie is het gevolg van twee variabelen (bathymetrie en waterstanden) en de achterliggende oorzaak van de waargenomen variatie in foerageergebied is daarom moeilijk te interpreteren. De getijslag kende in de periode 2008-2017 namelijk ook een stijging en daling als gevolg van de 18,6-jarige cyclus, en is daarom waarschijnlijk één van de verklaringen voor de wijzigingen in het foerageerareaal.

De evolutie op basis van de tweede berekeningsmethode is enkel het gevolg van morfologische veranderingen (Figuur 3-82). De resultaten volgen echter dezelfde, hoewel iets zwakkere, trends als de eerste berekeningsmethode, dus samenlopend met de 18,6 jarige cyclus. Dit is mogelijk te verklaren door het vlakker worden van plaatranden en slikken naarmate de 18,6-jarige cyclus naar een piek gaat.

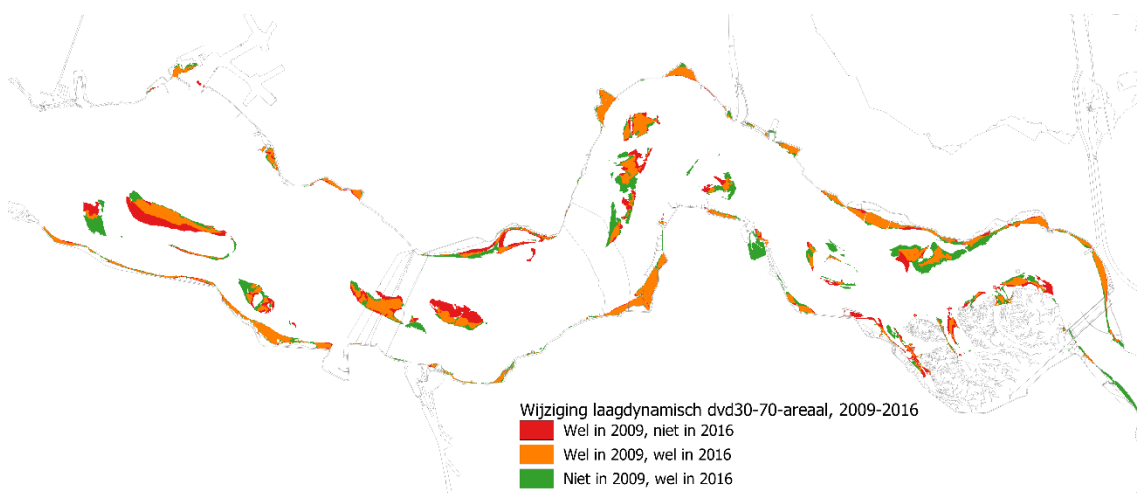
Ruimtelijk gezien (Figuur 3-83) is in de periode 2009-2016 in macrocel 1 is zichtbaar dat het uitbreiden en verhogen van de Hooge Platen Noord nieuw foerageergebied is ontstaan aan de noordrand van de plaat (groene kleur), maar dat er tegelijk een veel groter foerageergebied is verdwenen nabij het centrum en zuiden van de plaat (rode kleur); dit ligt nu hoger dan de 70%-droogvalduur. Netto gezien is er het areaal tussen 30 en 70 % droogvalduur dus afgenomen. Op Hooge Platen West is het foerageergebied verschoven naar het zuiden en verder uitgebreid. In macrocel 3 is een afname van het foerageergebied zichtbaar door ophoging ter hoogte van de Middenplaat, terwijl er ter hoogte van Rug van Baarland in macrocel 4 voornamelijk areaal is toegenomen. Op andere locaties in de Westerschelde hebben de veranderingen zich over kleinere gebieden voorgedaan.



*Figuur 3-81: Laagdynamisch  $dwd_{30-70}$ -areaal berekend op basis van veranderende waterstanden, per macrocel. Arealen per macrocel zijn weergegeven volgens de linkse verticale as, totale arealen volgens de rechteras.*



Figuur 3-82: Laagdynamisch dvd<sub>30-70</sub>-areaal berekend op basis van constante waterstanden, per macrocel. Arealen per macrocel zijn weergegeven volgens de linkse verticale as, totale arealen volgens de rechteras.



Figuur 3-83: Wijzigingen droogvalduurareaal tussen 2009 en 2016.

### 3.5.3 Zeehonden

Zeehonden staan aan de top van de voedselketen en stellen belangrijke habitatvereisten. Het gedetailleerd opvolgen van de aantallen en het reproductiesucces van de zeehonden is daarom een belangrijke maat voor de algehele ecologische kwaliteit van het estuarium.

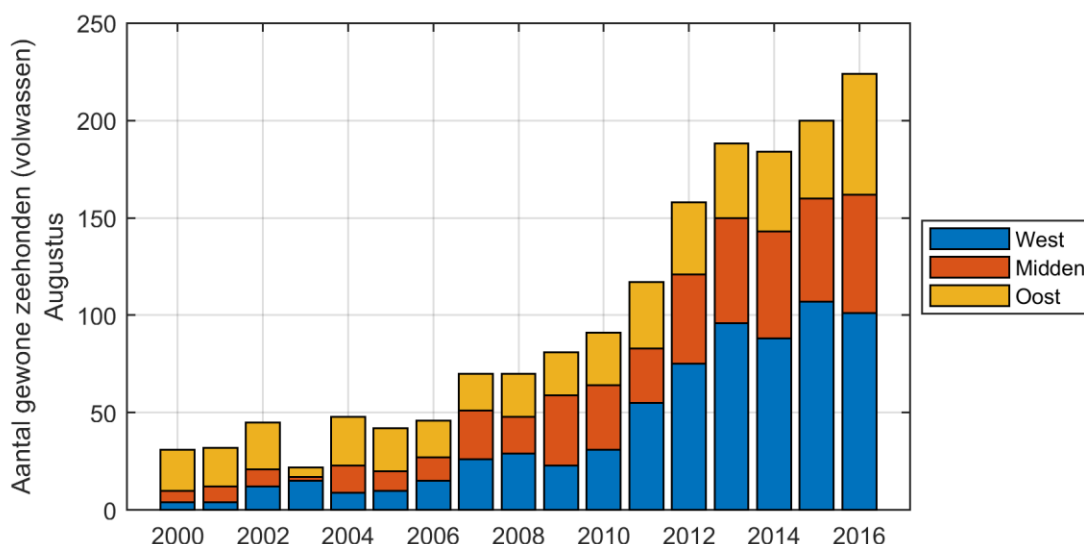
Gewone zeehonden *Phoca vitulina* zijn bij laagwater in de Westerschelde hoofdzakelijk te vinden op droogvallende zandplaten met een steile rand langs vrij diep water. Het aantalsverloop van gewone zeehonden in Nederland is redelijk goed gedocumenteerd, maar de populatie is nog steeds aangewezen op immigratie vanuit andere gebieden in de Noordzee (Brasseur, 2018). De grijze zeehond *Halichoerus grypus* geeft de voorkeur aan rotsige kusten bij open zee. De grijze zeehond is slechts recent teruggekeerd en wordt slechts sporadisch waargenomen in de Westerschelde.

In het kader van het MWTL meetplan (data 2009-2017) worden maandelijks tellingen van de zeehonden uitgevoerd in de Westerschelde. Telkens wordt een systematische vlucht



binnen één getij gevlogen, waarbij het aantal jonge en volwassen individuen per locatie geteld worden. De data werden geanalyseerd per deelgebied (west, midden, oost). Vanaf seizoen 2014/2015 worden geen vliegtuigtellingen meer uitgevoerd in september, oktober en november.

Uit alle data in de Westerschelde, ook uit de augustustellingen, blijkt er een significante positieve trend te bestaan voor de populatie gewone zeehonden in alle deelgebieden van de Westerschelde (Figuur 3-84). Ook voor het aantal jongen is de trend positief. Er wordt een trendmatige toename in het aantal gewone zeehonden geschat van 13 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 augustustellingen van de gewone zeehond tussen 2000 en 2016 tonen een sterke stijging in aantallen tussen 2008 en 2016, hoewel de stijging sinds 2013 iets minder sterk is dan de voorgaande jaren.



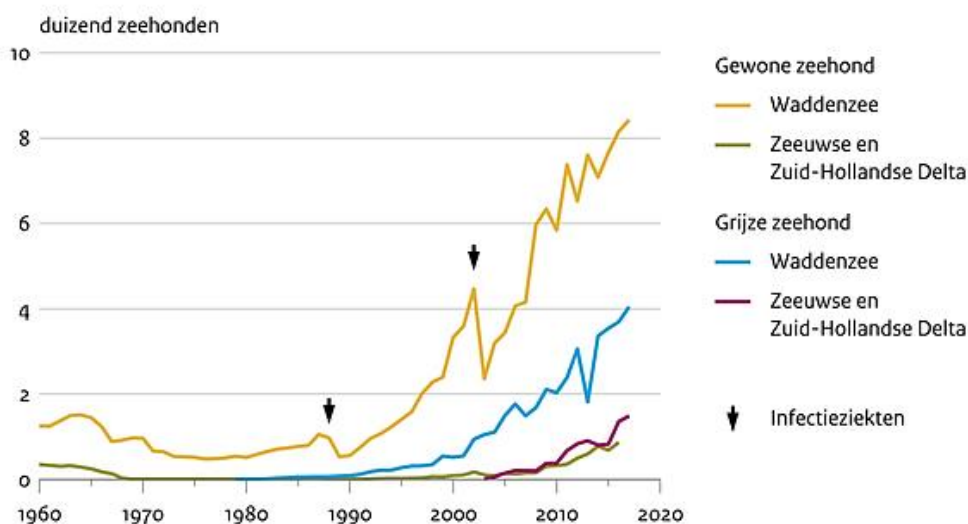
*Figuur 3-84: Spatiotemporele evolutie van het aantal gewone zeehonden in de maand augustus in de Westerschelde tussen 2000 en 2016 (W: west, M: midden, O: oost).*

De populatie in de Westerschelde is afhankelijk van uitwisseling met populaties elders in het Deltagebied, de Waddenzee, Engeland en Frankrijk (Brasseur, 2017). 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. Vanaf 2003 bedraagt het aantal gewone zeehonden in de Westerschelde meer dan 1 % van de Waddenzeepopulatie, en voldoen de aantallen bijgevolg aan het criterium beschreven in T2009 en T2015. Deze ontwikkeling heeft zich voortgezet en vooral vanaf 2012 is de populatie sterk verder gestegen, waardoor de populatie in de Westerschelde tegenwoordig zelfs 2,5% van de Waddenzeepopulatie bedraagt (T2015 Consortium, 2018b).

De resultaten van de MWTL data zijn ook in lijn met de algemene vooruitgang van de gewone zeehond in Nederland (Figuur 3-85). 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 2017 werden er in de Waddenzee 8427 dieren geteld, wat een lichte stijging is ten opzichte van voorgaande

jaren (CLO, 2018). Er lijkt wel meer variatie in de aantallen te komen wat een indicatie kan zijn dat de draagkracht in de Waddenzee bijna is bereikt. In 2017 werden er echter recordaantallen jongen geteld terwijl het aantal adulten stagneert. Dit kan verklaard worden door migratie naar gebieden buiten de Waddenzee door het bereiken van de draagkracht, terwijl de vrouwtjes sterk trouw blijven aan hun voortplantingsgebieden door jaarlijks terug te keren naar de Waddenzee (Galatius *et al.*, 2017). Ook in de Westerschelde neemt de voortplanting toe en bedraagt het aandeel pups in de laatste jaren tussen 15-20 %. Meininger *et al.* (2003) geven aan dat in een stabiele populatie jaarlijks 12 % van de populatie uit jongen moet bestaan. Het aantal pups dat op dit moment jaarlijks in de Westerschelde wordt geboren is bijgevolg voldoende om de Westerscheldepopulatie van de gewone zeehond in stand te houden (T2015 Consortium, 2018a).

### Aantal zeehonden



Bron: Wageningen Marine Research; Delta Projectmanagement  
in opdracht van RWS/Provincie Zeeland

WUR/mei18  
www.clo.nl/123115

*Figuur 3-85: Evolutie van de gewone en grijze zeehond populaties in Nederland tussen 1960 en 2017 (CLO, 2018)*

In de Westerschelde zijn grijze zeehonden, vanwege hun voorkeur voor rotsige kusten, minder algemeen dan gewone zeehonden, hoewel er de laatste jaren wel een lichte stijging zichtbaar is. Sinds de zomermaanden van 2013 worden meer grijze zeehonden gespot, hoewel de aantallen in 2016 wat lager liggen. Ze werden voornamelijk in het westelijk deel van de Westerschelde aangetroffen. Er werden slechts 3 jonge grijze zeehonden aangetroffen in de Westerschelde tussen 2009 en 2017. Er is dus geen sprake van een populatie grijze zeehonden in de Westerschelde.

In het Deltagebied werden in 2017 1489 grijze zeehonden waargenomen, meer dan in het jaar ervoor (CLO, 2018). In hetzelfde jaar zijn in de Waddenzee 4045 dieren geteld. Dit is opnieuw een toename en komt overeen met de nog steeds stijgende lijn in de gehele Waddenzee (Brasseur *et al.*, 2016) (Figuur 3-85). 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.*, 2016).

## 4. INTEGRALE DISCUSSIE

### 4.1 VOORAF

In het voorgaande hoofdstuk van dit rapport werden de data die vallen binnen het kader van de voortgangsrapportage (zie sectie 1.2 - 1.4) beknopt voorgesteld en besproken. Er werd nagegaan of er eventuele trends of trendwijzigingen aanwezig zijn doorheen de tijd, en er werden verklaringen gezocht voor de waargenomen ontwikkelingen. De data-analyse wordt meer in detail besproken in het bijhorende analyserapport (IMDC, 2019). In dit hoofdstuk wordt op basis van recente monitoring en resultaten uit relevante onderzoeken, uitspraken gedaan omtrent de effecten van de derde verruiming en het Flexibel Storten. Deze worden ook vergeleken met voorspellingen uit het MER, samengevat in sectie 2.1.

Alvorens in te gaan op de *effecten* van de derde verruiming en het Flexibel Storten, moet worden gezegd dat oorzaak-gevolgrelaties in het Schelde-estuarium niet steeds éénduidig vast te stellen zijn op basis van metingen, om meerdere redenen:

- De verschillende aspecten van het systeem (waterbeweging, morfologie, waterkwaliteit, ecologie, etc.) werken allemaal op elkaar in door middel van causale ketens, die in meerdere richtingen werken (bv. hydrodynamiek heeft een effect op morfologie, maar ook andersom);
- Het Schelde-estuarium is reeds decennia onderhevig aan menselijke ingrepen. Omdat de menselijke factor een sterke invloed heeft op de ontwikkelingen van het systeem, worden ontwikkelingen vanuit het systeem zelf niet als 'natuurlijke ontwikkelingen' aangeduid, maar als 'autonome ontwikkelingen'. Met andere woorden: het systeem (re)ageert 'autonoom' binnen randvoorwaarden die door de mens zijn opgelegd;
- Ontwikkelingen, zowel autonoom als in respons op een menselijke of externe factor, vinden plaats op verschillende tijds- en ruimtelijke schalen. De respons op menselijke ingrepen werkt hierdoor cumulatief en overlappend, waardoor een bepaalde ontwikkeling zelden aan één enkele ingreep kan worden toegeschreven;
- Het vaststellen van statistisch significante correlaties is een noodzakelijke, maar geen voldoende voorwaarde voor het vaststellen van causaliteit.

Voor de waargenomen ontwikkelingen wordt daarom op meerdere manieren onderzocht of deze gelinkt zijn aan de verruiming aan het flexibel storten:

1. Indien de lokale ontwikkeling (op niveau van het Schelde-estuarium) verschilt van de ontwikkeling op grotere schaal, bijvoorbeeld op het niveau van de Voordelta of op Europese schaal (top-downbenadering).
2. Indien er een ingreep-effectketen bestaat die een verband legt tussen de ontwikkeling en de ingreep (bottom-upbenadering). Ingerep-effectketens werden ook gebruikt om voorspellingen te doen in het MER, en zijn samengevat in hoofdstuk 2.

Samengevat kan worden gesteld dat statistische tests (correlaties, trendbreukanalyse), ingreep-effectketens (bottom-upbenadering), en vergelijking met ontwikkelingen elders in de regio (top-downbenadering) allen belangrijke tools zijn in het beoordelen van de mogelijke effecten van de derde verruiming en het flexibel storten.

## 4.2 IMPACT OP MORFOLOGIE EN ECOTOPEN VAN DE PLAATRANDE

### *Aanlegbaggerwerken en plaatrandstortingen*

De eerste stap in de ingreep-effectketens is de ingreep zelf, namelijk de derde verruiming en het flexibel storten. De specie van de aanlegbaggerwerken van de derde verruiming werd in de Westerschelde volledig op de plaatranden gestort met het oog op het creëren van ecologisch waardevol laagdynamisch areaal. De resultaten, zeven jaar na de verruiming laten een gemengd beeld zien.

Op de **Hooge Platen West** trad er binnen de toetspolygoon, volgend op de plaatrandstortingen, een toename van het waardevol laagdynamisch areaal op tussen 2010 en ca. 2011-2012. Vervolgens was er een afname, waardoor het totaal areaal in 2016 lager lag dan in de referentie-ecotopenkaart 2010. De laagdynamische zone aan de westzijde van de Hooge Platen lag echter in 2010 al grotendeels buiten de toetspolygoon. Deze zone is in de loop der jaren verder gegroeid (van ca. 40 ha in 2008 en 75 ha in 2010 naar 102 ha in 2016) maar is ook verder zuidoostwaarts (buiten de toetspolygoon) verschoven (Figuur 3-56).

Daarnaast moet worden vermeld dat de ecotopenkaart 2010, die als referentie wordt gebruikt bij de ecotopenberekeningen, is opgesteld op basis van peilingen en lidarmetingen uit april-mei 2010 (Walburg en de Jong, 2016), en op dat moment was reeds ca. 1,5-2 Mm<sup>3</sup> sediment gestort op Hooge Platen West (IMDC, 2011a). Daardoor is het mogelijk dat de ecotopenkaart van 2010 al een deel van het effect van de plaatrandstortingen bevat, en dat verschilberekening tussen 2010 en 2016 een onderschatting vormt van de groei van het intertidaal laagdynamisch areaal door de plaatrandstortingen<sup>5</sup>. Er kan dus worden besloten dat er op Hooge Platen West wel degelijk een toename van het laagdynamisch areaal heeft plaatsgevonden ten gevolge van de plaatrandstortingen, maar dat deze in de toetsingsmethodologie wordt onderschat door de referentiekaart (2010) en de toetspolygoon, en er wordt aanbevolen om het effect van de referentieperiode verder te analyseren.

Er wordt ook een stijging waargenomen van het baggervolume in de haven van Breskens (Figuur 3-3), waarvan de havenmond op minder dan 600 m afstand ligt van de stortvakken van Hooge Platen West. Binnen de huidige studie was er geen detailinformatie beschikbaar over de baggerwerken in Breskens, en daarom is het niet mogelijk om vast te stellen of er interactie is tussen de plaatrandstortzone en de baggerwerken in de haven. Hier wordt aanbevolen om een detailanalyse uit te voeren naar de interactie tussen plaatrandstortingen en havenonderhoud (in twee richtingen) en naar de invloed van het havenonderhoud op de sedimentatie in en rond de haven van Breskens zelf.

Op de stortzone **Hooge Platen Noord** trad ook een stijging op in het laagdynamisch areaal tussen 2010 en 2015, gevolgd door een daling. Het netto-effect van deze stijging en daling is dat het laagdynamisch areaal in 2016 ca. 16 ha hoger lag dan in 2010. Er wordt echter reeds geruime tijd een verhoging van de Hooge Platen waargenomen (§3.3.2) die gepaard gaat met schorontwikkeling (§3.3.6), het versteilen van de plaatranden en een toename van

<sup>5</sup> Op de andere plaatrandstortzones werden geen of slechts kleine volumes sediment gestort vóór de peilingen die zijn gebruikt voor de ecotopenkaart, en hier is de ecotopenkaart-2010 dus de correcte referentie.

het slibgehalte in bepaalde zones van de plaat (zie Figuur 3-38 van dit rapport en Tabel 6-4 van het datarapport). Binnen het laagdynamisch intertidaal gebied neemt de zone met droogvalduur tussen 30% en 70%, waar steltlopers het meest foerageren, het sterkst af (zie Figuur 6-141 van het datarapport). Deze morfologische evolutie heeft een effect op de ecologische dynamiek van de plaat (zie sectie 4.6), bijvoorbeeld omdat het foerageergebied voor steltlopers afneemt. Bij de omzetting van het laagdynamisch areaal naar (pionier)schor verdwijnt bovendien een rijk habitat voor het benthos. Een voordeel bij het versteilen van platen is dat deze aantrekkelijker worden voor zeehonden, die een voorkeur hebben voor platen met steile randen aangezien ze van hieruit sneller kunnen vluchten naar het water. Omdat de doelstelling voor de plaatranden was om laagdynamisch intertidaal gebied te creëren (en niet specifiek om habitats voor zeehonden te creëren), wordt de waargenomen versteiling van de Hooge Platen als ongewenst beschouwd.

Op de **Rug Van Baarland** is er al sinds 2001 een gestage stijging in het laagdynamisch areaal, maar deze is vooral te wijten aan autonome sedimentatie. Er werd ook slechts beperkt op deze plaatrand gestort (en enkel tot begin 2012) omwille van deze autonome sedimentatie. Op de **Plaat van Walsoorden** is de afnemende trend in laagdynamisch areaal sinds 2010 omgebogen naar een toename, en de plaatrandstortingen hebben hier waarschijnlijk een rol in gespeeld. De stijging was het sterkst tussen 2010 en 2011 en verloopt sindsdien aan een trager tempo.

Op de vraag of de plaatrandstortingen succesvol zijn geweest (en of deze in de toekomst moeten worden verdergezet) is dus geen éénduidig antwoord, maar wel per plaatrand afzonderlijk. Op een aantal plaatsen zijn de resultaten gunstig (al vertaalt dit niet altijd naar de toetsingswaarden omwille van de gebruikte polygonen en referentieperiode) en kan er verder worden gestort (bv. Plaat van Walsoorden, Hooge Platen West), op andere plaatsen treedt (ongewenste) versteiling op en wordt aanbevolen om niet verder te storten (Hooge Platen Noord) en op andere locaties wordt al geruime tijd niet meer gestort door de autonome ontwikkelingen (Rug van Baarland).

Ook op de **Suikerplaat** worden plaatrandstortingen uitgevoerd, binnen het programma van de proefstortingen. Er is nog geen ecotopenkaart opgemaakt sinds de start van de proefstortingen in april 2017, dus het is nog niet mogelijk om te oordelen of de plaatrandstortingen daar een effect hebben op het laagdynamisch areaal. Peilingen geven wel aan dat de gestorte specie een hoge stabiliteit heeft (zie sectie 3.3.3.1).

## 4.3 IMPACT OP MORFOLOGIE DIEPE DELEN

### *Stortingen in de diepe delen*

Binnen de strategie van het flexibel storten wordt ervoor gekozen om stortingen door onderhoudsbaggerwerken te spreiden over de nevengeulen, plaatranden en in de diepe delen van de vaargeul. Stortingen in de diepe delen worden zowel binnen de reguliere stortvergunning als binnen het programma van de proefstortingen uitgevoerd, en zijn meest recent beschreven in het factual datarapport diepe delen 2017 (IMDC, 2018b). De stortingen in de diepe delen lijken niet tot specifieke problemen te leiden (zie sectie 3.3.3 en (IMDC, 2018b)). In de meeste stortzones blijft het gestorte sediment relatief stabiel, tot er een evenwichtsdiepte wordt bereikt waarbij er evenveel sediment uit de diepe zone wegerodeert als er wordt bijgestort. Een openstaande vraag bij het storten in de diepe delen is dat er een bepaald percentage van het gestorte sediment (ca. 20-40%) niet wordt

waargenomen in de peilingen kort na het storten (het verplaatst zich dus ofwel tijdens, ofwel binnen enkele uren of dagen na het storten); dit is het voorwerp van verder onderzoek. Een mogelijk risico bij het storten in de diepe delen is dat het gestorte sediment te snel migreert naar nabijgelegen drempels, bijvoorbeeld van de stortvakken SH41 (reguliere stortvergunning) en de put van Hansweert (proefstortzone) naar de drempel van Hansweert. Er zijn echter geen sterke indicaties dat dit het geval is; op de drempel van Hansweert is het onderhoudsvolume in 2017 bijvoorbeeld afgenomen, ondanks de start van de proefstortcampagnes in de put van Hansweert.

### **Evaluatie resterende stortcapaciteit**

Uit de voortgang van de gestorte volumes blijkt dat er aanvullende stortcapaciteit in het oostelijk deel van de Westerschelde nodig is, omdat vanwege de kwaliteitscriteria flexibel storten verschillende stortzones momenteel niet (of slechts deels) in gebruik genomen kunnen worden. In deze paragraaf wordt een projectie gemaakt van de mogelijke verdeling van het toekomstige onderhoudsbaggervolume over de beschikbare stortzones en worden aanbevelingen gedaan ten aanzien van het aanspreken van de extra stortcapaciteit uit Tabel 3 van de waterwetvergunning (Rijkswaterstaat Zee en Delta, 2013).

Vanuit de waterwetvergunning worden een aantal instructies gegeven ten aanzien van de toewijzing van gebaggerde volumes aan de beschikbare stortzones, onder andere:

- Beperkingen aan het totale stortvolume in een vergunningsperiode, volgens een bij aanvang bepaalde verdeling over de stortzones, met een bepaald maximum in de nevengeulen per macrocel per jaar;
- Storten in dezelfde macrocel, eerst op de plaatranden, dan in de nevengeulen en tenslotte in de hoofdgeulen;
- Indien de capaciteit in een macrocel ontoereikend is, kan in afwaartse richting beschikbare capaciteit worden benut;
- Van de aanvangsverdeling kan onder bepaalde criteria worden afgeweken. De maximale ruimte voor Flexibel Storten in dat geval is weergegeven in Tabel 3 van de vergunning. Hierbij geldt wel de beperking aan het maximaal te storten volume in de nevengeulen per macrocel.

In het Protocol voorwaarden voor Flexibel Storten worden een aantal criteria uitgewerkt die toestaan om het stortproces bij te sturen. Op deze wijze wordt gewerkt aan het bereiken van de gewenste positieve bijdrage aan de natuurwaarden door het uitbreiden van het areaal laag dynamisch ondiep water en intergetijdengebied, als ook voor het behoud van het meergeulenstelsel. Beoordeling van deze criteria vindt plaats in het Overleg Flexibel Storten, waar ook aanbevelingen worden geformuleerd voor het uitvoeren van stortingen (binnen de lijnen van de vastgestelde strategie) in de volgende onderhoudsperiode. Deze worden in een toetsingsverslag gerapporteerd.

Uit deze criteria volgt dat een aantal van de vergunde stortzones niet (meer) gebruikt kunnen worden. Het betreft:

- De plaatrand in macrocel 4: Rug van Baarland;
- De nevengeulen in macrocellen 4 (Middelgat), 5 (Schaar van Waarde) en 6 (Schaar van de Noord). In SN61 (Schaar van de Noord) vindt momenteel wel een proef plaats met een beperkte storting in de westelijke stortvakken.



Ook de vergunde stortcapaciteit in SH61 (Nauw van Bath) en SH71 (Pas van Rilland) kan maar deels aangesproken worden, waardoor deze capaciteit grotendeels onbenut blijft. In het geval van SH61 vanwege de beperkte mobiliteit van de stortingen in het Nauw van Bath en in het geval van SH71 vanwege het beperkte onderhoud in de meest opwaartse macrocel en de beperking dat enkel afwaarts mag worden uitgeweken. Hierdoor kan niet alle theoretische beschikbare capaciteit, zoals die bij aanvang in de vergunning werd vastgelegd, benut worden. Op basis van het gemiddelde onderhoud dat gedurende de laatste jaren werd uitgevoerd, kan worden geconcludeerd dat de capaciteit van de beschikbare zones mogelijk net onvoldoende is om alle specie te bergen (vergelijk de eerste en tweede kolom in Tabel 4-1).

Een tweede belangrijk argument om de extra volumes voor de hoofdgeulen in macrocel 4 en 5 uit Tabel 3 aan te spreken, hangt samen met het wegvallen van de nevengeulen als mogelijk stortlocatie in de macrocellen 4, 5 en 6 en de beperkte bergingscapaciteit van de hoofdgeul in macrocel 6. De baggerspecie dient in afwaartse richting getransporteerd te worden, omdat in deze macrocellen geen stortruimte in de directe nabijheid van de baggerzones aanwezig is. Dit impliceert dat het teveel aan onderhoudsvolume dat gegenereerd wordt in macrocel 6 zou moeten worden getransporteerd naar macrocel 5, en het teveel in macrocel 5 (als gevolg van het transport vanuit macrocel 6) naar macrocel 4, enzoverder tot uiteindelijk in macrocel 1 wordt gestort<sup>6</sup> (zie het transport in de laatste kolom van Tabel 4-1). De totale vaarafstand per m<sup>3</sup> zal hierdoor sterk toenemen, waardoor mogelijk ook extra schepen ingezet moeten worden. Het mag duidelijk zijn dat dit niet zeer economisch of ecologisch efficiënt is.

*Tabel 4-1: Saldo van de bergingscapaciteit van onderhoudsspecie in de macrocel zelf (derde kolom, negatief is een tekort aan capaciteit) en het transport dat resteert na storting in de macrocel direct afwaarts (laatste kolom).*

(m <sup>3</sup> in situ)	Restcapaciteit	Gemiddeld onderhoud	Saldo in MC	Saldo met MC direct afwaarts
Macrocel 1	2 639 138	597 963	2 041 175	1 387 173
Macrocel 3	1 636 183	2 290 185	-654 002	-
Macrocel 4	2 726 578	1 228 079	1 498 499	-
Macrocel 5	1 929 934	3 806 424	-1 876 490	-377 991
Macrocel 6	250 000	1 579 230	-1 329 230	-1 329 230
Macrocel 7	180 000	51 273	128 727	128 727
Totaal	9 361 833	9 553 154	-191 321	-191 321

In vergunningsjaren 10 en 11 zullen proefstortingen uitgevoerd worden in het Gat van Ossensisse (Inloop van Ossensisse) en de Put van Hansweert van 1,0 Mm<sup>3</sup> per zone per jaar. Het hierboven gestelde tekort aan bergingsruimte zal zich daarom niet voordoen (op voorwaarde dat de proefstortingen effectief kunnen plaatsvinden). Desalniettemin wordt hierbij de aanbeveling gedaan om de maximale ruimte voor flexibel storten in de

<sup>6</sup> Dit is equivalent aan het transporteren van sediment van macrocel 6 naar macrocel 1, maar het storten in macrocel 1 van sediment dat is gebaggerd in macrocel 6 is niet toegestaan vanuit de vergunning.

hoofdgeulen van macrocel 4 en macrocel 5 (26,6 Mm<sup>3</sup> in SH41 en 6,3 Mm<sup>3</sup> in SH51) uit Tabel 3 van de Waterwetvergunning beschikbaar te stellen om eventuele tekorten aan stortcapaciteit in deze macrocellen en macrocel 6 op te vangen. Belangrijk om te vermelden is dat het totale (jaarlijkse) stortvolume uit de Waterwetvergunning, van onderhoudsspecie afkomstig van het onderhouden van de hoofdvaargeul, ook in dat geval niet zal worden overschreden.

#### **Verwachte ontwikkeling van de stortzones SH41 en SH51**

Om de impact van het gebruik van de stortcapaciteit uit tabel 3 van de vergunning op de hoofdgeulstortvakken SH41 en SH51 na te gaan, werden verschillende stortstrategieën gesimuleerd met het Dremo-model (Lanckriet *et al.*, 2017). Het Dremo-model werd gekalibreerd op basis van alle peilingen met voldoende dekking tot eind 2018, en voorspelt het toekomstige peilvolume over de periode 2019-2021. Er werden drie verschillende scenario's beschouwd (Tabel 4-2, Tabel 4-3):

- Scenario 1 (referentiesituatie), waarbij de in 2019-2021 voorziene proefstortingen (4,0 Mm<sup>3</sup>) worden uitgevoerd. Deze proefstortingen vinden niet plaats in SH41 en SH51, en zorgen daardoor voor een lager stortvolume in deze zones.
- Scenario 2, waarbij de capaciteit uit tabel 3 van de stortvergunning volledig wordt benut (4,9 Mm<sup>3</sup> + 1,4 Mm<sup>3</sup> extra capaciteit voor respectievelijk SH41 en SH51 over de gehele vergunningsperiode). Deze bijkomende capaciteit wordt gelijkmatig verdeeld in de tijd en toegevoegd aan de resterende capaciteit.
- Scenario 3, waarbij 4,0 Mm<sup>3</sup> van de capaciteit uit Tabel 3 wordt benut, ter vervanging van de 4,0 Mm<sup>3</sup> aan proefstortingen die in dit scenario niet worden uitgevoerd. Hiervoor wordt de maximale capaciteit benut op SH51 (1,4 Mm<sup>3</sup>) en de resterende 2,6 Mm<sup>3</sup> op SH41. Voor SH51 zijn scenario's 2 en 3 identiek.

*Tabel 4-2: Gesimuleerde stortscenario's SH41.*

Scenario	2019 (m <sup>3</sup> )	2020 (m <sup>3</sup> )	2021 (m <sup>3</sup> )	totaal (m <sup>3</sup> )
Scenario 1: Projectie met inzet proefstortingen (REF)	2 293 245	2 293 245	3 593 245	8 179 734
Scenario 2: Maximale inzet Tabel 3	4 359 911	4 359 911	4 359 911	13 079 733 <sup>7</sup>
Scenario 3: Projectie met Tabel 3 i.p.v. proefstortingen	3 593 245	3 593 245	3 593 245	10 779 734 <sup>8</sup>

<sup>7</sup> Het cijfer 13 079 733 m<sup>3</sup> wordt bekomen door de 4,9 Mm<sup>3</sup> uit Tabel 3 (het maximumvolume) op te tellen bij 8 179 734 m<sup>3</sup> uit scenario 1, en wordt gelijkmatig verdeeld over de jaren 2019, 2020 en 2021.

<sup>8</sup> Het cijfer 10 779 734 m<sup>3</sup> wordt bekomen door 2,6 Mm<sup>3</sup> uit Tabel 3 op te tellen bij 8 179 734 m<sup>3</sup> uit scenario 1, en wordt gelijkmatig verdeeld over de jaren 2019, 2020 en 2021.

*Tabel 4-3: Gesimuleerde stortscenario's SH51.*

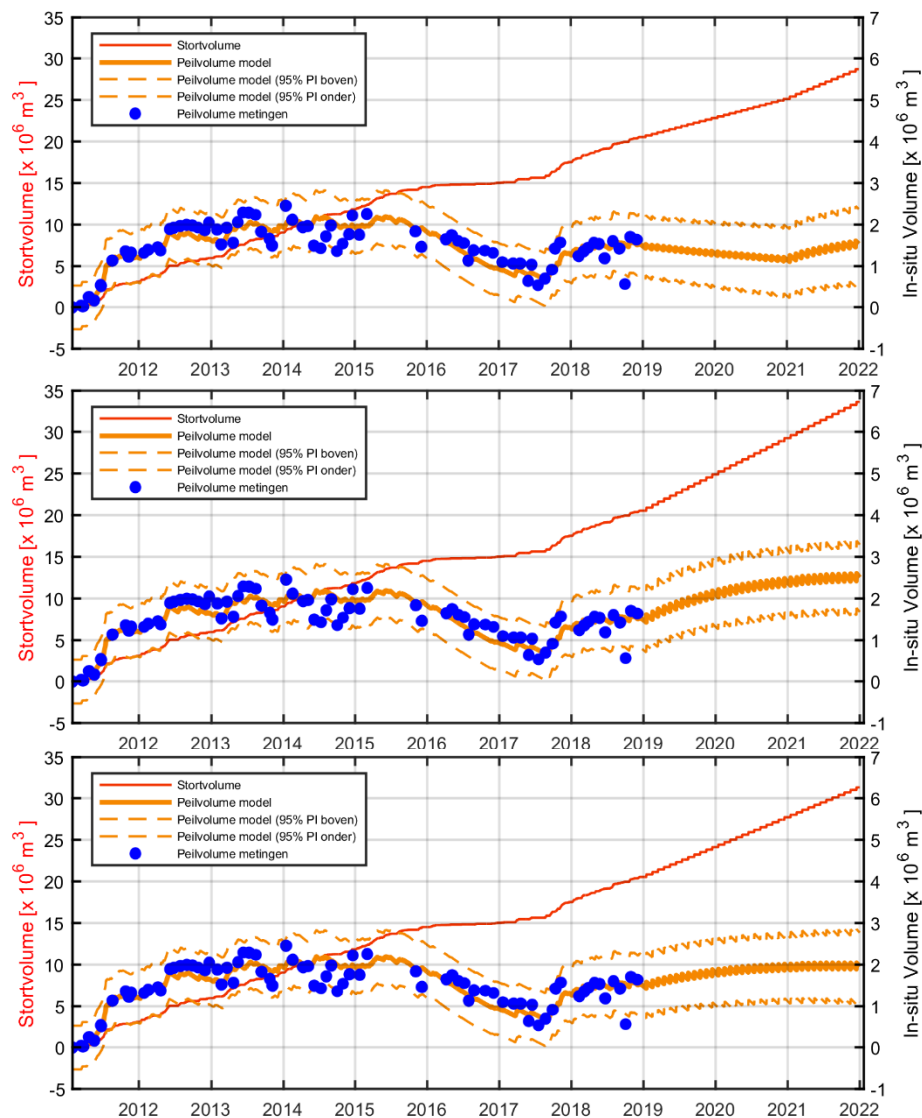
Scenario	2019 (m <sup>3</sup> )	2020 (m <sup>3</sup> )	2021 (m <sup>3</sup> )	totaal (m <sup>3</sup> )
Scenario 1: Projectie met inzet proefstortingen (REF)	543 992	543 992	1 243 992	2 331 976
Scenario 2/3: Maximale inzet Tabel 3	1 243 992	1 243 992	1 243 992	3 731 976 <sup>9</sup>

Uit de simulaties voor SH41 (Figuur 4-1) blijkt dat bij scenario 1, het peilvolume in SH41 in 2019-2020 zal afnemen (verdieping) en vervolgens in 2021 terug zal toenemen, waardoor het peilvolume ongeveer op hetzelfde niveau zal liggen als in 2018 (en dus lager dan het maximale peilvolume dat in 2013-2014 werd bereikt). Bij scenario 2 zal het peilvolume tegen eind 2021 evolueren naar een waarde die ca. 20% (ca. 0,4 Mm<sup>3</sup>) hoger ligt dan de maxima uit 2013-2014. Bij scenario 3 (het meest realistische scenario) evolueert het peilvolume in 2021 naar ongeveer hetzelfde niveau als de peilvolumes in 2013-2014, en blijft het daar stabiel.

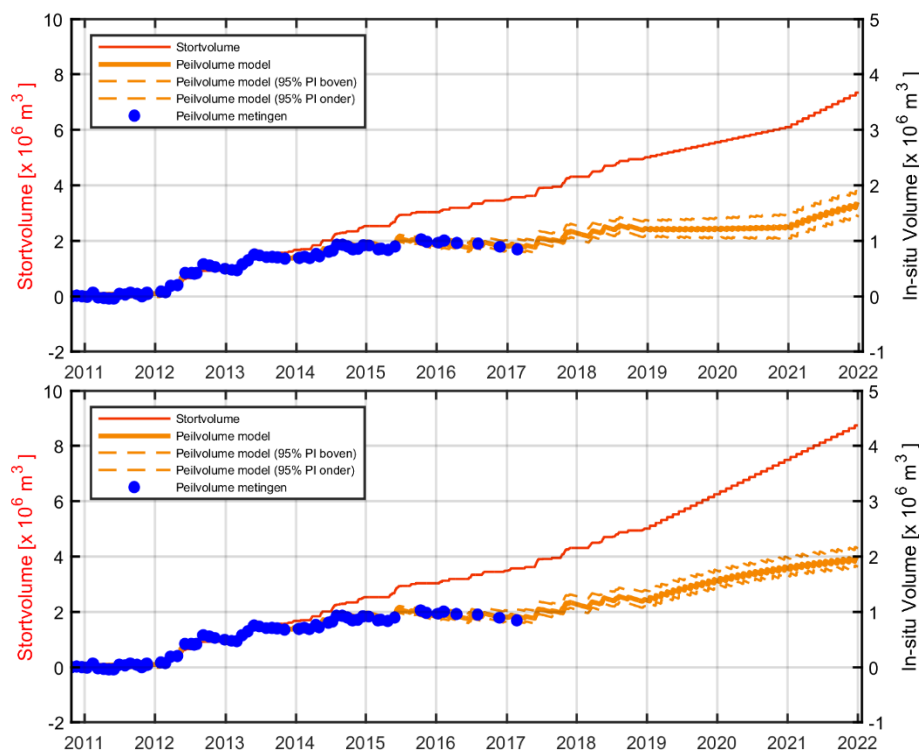
In SH51 (Figuur 4-2) blijft het peilvolume onder scenario 1 in 2019-2020 ongeveer constant, en neemt het in 2021 toe met ca. 33% (0,4 Mm<sup>3</sup>). Onder scenario 2/3 neemt het peilvolume toe met ca 90% (0,9 Mm<sup>3</sup>).

Uit deze simulaties blijkt dat het benutten van de stortcapaciteit uit tabel zullen leiden tot een peilvolume in SH41 dat niet hoger ligt dan eerder waargenomen niveaus. In SH51 zal het benutten van de stortcapaciteit uit tabel 3 wel leiden tot een hoger peilvolume dan eerder waargenomen, maar gezien de grote diepte van deze zone zal dit vermoedelijk niet leiden tot ongunstige effecten. In alle simulaties evolueert het peilvolume na enkele jaren naar een nieuwe evenwichtstoestand, waarbij de erosiesnelheid en de stortintensiteit aan elkaar gelijk zijn.

<sup>9</sup> Het cijfer 3 731 976 m<sup>3</sup> wordt bekomen door 1,4 Mm<sup>3</sup> uit Tabel 3 (het maximumvolume) op te tellen bij 2 331 976 m<sup>3</sup> uit scenario 1, en wordt gelijkmatig verdeeld over de jaren 2019, 2020 en 2021.



Figuur 4-1: Projectie van het peilvolume in hoofdgeulstortvak SH41 voor scenario's 1 (boven), 2 (midden) en 3 (onder).



Figuur 4-2: Projectie van het peilvolume in hoofdgeulstortvak SH51 voor scenario's 1 (boven), en 2/3 (onder).

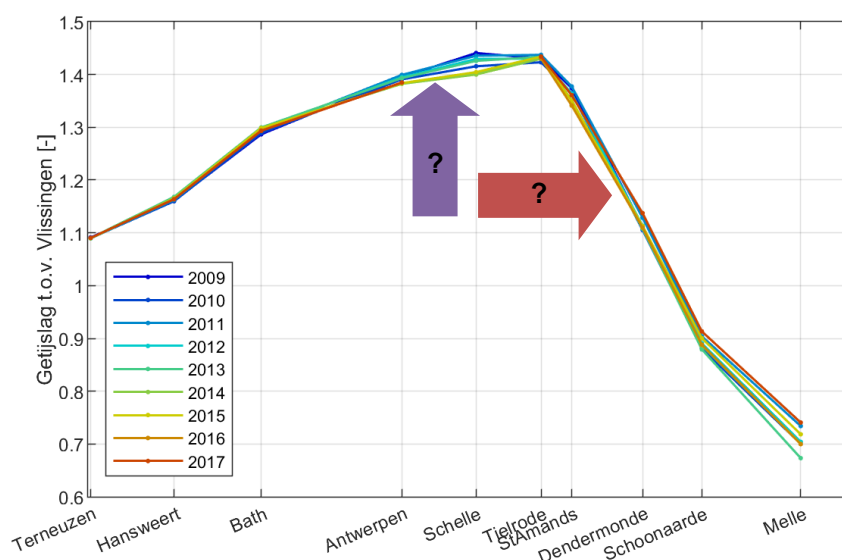
## 4.4 IMPACT OP HYDRODYNAMIEK

In het MER werd voorspeld dat de getijslag tegen 2015 zou zijn afgenomen ten opzichte van 2005 door de autonome ontwikkeling (zie sectie 2.2.2), en dat de verruiming en het flexibel storten slechts een beperkt effect (één of enkele centimeters) zou hebben ten opzichte van de autonome ontwikkeling (Consortium Arcadis-Technum, 2007e). Het MER ging er wel vanuit dat tegen 2015 de Hedwige-Prosperpolder zou zijn geopend (wat een reductie in de getijslag zou teweegbrengen) als deel van de autonome ontwikkeling, maar dat is in realiteit nog niet het geval.

Waarnemingen op de getijmeetposten geven aan dat de stijgende trend in de getijslag, die sinds meerdere decennia aan de gang is, op sommige locaties sinds ca. 2015 lijkt af te remmen (Figuur 3-20, Figuur 3-21) ten opzichte van de trendlijnen die zijn bepaald in het T2009-rapport voor de periode tussen de meest recente trendbreuk (in de jaren 1970) en 2009. Op de locaties Westkappele en Cadzand (in het mondingsgebied) is er geen afwijking van de T2009-trend in de getijslag; de getijslag was er steeds constant op lange termijn in is dat nu nog steeds. Vanaf Vlissingen tot Antwerpen liggen de waarden onder de T2009-trendlijn: tussen Vlissingen en Hansweert lijkt de vroegere stijgende trend (die relatief beperkt was in magnitude, zie Tabel 5-3 uit het datarapport) omgekeerd naar een lichte daling. Tussen Bath en Antwerpen is de vroegere stijgende trend (die groter is in magnitude) afgeremd, maar lijkt er nog steeds sprake van een stijging. Verder opwaarts, tussen Dendermonde en Melle, wordt geen afname van de stijgende trend in de getijslag waargenomen. De afwijking van de trend is op de meeste stations nog niet statistisch significant op het  $p < 0,05$ -niveau (behalve in Terneuzen, Figuur 3-20) en er zijn in het

verleden ook andere periodes geweest waarin de getijslag onder de trendlijn lag (bv. 2004-2007). Het is daarom nog te vroeg om te spreken van een trendbreuk, maar er kan wel worden gezegd dat er indicaties zijn van een mogelijke trendbreuk (enkele bijkomende meetjaren kunnen hier uitsluitel geven).

Het feit dat er in de opwaartse gebieden een stijging van de getijslag optreedt en in afwaartse gebieden een stagnatie (of eventueel een daling), kan mogelijk worden verklaard door de ruimtelijke vorm van de getijslag (Figuur 4-3), die wordt bepaald door de trechtervorm van het estuarium. Indien de huidige evolutie eerder een ruimtelijke verschuiving is van de getijcurve (rode pijl in Figuur 4-3), kan inderdaad een toename in de opwaartse gebieden en een stagnatie in de afwaartse gebieden worden verwacht, en dit is een ander gedrag dan wanneer de getijslag algemeen zou toenemen (paarse pijl in Figuur 4-3).



Figuur 4-3: Evolutie van de jaargemiddelde getijslag ten opzichte van Vlissingen.

Andere mogelijke invloedsfactoren voor de getijslag zijn gelinkt aan het morfologisch sedimentbeheer, en met name het storten in de diepe putten (sinds 2010) en de stopzetting van de zandwinning in de Westerschelde (sinds 2015). Van deze laatste twee maatregelen kan op fysische basis worden verwacht dat ze een daling in de getijslag genereren (dit was ook één van de doelstellingen), maar het is vanuit de data niet mogelijk om vast te stellen hoe sterk de impact van deze maatregelen afzonderlijk is. Modelonderzoek kan hier mogelijk meer inzicht brengen. Huisman *et al.* (2018) hebben een aantal variaties op de huidige stortstrategie gesimuleerd waarbij bijvoorbeeld meer zand werd gestort in de put van Hansweert; dit leverde een maximale daling van de getijslag van ca. 1 cm op. Schrijvershof en Vroom (2016) hebben meer extreme stortstrategieën gesimuleerd (bv. alle baggerspecie storten in de nevengeul van de Everingen); dit leverde een daling van de getijslag met ca. 10 cm op. De waargenomen afwijkingen in de getijslag bedragen ca. 5-10 cm en lijken dus te groot om enkel te wijten aan het storten in de diepe delen; mogelijk speelt het stopzetten van de zandwinning hier een rol. Daarnaast kunnen ook GGG-gebieden en ontpolderingen een reducerend effect hebben gehad op de getijslag. Onder de GGG's en ontpolderingen van de voorbije jaren vallen onder andere de ontpoldering bij Perkpolder in juni 2015 (deze is echter klein in oppervlakte ten opzichte van het getijvolume



op deze locatie in het estuarium) en de polders van Kruibeke (hier is een klein deel van het GGG geopend in april 2014, en is het volledige GGG-gebied geopend in juni 2017). Deze zones zijn dus ofwel te klein in relatie tot het getijvolume, ofwel te recent geopend, om de (hoofd-) verklaring te vormen voor de waargenomen ontwikkelingen in de getijslag.

De voortgaande toename van de getijslag in de bovenstroomse gebieden kan zijn veroorzaakt door lokale ontwikkelingen (bv. zandwinning en baggerwerken in de Boven-Zeeschelde), maar het valt niet uit te sluiten dat de verdiepingswerken als gevolg van de derde verruiming zich doorzetten naar de bovenstroomse gebieden, en zo een impact op de getijslag. Om dit verder te onderzoeken, wordt aanbevolen om de voortgangsrapportage uit te breiden naar de volledige Zeeschelde (zie sectie 5.1).

Er wordt ook opgemerkt dat de voortgaande toename van de verticale getijslag (m.a.w. de waterstanden) in de bovenstroomse gebieden gepaard gaat met een toename van het horizontale getij (debieten en stroomsnelheden) in de afwaartse gebieden indien alle andere parameters (bv. natte dwarsoppervlakte) constant blijven. Dit komt omdat meer water naar bovenstrooms moet worden verplaatst. Een toename van het horizontale getij heeft een impact op onder andere de zoutindringing en de locatie van het estuarien turbiditeitsmaximum (ETM).

## 4.5 IMPACT OP SLIBDYNAMIEK EN FYTOPLANKTON

### *Sedimentconcentratie, turbiditeit en chlorofyl a-gehalte in de Westerschelde*

In het MER werden geen significante effecten voorspeld op de sedimentconcentratie, turbiditeit en het chlorofyl a-gehalte in de Westerschelde<sup>10</sup>. De waarnemingen sinds de verruiming laten een gemengd beeld zien. In Vlissingen lagen de sedimentconcentraties in 2008 en 2015 (met een gemiddelde van 82 mg/l) hoger dan voorheen (gemiddelde van 47 mg/l). In 2016 en 2017 lagen de concentraties terug lager (gemiddeld 64 mg/l), dus er is geen sprake van een doorlopende stijging. Ook de lichtextinctie lag er hoger in 2008-2015, al is een vergelijking met de periode voordien moeilijk door de kortere tijdreeks. In Vlissingen bleef het chlorofyl a-gehalte sinds de jaren 1990 relatief constant. Het lijkt er dus op dat het toenemende slibgehalte in de zone rond Vlissingen geen impact heeft op de biomassa aan fytoplankton, al is er wel een mogelijke impact op de primaire productie, die naast lichtindringing ook afhangt van de biomassa en de beschikbaarheid van nutriënten. De verhoogde slibconcentratie in de waterkolom zou ook kunnen leiden tot een toename van het slibgehalte op de bodem en de verschorring op de Hoge Platen, omdat de schorren meer slib kunnen vangen uit het water. Dat de bodem op het centrale (niet-schor) gedeelte van de Hoge Platen slibrijker wordt, kan worden afgeleid uit de kwalitatieve waarnemingen van het lutumgehalte (sectie 6.3 van het datarapport) en uit de ecotopenkaarten, waar het bodemtype wordt afgeleid uit luchtfoto's (Figuur 3-38).

Op de meetlocaties Hansweert en Terneuzen vertoont de sedimentconcentratie en de lichtextinctie geen trend, maar er wordt wel een afname in het chlorofyl a-gehalte waargenomen (voornamelijk in de periode 1994-2012 gevolgd door een stagnatie). Deze

---

<sup>10</sup> Het meetpunt Schaar van Ouden Doel wordt bemeten als deel van de monitoring van de Westerschelde maar ligt dichtbij de Belgisch-Nederlandse grens, en vertoont een gedrag dat gelijkaardig aan de punten in de Beneden-Zeeschelde. Het wordt daarom samen met de Beneden-Zeeschelde besproken.

afname kan dus niet zijn veroorzaakt door het lichtklimaat, maar kan op zijn beurt wel mogelijk een impact hebben op de hogere trofische niveaus.

### ***Turbiditeit, primaire productie en baggerwerken in de Beneden-Zeeschelde***

Sinds ca. 2008-2009 wordt er een stijging van de sedimentconcentraties waargenomen in de Zeeschelde (met name in de zone van 100 tot 130 km van de monding, ruwweg tussen Weert en Appels), en ook een wijziging in de relatie tussen bovenafvoer en sedimentconcentratie<sup>11</sup> (Cox *et al.*, 2015; Maris en Meire, 2017; IMDC, 2017b). In de Beneden-Zeeschelde is deze stijging (met name in de nabijheid van de stortzones) gelinkt aan de bagger- en stortactiviteiten van slib (IMDC, 2016), en heeft deze mogelijk een impact op de primaire productie en de biomassa aan fytoplankton.

Sinds 2015 wordt er in de metingen van chlorofyl a van de grens tot Kruibeke geen algenbloei meer waargenomen (Figuur 3-65, zie ook Figuur 7-15 van het datarapport). In de meetpunten Schaar van Ouden Doel, Grens, Liefkenshoek, en Punt van Melsele werden vooral in de periode 2008-2014 sterke voorjaarsbloeiën waargenomen, maar de waarden die na 2014 worden waargenomen zijn nog steeds beduidend lager dan in de periode voor 2008. In de meetpunten Antwerpen en Kruibeke werd sinds het begin van de metingen in 2002 steeds een voorjaarsbloei waargenomen, tot deze vanaf 2015 niet meer optrad. In het meest recente OMES-jaarrapport (Maris en Meire, 2017) werd, naast een afname in chlorofyl a, ook een afname in de primaire productie gerapporteerd in deze zone. Het uitblijven van de voorjaarsbloei en het algemeen lager liggen van de chlorofyl a-waarden in deze zone is een negatieve ontwikkeling.

De sedimentconcentratie (Figuur 3-59) en de lichtextinctie (Figuur 3-64) zijn in de periode sinds ca. 2009 hoger dan in de periode voor 2009, maar binnen de periode 2009-2017 werd geen verdere stijging van de sedimentconcentratie waargenomen en de waarden van 2016 en 2017 lagen zelfs laag in vergelijking met de voorgaande jaren. Het uitblijven van een algenbloei sinds 2015 kan dus niet worden verklaard door een verdere toename van de turbiditeit in deze jaren.

Er zijn met andere woorden twee fenomenen waarvoor nog geen verklaring voor beschikbaar is, namelijk (1) de gewijzigde relatie tussen sedimentconcentratie en bovenafvoer sinds ca. 2008-2009 (zie Figuur 3-60), en (2) het optreden en weer verdwijnen van een algenbloei 2008-2014 in het deel van het estuarium (grensgebied) met de meest ongunstige lichtcondities, gevolgd door een sterke afname in de biomassa fytoplankton en de primaire productie vanaf 2015 aldaar (zelfs in vergelijking met de periode vóór 2008). Een mogelijke (speculatieve) verklaring voor dit tweede fenomeen is dat het systeem sinds de toename van de turbiditeit in 2009 dichtbij de grens van haar draagkracht lag, en dat de ontwikkelingen sinds 2015 hiervan het gevolg zijn (Kromkamp *et al.*, 2014). In elk geval kan er worden geconcludeerd dat er nog onzekerheden zijn omtrent de impact van slibdynamiek op fytoplankton; dit komt ook door het gebrek aan volledige data van primaire productie in deze zone.

Het baggervolume aan slib, dat in twee richtingen (zowel als oorzaak en als gevolg) gerelateerd is aan de sedimentconcentratie, lag in 2016 en 2017 hoger dan in 2015, maar lager dan in 2012-2014 (Figuur 3-5). In het MER werd voorspeld dat er meer slib zou gaan

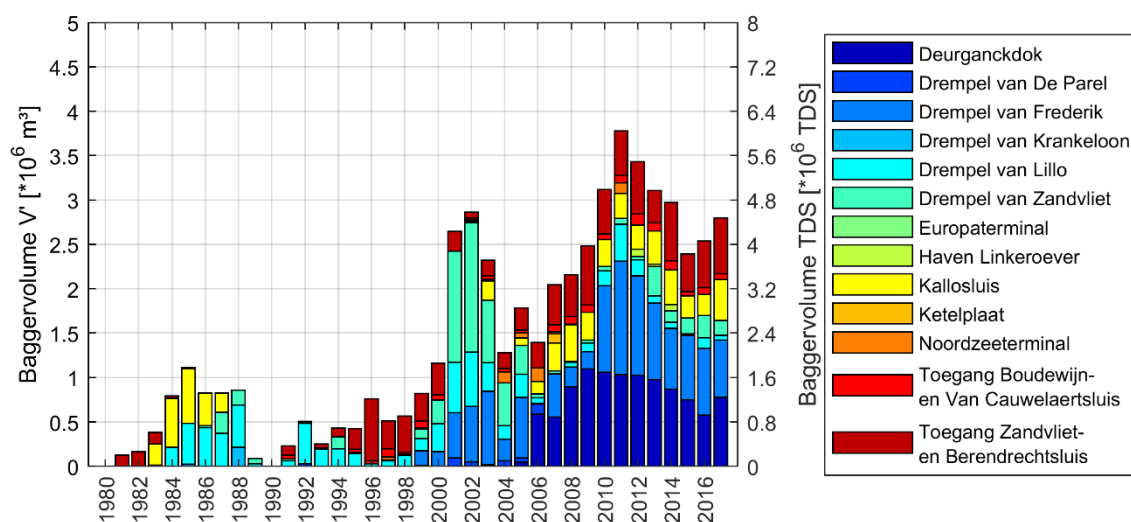
---

<sup>11</sup> De vraag wat er precies is gewijzigd in de relatie tussen sedimentconcentratie en bovenafvoer, en de periode en de mogelijke oorzaken van de wijziging, zijn het voorwerp van verder onderzoek. Voor meer achtergrond wordt verwezen naar het OMES-rapport 2016 (Maris en Meire, 2017)

sedimenteren aan onder andere 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 (zie ook sectie 2.1). 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). In realiteit is het moeilijk om vast te stellen wat de impact van de verruiming was op het baggervolume aan slib, omdat er verschillende ontwikkelingen kort na elkaar hebben plaatsgevonden:

- Het Deurganckdok werd in 2005 geopend, maar was pas in 2008 volledig uitgebaggerd. In functie hiervan werd in 2003-2004 ook het interventiepeil op de Drempel van Frederik verlaagd van 13,00 m naar 13,30 m GLLWS (Gemiddelde Laagste LaagWaterstand bij Springtij);
- De aanlegbaggerwerken voor de derde verruiming in de Beneden-Zeeschelde vonden gespreid plaats in de periode 2008 tot 2010. Onder meer op de Drempel van Frederik werd het interventiepeil verlaagd naar 14,50 m LAT (Laagste Astronomisch Tij);
- Het Deurganckdok werd na de opening op een kleinere diepte dan de aanlegdiepte onderhouden, zodat dit initieel functioneerde als een slibvang (hierdoor is minder gebaggerd in Deurganckdok en in de nabijgelegen zones). In 2011 werd de onderhoudsdiepte verlaagd naar de aanlegdiepte en werd een inhaalbeweging uitgevoerd in de baggerwerken; dit leidde tot hogere baggervolumes in zowel Deurganckdok als in de nabije zones. Opvallend is dat ook op de Drempel van Frederik de baggervolumes sterk hoger lagen in 2011; dit heeft mogelijk te maken met verhoogde sedimentconcentraties als gevolg van het extra baggeren en storten (zie Figuur 7-6 van het datarapport).

Om het effect van deze laatste ontwikkeling (het 'uitgesteld' baggeren in Deurganckdok in 2011) te verwijderen wordt in Figuur 4-4 een fictief alternatief verloop van het baggervolume aan slib weergegeven. Hierin is het volume in 2011 met 400 000 m<sup>3</sup> V' verlaagd in Deurganckdok en met 600 000 m<sup>3</sup> V' op de Drempel van Frederik, en deze vermindering is uitgespreid over de voorgaande jaren 2007-2010 zodat het totale baggervolume in de figuur constant blijft.



Figuur 4-4: Fictief verloop van onderhoudsbaggervolume slib in de Beneden-Zeeschelde, waarbij volumes uit 2011 gedeeltelijk zijn verschoven naar 2007-2010.

Uit Figuur 3-5 en Figuur 4-4 kunnen de volgende zaken worden afgeleid:

- De Drempel van Frederik is slibrijker geworden sinds de derde verruiming (dit blijkt ook duidelijk uit Figuur 3-11). Het totale onderhoudsvolume is er ook toegenomen;
- In Deurganckdok liggen de baggervolumes de laatste jaren licht lager; dit is mogelijk een gevolg van de derde verruiming. Ook de aanleg van de Current Deflecting Wall (CDW) in 2011 heeft hier mogelijk een (klein) effect;
- Aan de sluistoegangen is geen afname in het baggervolume zichtbaar (zoals voorspeld in het MER), maar eerder een toename;
- De totale baggervolumes aan slib liggen in de periode sinds ca. 2008 hoger dan voorheen. De aanleg van het Deurganckdok en de derde verruiming hebben dus niet louter voor een verschuiving van het aanslibbingsvolume gezorgd, maar ook voor een toename. Als gevolg liggen de baggervolumes slib hoger dan wat in het MER werd voorspeld (Tabel 3-7).

## 4.6 IMPACT OP FAUNA

### Schelpdieren

Schelpdieren (kokkels en nonnetjes) vormen een belangrijke schakel in de ingreep-effectketens, en zijn een belangrijke indicatorsoort om het succes van het flexibel storten aan af te meten. Enerzijds bevinden schelpdieren zich vooral op de laagdynamische intertidale gebieden (waarvan de creatie het doel was bij de plaatrandstortingen) en voeden ze zich met fytoplankton (eencellige algen), anderzijds zijn schelpdieren een belangrijke voedingsbron voor vogels, vissen en andere predatoren zoals krabben en garnalen. Ze hebben in het bijzonder een belangrijke functie als voedsel voor wadvogels, die vooral in de winter voor hun overleving afhankelijk zijn van voldoende kokkels en mosselen (CBS *et al.*, 2014). In de Westerschelde gaat dit vooral over de scholekster *Haematopus ostralegus*, en verder de kanoet (*Calidris canutus*) en de zilvermeeuw (*Larus argentatus*)

De dynamiek in de kokkelpopulatie is groot, zowel in de Westerschelde als in de Oosterschelde en de Waddenzee. Sinds 1992 vertoont de kokkel een dalende trend in de Westerschelde, met densiteitspieken (broedvallen) in 1998, 2004 en 2011, steeds gevolgd door een verdere gestage daling in densiteit. Een goede broedval komt sinds de start van de metingen typisch om de 6 à 8 jaar voor in de Nederlandse kustwateren (Troost, 2018). In de Westerschelde is in 2010 voor het laatst een broedval van enige betekenis geweest, die mogelijk het gevolg was van een koude winter met minder predatie. Door het uitblijven van een broedval van betekenis sindsdien blijft het bestand in de Westerschelde onveranderd laag (Troost *et al.*, 2017). Grote schommelingen in het kokkelbestand worden daarnaast ook veroorzaakt door predatie in het larvale stadium en door strenge winters waarin grote sterfte kan optreden (Troost *et al.*, 2012; van der Heide *et al.*, 2014; CBS *et al.*, 2015). De kans op een goede broedval zou na strenge winters groter zijn, zoals na de strenge winter van 1996 en 2011 (Beukema, 1992 in Troost *et al.*, 2012); mogelijk is de afwezigheid van een strenge winter een verklaring voor het uitblijven van een nieuwe broedval.

De verdere daling van het totale kokkelbestand sinds 2009 (afgezien van de waargenomen densiteitspiek in 2011 en 2012 na de goede broedval van 2010) kan niet aangeduid worden als bepalende factor van de derde verruiming aangezien hier reeds sprake was van een vooraf bestaande trend. In Wijsman & Kesteloo (2007), een onderzoek in het kader van het MER, werd ook slechts een beperkte invloed van de verruiming op de kokkels verwacht, die bovendien minimaal is in vergelijking tot de grote jaarlijkse variatie van de kokkelbestanden. In de Westerschelde zijn er ook een aantal gebieden permanent voor de visserij gesloten. Ondanks deze maatregelen hebben de kokkelbestanden zich (nog) niet hersteld.

Het nonnetje toont een positieve trend in de Westerschelde sinds de jaren '90 voor de densiteit en voorkomen, maar blijft sinds 2000 redelijk stabiel. Voor de biomassa is sinds 2014 een afname zichtbaar. De gemiddelde massa is afgenomen sinds de eind jaren '90. Ook deze soort is een belangrijke voedselbron voor watervogels en (epi)benthische organismen.

De ontwikkelingen voor beide schelpdiersoorten kunnen geïnterpreteerd worden als deel uitmakend van een grote natuurlijke dynamiek die wordt beïnvloed door het succes van de broedval, de strengheid van de winter en de eventuele visserij. Ook de primaire productie speelt een zeer belangrijke rol, gezien kokkels en nonnetjes zich voeden met fytoplankton. In de zone rond Terneuzen-Hansweert, waar een afname van het chlorofyl a-gehalte wordt waargenomen (zie sectie 4.5), kan er eventueel een impact zijn op de schelpdieren, maar in de zone rond Vlissingen, waar het chlorofyl a-gehalte constant is, niet.

Opvallend is de daling van het aantal kokkels ter hoogte van Hooge Platen. Tijdens de laatste densiteitspiek in 2011 werd deze soort hier bijna niet meer waargenomen, terwijl op de platen in het midden van de Westerschelde de piek nog wel zichtbaar was (Figuur 3-75). Door het verhogen en verschorren van deze plaat is het geschikte areaal voor deze soort sterk afgenomen. Ook zijn de plaatranden steiler geworden en is er een toename in het slibgehalte waargenomen op bepaalde zones van de plaat. Gezien kokkels enkel voorkomen in het westen en midden van de Westerschelde kan het wegvallen van Hooge Platen als geschikt habitat een significante afname van de populatie betekenen.

Globaal gezien kan er geen impact van de verruiming of het flexibel storten op de schelpdieren worden vastgesteld, omdat de dalende trend in het kokkelbestand reeds voor

de verruiming aan de gang was, en ook buiten de Westerschelde optreedt. De daling op de Hooge Platen Noord is wel een belangrijke evolutie omdat deze sterker is dan de naastliggende platen. Deze daling is waarschijnlijk gelinkt aan het hoger, steiler en slibrijker worden van deze plaat. Een link met het flexibel storten in deze zone kan daarom niet uitgesloten worden.

### **Benthos**

Naast schelpdieren zijn ook andere bodemdieren een zeer belangrijke voedselbron voor vissen en vogels. De grootste gemiddelde biomassa en soortenrijkdom wordt aangetroffen in het laagdynamisch litoraal van de Westerschelde. Uit het rapport Ecologische Validatie Plaatrandstortingen blijkt het belang van de laagdynamische plaatdelen (Schellekens en Vanagt, 2018a). Zo was er een andere soortensamenstelling van bodemdieren, was er meer biomassa en grotere aantallen bodemdieren in laagdynamisch areaal en waren er meer vogels die foerageerden op het laagdynamisch litoraal. Ook is er mogelijk meer jonge/kleine vis in het laagdynamisch sublitoraal. De meer dynamische zandbanken herbergen een geheel andere, minder rijke bodemfauna. Volgens onderzoek van Schellekens en Vanagt (2018b) wordt het verschil tussen ecotopen groter naarmate men hoger op de plaat zit, van laag- naar hooglitoraal. Verschillen per plaat per jaar zijn het grootst tussen slibrijk laagdynamisch en hoogdynamisch litoraal. Slib is daarmee een sterk onderscheidende variabele om de grote van het verschil tussen hoog- en laagdynamisch litoraal aan te geven. Ook door de relatieve stabiliteit van het laagdynamisch areaal ten opzichte van hoogdynamisch areaal, krijgen onder andere schelpdieren een grotere mogelijkheid om zich voor langere duur te vestigen.

Er zijn over het algemeen geen duidelijke temporele of ruimtelijke trends zichtbaar in de gemiddelde biomassa en soortenrijkdom van het benthos in de periode 1992-2017, rekening houdend met de grote variabiliteit in de data (een gemeenschapsanalyse kan mogelijk meer inzicht brengen, zie aanbevelingen in sectie 5.2). Ook in het MWTL rapport van 2017 door Duijts *et al.* (2018) wordt er geen trend in de soortenrijkdom waargenomen. Wel zou de gemiddelde dichtheid sinds 2009 en biomassa sinds 2014 in de gehele Westerschelde zijn gestegen (Duijts *et al.*, 2018). Hierbij moet worden opgemerkt dat er in deze analyse geen onderscheid wordt gemaakt tussen verschillende ecotopen, terwijl het aantal stalen in het laagdynamisch areaal zijn toegenomen sinds 2009 ten koste van het hoogdynamisch sublitoraal. In het MWTL rapport 2016 (Verduin *et al.*, 2018) worden de trends wel per ecotoop geanalyseerd en wordt een geleidelijke toename van de biomassa van bodemdieren in het brakke litoraal waargenomen. Deze toename komt vooral door de toename van schelpdieren (m.n. *Limecola balthica* en *Scrobicularia plana* en *Mya arenaria*) en wormen op de platen.

In het MER werd als gevolg van het storten op de plaatranden een toename verwacht in het laagdynamisch litoraal, wat ook de doelstelling was van het flexibel storten. Het laagdynamisch areaal in de gehele Westerschelde is tussen 2010 en 2016 wel met 104 ha toegenomen, wat een toename in het potentieel habitat voor het benthos kan betekenen. Ten opzichte van 2015 was er echter een afname van 59 ha laagdynamisch areaal, voornamelijk te wijten aan de morfologische veranderingen op Hooge Platen waarbij de plaatranden grotendeels hoger en slibrijker werden en uiteindelijk verschorren.

Er kan dus geconcludeerd worden dat er vanuit de metingen geen impact van de verruiming en het flexibel storten op het benthos kan worden vastgesteld. Wel is er mogelijk



een positieve, indirecte invloed door de toename van het laagdynamisch areaal, al staat deze toename sinds 2015-2016 onder druk.

### **Niet-broedvogels**

Uit de analyse van de niet-broedvogels volgt dat er in de Westerschelde voor heel wat soorten een negatieve trend in de populatieomvang bestaat, die veelal reeds ingezet was voor de verruiming, in sommige gevallen al in de jaren '80. Op korte termijn zijn deze afnames volgens Sovon echter meestal niet significant. Ook 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, 2018). Desalniettemin kan niet ontkend worden dat de afname van de vogelpopulatie een feit is. Dit wordt ook bevestigd door de recente analyse van Arts *et al.* (2018b): sinds een piek in 2000/2001 – 2002/2003 is het aantal vogeldagen van watervogels gehalveerd in de Westerschelde.

De steltlopers, een belangrijke bentivore groep voor het estuarium, gaan sterk achteruit, met uitzondering van de wulp. Sovon (2018) en van der Winden *et al.* (2017) geven aan dat kluut, scholekster, strandplevier, tureluur, zilverplevier en zwarte ruiters ook op Nederlandse schaal achteruit gaan. Opmerkelijk is dat sommige soorten op landelijke schaal gelijk blijven of vooruit gaan, terwijl in de Westerschelde juist een afname wordt waargenomen zoals bij de bontbekplevier en goudplevier. Mogelijk is er sprake van een (gedeeltelijke) herverdeling van de vogels over het Deltagebied en Nederland (T2015 Consortium, 2018a).

Belangrijker zijn de recente afnames van drieteenstrandloper, kanoet, kievit en kluut, waar langer geleden sprake was van een toename van de seizoensgemiddelden. De afname in de populatie is echter ook op landelijk niveau zichtbaar, zoals bij de kluut en kievit (Sovon, 2018). De oorzaak van deze achteruitgang kan daarom niet rechtstreeks worden gekoppeld aan de effecten van de recente ingrepen in de Westerschelde.

De soorten waarvoor in de Passende Beoordeling een (niet-significant beoordeelde) achteruitgang werd voorzien (tureluur, zwarte ruiters en groenpootruiter), zijn er effectief (verder) op achteruit gegaan, na een maximum in de tellingen rond 2000. De achteruitgang is echter ook op Nederlandse schaal waargenomen, waardoor deze achteruitgang niet rechtstreeks gekoppeld kan worden aan de verruiming. Temeer omdat in het MER de achteruitgang gekoppeld was aan een aantasting van het voor deze soorten belangrijke luwe en daarom potentieel slibrijke en lang droogvallende gebied en dat dit in de waarnemingen niet heeft plaats gevonden.

Lokale veranderingen in de Westerschelde zullen de geschiktheid als leef- of foerageergebied voor niet-broedvogels in belangrijke mate beïnvloeden. Ten eerste is het openstellen van buitendijkse wegen voor recreanten en dijkwerkzaamheden een gegeven dat voor veel verstoring van vogels zorgt (Arts *et al.*, 2017, 2018b). Ten tweede is zowel kwantiteit als kwaliteit bepalend voor de geschiktheid van de Westerschelde als leefgebied voor de niet- broedvogels, en kan dit per soort variëren. Enkele algemene ontwikkelingen die worden waargenomen, kunnen wel worden doorvertaald naar leefgebied. Uit onderzoek van Vanoverbeke en Van Ryckegem (2015) blijkt dat het aantal foeragerende steltlopers toeneemt met het areaal laagdynamisch litoraal en met een toenemende spreiding in droogvalduren binnen de laagdynamische zone. Zoals eerder reeds vermeld is het laagdynamisch areaal in de Westerschelde sinds 2010 in zijn geheel toegenomen met 104 ha, al is het laagdynamisch litoraal met een droogvalduur tussen 30 en 70% wel afgenomen met 37 ha (Figuur 3-81). Ook een aantal plaatrandstortzones kennen een positieve ontwikkeling, met het ontstaan van nieuw laagdynamisch litoraal. De relatie

tussen de plaatrandstortingen en ophogingen van platen is echter een aandachtspunt. Het ophogen, wanneer dat in een verder stadium leidt tot omzetting van laagdynamisch areaal naar pionierschor en uiteindelijk schor (zoals op Hooge Platen), heeft als resultaat dat het foerageerareaal afneemt.

Er dient ook een onderscheid gemaakt te worden tussen grote en kleine steltlopers. De kleine steltlopers, zoals de drieteenstrandloper en de bontbekplevier, stellen in vergelijking met de grote steltlopers veel hogere eisen aan een gebied qua foerageertijd (Bouwmeester, 2014; Vanoverbeke en Van Ryckegem, 2015). Daarmee kunnen de kleine steltlopers fungeren als signaalsoorten. Wanneer er veel kleine steltlopers foeragerend gezien worden in een bepaald gebied, dan betekent dit, dat dit gebied een zeer waardevolle plek is voor steltlopers. De grote soorten hebben minder foerageertijd nodig en kunnen daardoor in veel meer gebieden voorkomen. Vanoverbeke en Van Ryckegem (2015) stellen dat het belang van oppervlakte laagdynamisch litoraal is onafhankelijk van de grootte van de foeragerende steltlopers. In tegenstelling tot de oppervlakte is de nood aan voldoende spreiding in droogvalduren in de laagdynamische zones wel afhankelijk van de grootte van de soorten. Hun analyse bevestigt dat vooral kleine soorten steltlopers (< 0,5 kg) gevoelig zijn voor de spreiding in droogvalduren.

Het omzetten van bijkomend of nieuw laagdynamisch areaal vergt ook een kolonisatie van de gebieden alvorens ze nuttig kunnen worden ingezet als foerageergebied voor benthivore vogels. Deze ontwikkelingen worden in detail bestudeerd binnen de opdracht Ecologische Validatie Plaatrandstortingen (Schellekens en Vanagt, 2018b). Uit dit rapport blijkt dat laagwatertellingen duidelijk maken dat er op elke plaat beduidend meer gefoerageerd wordt op laagdynamisch litoraal dan op het hoogdynamisch litoraal. Er kon echter niet vastgesteld worden dat het verschil in vogelbezoeken een direct gevolg is van het beschikbare voedsel. Voedsel lijkt niet de beperkende of bepalende factor voor vogelbezoek. Mogelijk zijn, naast verstoring, de fysische factoren die ecotopen vormen (beschutting, sediment, golfslag) van grotere invloed op vogelbezoek.

Er bestaat een vermoeden dat de achteruitgang van het kokkelbestand een rol speelt in de achteruitgang van de scholekster, hoewel andere factoren, zoals het verdwijnen van wadplaten en nestpredatie, ook een rol kunnen spelen (Sovon, 2018). Door de verschorring, die op Hooge Platen Noord zorgde voor een afname van geschikt areaal voor de kokkel, kan de achteruitgang van de scholekster op deze locatie een gevolg zijn van de plaatrandstortingen. Echter, op schaal van de populatie volgt de achteruitgang van de scholekster eerder de Nederlandse trend.

### **Broedvogels**

De broedvogels kennen de laatste 10 jaar in de Westerschelde veelal een wisselende trend. Voor de grote stern en dwergstern is er na een sterke daling enkele jaren geleden opnieuw een herstel van de populatie zichtbaar. De visdief gaat echter sinds 2012 weer achteruit in de Westerschelde en het Deltagebied na een aanzienlijke groei in de 2 decennia ervoor. De grote stern en de visdief behalen in de periode 2012-2017 nooit de instandhoudingsdoelstellingen, de dwergstern wel sinds 2013.

Belangrijke ontwikkelingen voor de sternen in het estuarium zijn de mogelijke broedplaatsen en de mogelijkheid tot jagen. De dwergstern en visdief zijn afhankelijk van foerageerplaatsen vlakbij hun broedplaats, terwijl de grote stern eerder in de Voordelta en de monding van de Westerschelde zal jagen. In het westen van de Westerschelde behoort Hooge Platen tot één van de belangrijkste broedplaatsen voor grote stern, visdief en

dwergstern naast de kokmeeuw en zwartkopmeeuw. De westelijke duinen van de Hooge Platen zijn de voorbije jaren echter sterk afgeslagen en het overspoelingsrisico is er toegenomen. Deze veranderingen kunnen dan ook een negatieve invloed hebben op de broedgelegenheid en het broedsucces van stern en meeuwen. Daarnaast heeft ook het verdwijnen van ondieptes en luwe zones met relatief geringe stroomsnelheden mogelijk een negatieve invloed, gezien deze een kraamkamer voor vis zijn. In het oosten van de Westerschelde was het Verdrongen Land van Saeftinghe een belangrijke broedplaats voor de visdief.

Een aandachtspunt voor de zichtjagende soorten is de jaargemiddelde sedimentconcentratie. Het westen van de Westerschelde is voor onder meer de stern een belangrijk foerageergebied waar doorzicht tijdens het broedseizoen een kritieke factor is. Sinds 2013-2014 lijkt op alle locaties in de Westerschelde (Vlissingen, Terneuzen boei 20, Hansweert geul) een afname van de lichtextinctie plaats te vinden (zie sectie 4.5), wat het vangstsucces van stern ten goede moet komen.

Op Hooge Platen heeft zich ook een ontwikkeling van pionierschor richting schorvegetatie voorgedaan, welke mogelijk het gevolg is van de plaatrandstoringen. Dit type habitat is echter minder geschikt voor vogelsoorten als bontbekplevier, strandplevier, dwergstern en kluut (T2015 Consortium, 2018a). Kustbroedvogels zijn immers afhankelijk van dynamische gebieden waar regelmatig nieuwe broedlocaties ontstaan. Ook in het oosten van de Westerschelde heeft zich een vergelijkbare ontwikkeling voorgedaan.

Langs de Westerschelde zijn er de laatste jaren op verschillende plaatsen natuurontwikkelingsprojecten geweest die potentieel bieden als broedplaats, waar soorten als plevieren en kluten van hebben geprofiteerd (Arts *et al.*, 2018a). Voor de kluut en bontbekplevier was er in 2016 en 2017 opnieuw een sterke toename zichtbaar na een dieptepunt in hun aantallen. Ook de instandhoudingsdoelstellingen worden deze jaren opnieuw gehaald bij beide soorten. Volgens onderzoek van Schekkerman *et al.* (2017) heeft de bontbekplevier in de Westerschelde een relatief hoog gemiddeld broedsucces in vergelijking met de rest van het Deltagebied. Het aantal broedparen van de strandplevier blijft echter achteruit gaan, vergelijkbaar met de rest van het Deltagebied. De instandhoudingsdoelstellingen zijn de periode 2012-2017 niet meer behaald.

Ten slotte kan er nog worden opgemerkt dat natuurontwikkelingsgebieden met het verouderen veelal weer ongeschikt worden, waardoor ook plevieren en kluten weer verdwijnen indien er geen gepaste beheersmaatregelen worden genomen (Arts *et al.*, 2018a; T2015 Consortium, 2018b). Ook verstoring door recreatie en het aanleggen van wegen op dijken maakt broedplaatsen minder geschikt. Strucker *et al.* (2015) bevelen aan om het aantal geschikte gebieden voor broedende grote sterns te vergroten in zoute (getijde)wateren, met voorkeur op eilanden.

Op ruimere schaal vormt ook predatie een probleem (bv. vossenpredatie van de Zeebrugge kolonie en het Verdrongen Land van Saeftinghe). De lichte achteruitgang van de visdief in het Verdrongen Land van Saeftinghe zoals aangegeven in het MER en de Passende Beoordeling (zie sectie 2.2.5) heeft zich dus effectief voorgedaan, al is de oorzaak voornamelijk te wijten aan predatie. Voor het eerst sinds 2013 werden er in 2017 wel opnieuw 60 broedparen van de visdief geteld in dit gebied.

## Zeehonden

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 verstelling van platen zorgt er dus voor dat de beschikbaarheid van rustgebieden (rusten, zogen, verharen) geen beperkende factor is voor de groei van de populatie. Hoewel de plaatrandstortingen op een aantal plaatsen groei van het litoraal bewerkstelligen, treedt er op andere platen juist een verhoging van de platen en daarmee een verstelling van het talud op, zoals bij de Hooge Platen Noord, waar ook sporadisch zeehonden worden. Hierdoor blijven geschikte rustplaatsen voor de gewone zeehond beschikbaar. 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.

Uit de 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 13 individuen per jaar. Deze stijging is voornamelijk zichtbaar in het midden en westen van de Westerschelde, maar in 2016 vond er ook in het oosten een stijging plaats. Het verwachte significant negatief effect ter hoogte van de Zimmermangeul en de Plaat van Valkenisse op middellange termijn (2015) beschreven in de Passende Beoordeling (Consortium Arcadis-Technum, 2007b), heeft zich dus niet voorgedaan. Mogelijk is dit mede te danken aan de getroffen mitigerende maatregelen door het betreffende stortvak SN51 te verkleinen.

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. Door het ontbreken van recente gegevens over de voedselsamenstelling van de zeehond in de Westerschelde is niet met zekerheid te zeggen of de ontwikkeling van de visstand in de Westerschelde van invloed is geweest op de ontwikkeling van de gewone zeehond in het gebied (T2015 Consortium, 2018a). Anderzijds is geweten dat zeehonden behoorlijke afstanden zwemmen voor hun voedselvoorziening en dat de populatiegroei vooral voortkomt uit de algemene toename van de Deltapopulatie.

In de Westerschelde is er geen sprake van een populatie grijze zeehonden en deze wordt ook niet verwacht aangezien grijze zeehonden een voorkeur hebben voor rotsige kusten bij open zee.

## 5. ADVIEZEN

### 5.1 ADVIES STORTSTRATEGIE

Het Protocol Flexibel Storten stelt dat in het Voortgangsrapport op basis van de waargenomen ontwikkelingen binnen de monitoring voorstellen worden gedaan voor eventuele aanpassing van de stortstrategie, de monitoring of het nader onderzoek.

#### *Het proces*

**Het belangrijkste advies is om de stortstrategie “Flexibel Storten” in de toekomst verder door te zetten, alsook de monitoring ervan en het bijhorende overlegproces.**

De cyclus van maandrapporten, de toetsing, het jaarlijkse statusrapport en de tweejaarlijkse voortgangsrapportage staan toe de bepalingen uit de vergunning toe te passen en desgewenst te voorzien van de nodige bijstellingen. Ook het Overleg Flexibel Storten werkt met het doel waarvoor het is opgericht: op basis van de monitoringgegevens vanuit MONEOS-T wordt bijgestuurd waar nodig in de bagger- en stortstrategie, binnen de randvoorwaarden van de vergunning. Vanuit het Overleg Flexibel Storten worden proefstortingen, bijkomende monitoring en ander bijkomend onderzoek opgestart en geëvalueerd. Als resultaat hiervan kan een reeks belangrijke realisaties genoteerd worden, waaronder het bewaken van de grenswaarden in het kader van de kwaliteitsparameters, de ontwikkeling van het laagdynamisch waardevol ecologisch areaal en het beperken van stortingen in verschillende zones die een ongunstige morfologische evolutie vertoonden, met het oog op diezelfde kwaliteitsparameters.

Door de auteurs en de geconsulteerde experts wordt echter wel gesuggereerd dat het aangewezen is om de zesjaarlijkse inventarisatie van de toestand van de Schelde (T2009, T2015) en de voortgangsrapportage beter op elkaar af te stemmen, en hiervoor dient de scope van de voortgangsrapportage beter te worden afgebakend. Eén voorbeeld hiervan is dat indien het doel van de voortgangsrapportage is om de effecten van de derde verruiming en het flexibel storten na te gaan, het gehele Schelde-estuarium (tot Gent) moet worden beschouwd, omdat de ingrepen ook in de bovenstroomse gebieden een impact kunnen hebben.

Ten slotte wordt aanbevolen om voor het volgende Voortgangsrapport, naast de algemene vraagstelling uit de in de vergunning vastgelegde procedure, tevens een **concrete vraagstelling** toe te voegen. Op basis van de bevindingen of hypothesen uit dit Voortgangsrapport of ander lopend onderzoek, kunnen specifieke vragen of aandachtspunten voor analyse geformuleerd worden, bijvoorbeeld ten aanzien van de evolutie van de stroomsnelheden. Dit staat toe voortschrijdend inzicht te genereren.

#### *Stortzones*

**Er wordt aanbevolen het structurele gebruik van aanvullende stortzones te onderzoeken. Indien de proefstortingen in vergunningsjaar 10 en 11 (jaar 5 en 6 van de tweede vergunningsperiode) niet kunnen doorgaan zoals voorzien, wordt aanbevolen om aanvullende capaciteit in de vergunde stortzones (Tabel 3) aan te wenden om voldoende capaciteit in de omgeving van de baggerzones te voorzien. Specifiek wordt aanbevolen om in dat geval de maximale stortruimte uit Tabel 3 te voorzien voor de hoofdgeulen uit macrocel 4 en 5.**

Uit de analyses volgt dat verschillende stortzones niet, of niet tot de vergunde capaciteit, benut kunnen worden. Het betreft de plaatrandstortzones Hooge Platen Noord en Rug van Baarland, en de nevengeulen Middelgat en Schaar van Waarde. Deze gebieden vertonen een negatieve ontwikkeling, waardoor voorzichtigheid geboden is. Ook de stortzones in de hoofdgeul van macrocel 6 en 7 kunnen niet ten volle benut worden. Analyses laten zien dat het overschot van het baggervolume uit macrocel 6 in afwaartse zin zou moeten worden getransporteerd (er zou sediment vanuit macrocel 6 in macrocel 5 moeten worden gestort, en daardoor zou er sediment uit macrocel 5 in macrocel 4 moeten worden gestort, enzoverder tot in macrocel 1), waardoor de transportafstand van het sediment sterk zou toenemen. Dit is zowel uit economisch als ecologisch perspectief ongewenst.

Verschillende **proefstortingen** werden in de afgelopen periode in gang gezet: in de diepe delen van de Put van Hansweert en de Inloop van Ossensisse, en op de plaatrand van de Suikerplaat en afwaarts van de Schaar van de Noord.

- Voor de Schaar van de Noord wordt momenteel onderzocht of de proefstorting van november en december 2018 niet leidt tot een ongewenste ontwikkeling van (het onderhoud van) deze schaar, of het nabij gelegen Verdrongen Land van Saefthinghe. Er kunnen momenteel nog geen conclusies of aanbevelingen gedaan worden;
- Voor de Put van Hansweert en de Inloop van Ossensisse wordt onderzocht hoe snel het materiaal uit de stortzone verdwijnt en of dit niet leidt tot een toename van het onderhoud op de nabij gelegen drempels. De eerste conclusies op basis van de monitoring zijn gunstig. De proef wordt daarom in 2019 en 2020 voortgezet; een evaluatie van de proefstortingen moet nog uitgevoerd worden;
- De stortingen op plaatrand van de Suikerplaat (2017 en begin 2018) laten geen noemenswaardige ontwikkeling zien, ze zijn zeer stabiel. Waargenomen ontwikkelingen binnen de toegewezen zone zijn eerder het gevolg van stortingen in de naburige nevengeul. De hoge stabiliteit van deze proefstortingen bieden daarom mogelijkheden tot verdere ontwikkeling van laagdynamisch intergetijdenareaal. Als structurele stortzone is de plaat echter minder interessant, aangezien de beschikbare ruimte snel zal volraken door de hoge stabiliteit.

Op korte termijn kan verder gewerkt worden met de huidige vergunde stortlocaties, aangevuld met de verschillende proefstortingen en eventueel extra stortruimte voorzien in Tabel 3. Op lange termijn dient uitgekeken te worden naar een meer **structurele oplossing voor de benodigde stortcapaciteit**, waarbij op een realistische manier een inschatting van de beschikbare capaciteit gemaakt wordt.

De **plaatrandstortingen op Hooge Platen West en de Plaat van Walsoorden** vormen een niet onbelangrijke bijdrage (orde 25%) aan de totale jaarlijks beschikbare stortcapaciteit. Daarnaast zijn zij een belangrijk instrument voor het bereiken van de doelstelling van het Flexibel Storten in de vorm van het creëren, of in stand houden, van laagdynamisch areaal. Uit de ecologische validatie van de plaatrandstortingen volgt dan ook dat vooral de stortingen op de Hooge Platen en de Plaat van Walsoorden effectief zijn geweest in het creëren van ecologisch waardevol areaal en dat de ecologische intrinsieke waarde op de Plaat van Walsoorden in de loop van de tijd niet is veranderd (Schellekens en Vanagt, 2018a). Het verdient dan ook zeker de aanbeveling deze plaatrandstortingen voort te zetten en eventueel op zoek te gaan naar **bijkomende zones** waar positieve ontwikkelingen mee te realiseren zijn, door die als plaatrandstortzone in te richten. Voor de



zone Hooge Platen West is er mogelijk interactie met de haven van Breskens, waar een stijgend onderhoudsvolume wordt waargenomen. Hiervoor is bijkomende analyse nodig (met detailinformatie over de onderhoudsbaggerwerken van de haven), en eventueel een bijsturing van de stortlocaties.

Op de zone **Hooge Platen Noord** wordt aanbevolen niet verder te storten, wegens de mogelijke bijdrage aan het verder ophogen van de plaat. Op de plaatrandstortzone **Rug van Baarland** wordt reeds sinds 2012 niet meer gestort om de autonome sedimentatie niet verder te versterken; er wordt aanbevolen om deze stortzone inactief te houden.

## 5.2 ADVIES MONITORING EN VERDER ONDERZOEK

De auteurs en de geconsulteerde experts waarderen de hoeveelheid aan data die wordt verzameld in Westerschelde, en deze is over het algemeen van groot nut voor de evaluatie van het systeem.

Het Schelde-estuarium is een complex, dynamisch, levend systeem waarvan de verschillende aspecten allemaal op elkaar inwerken. Net zoals het systeem zelf moet de monitoring ervan dan ook zoveel mogelijk op een integrale manier gebeuren. Er wordt daarom aanbevolen om iedere campagne of veldmeting zo optimaal mogelijk te benutten. Dat wil zeggen dat ieder veldbezoek **zoveel mogelijk parameters simultaan** moeten worden verzameld, met de nadruk op een **kwantitatieve analyse**.

Er dient belang gehecht te worden aan de **verderzetting en continuïteit van de monitoringsinspanningen**. Wanneer het toch noodzakelijk is om een meting (meet-opstelling, meettoestel, meetprocedure) te wijzigen, wordt aanbevolen om een periode van overlappende metingen uit te voeren. Hiermee kan dan een verband worden opgesteld tussen de oude en de nieuwe methode.

Ten slotte wordt ook aanbevolen om het **proces van datavalidatie en aggregatie** verder te stroomlijnen en data eenvoudiger toegankelijk te maken. Tijdens de uitvoering van de rapportage is veel tijd besteed aan het organiseren, uniformiseren en pre-processen van de data om een uniforme presentatie of verdere analyses mogelijk te maken. Data zou enerzijds vrijelijk van het dataportaal te downloaden moeten zijn (momenteel is dit niet het geval) en anderzijds direct bruikbaar voor vervolganalyse, zodat meer tijd beschikbaar is om een diepgaande analyse uit te voeren. Wanneer de data eenvoudig en vrijelijk beschikbaar wordt gemaakt, wordt het voor de wetenschappelijke gemeenschap ook beter mogelijk om verbanden tussen verschillende processen te onderzoeken.

Bij het samenstellen van dit rapport zijn een aantal specifieke aanbevelingen geformuleerd met betrekking tot de verschillende domeinen:

### Hydrodynamica

- De **stroomsnelheden op de plaatranden** worden jaarlijks bepaald door middel van ADCP-metingen langs een aantal raaien (Jentink *et al.*, 2017, 2018). De resultaten laten grote verschillen zien die op basis van de beschikbare rapportage moeilijk te interpreteren zijn. Er wordt daarom aanbevolen in de rapportage tevens de statistische significantie van getoonde snelheidsveranderingen te vermelden, ofwel de ruwe meetdata beschikbaar te maken. Aangezien de diepteligging van grote invloed is op de lokale stroomsnelheden, wordt tevens aanbevolen de impact van de diepteligging op snelheden mee te onderzoeken.

- Uit de metingen blijkt een opvallende toename in 2017 in de **maximale ebsnelheid ter hoogte van Oosterweel** (en in mindere mate ook in de maximale vloodsnelheid). Deze sprong in maximale snelheid kan niet verklaard worden uit (grootschalige) veranderingen in de getijamplitude tussen 2016 en 2017. Er wordt aanbevolen de invloed van lokale veranderingen in de bathymetrie te onderzoeken met een numeriek model.

### **Morfologie en sediment**

- Binnen het kader van de huidige studie was relatief weinig data beschikbaar omtrent de **onderhoudsbaggerwerken in de Westerscheldehavens**. De baggerwerken worden vaak als minder belangrijk beschouwd dan de werken in de vaargeul van de Westerschelde, onder andere omdat het sediment over kleinere afstanden wordt verplaatst. Toch geven de beschikbare data aan dat de verplaatste sedimentvolumes niet verwaarloosbaar zijn. Ook zijn bepaalde stortlocaties (bv. Hooge Platen West) zeer dicht bij havens (i.c. Breskens) gesitueerd, waardoor onderlinge beïnvloeding waarschijnlijk is. Er wordt daarom aanbevolen om de data van het onderhoud van de Westerschelde, beter te catalogeren en beschikbaar te maken, en te integreren in de algemene opvolging van de ingrepen in het estuarium zoals dit nu reeds gebeurt voor de Beneden-Zeeschelde en de vaargeul van de Westerschelde.
- Specifiek wordt aanbevolen om een detailanalyse uit te voeren van het onderhoudsbaggerwerk voor de haven van **Breskens** en de interactie met de plaatrandstortingen op de Hooge Platen West.
- Naast de reguliere onderhoudsbaggerwerken van de vaargeulen in Westerschelde en Beneden-Zeeschelde, de Westerscheldehavens, de tijdokken en toegangsgeulen het Antwerpse havengebied, vinden andere, projectgebonden sedimentverplaatsingen plaats in het estuarium, bijvoorbeeld ten behoeve van de aanleg van de nieuwe sluis Terneuzen, of de verwijdering van slib uit het systeem via de sluizen naar de binnenhaven van Antwerpen. Ook deze werken beïnvloeden de sedimentbalans (zand en slib) in het gebied, en hebben mogelijk een invloed op leefomgeving, waterbodempkwaliteit en fauna. Er wordt daarom in algemene zin aanbevolen alle **sedimentstromen in de Westerschelde en Beneden-Zeeschelde** in de analyse en rapportage te betrekken.
- Ook wordt aanbevolen om meer metingen en analyse uit te voeren naar de **granulometrie van de baggerspecie**. De ruimtelijke variatie van de korrelgrootteverdeling en de verhouding tussen de zand- en slibfracties is immers sterk variabel, en momenteel zijn slechts beperkte en eerder ruwe schattingen van de zand-slibverhouding beschikbaar.
- In de plaatrandstortzone Hooge Platen West wordt de berekende evolutie in het laagdynamisch areaal sterk beïnvloed door de rekenpolygoon en de referentie-ecotopenkaart (2008 of 2010). Er wordt aanbevolen om deze verschillen verder te kwantificeren.
- Door Rijkswaterstaat wordt tweemaal per jaar een **bemonstering van de RTK-meetpunten** uitgevoerd. Deze observaties geven een kwalitatief beeld van de ontwikkeling van de platen. Er wordt aanbevolen om hierbij aanvullend een kwantitatieve analyse van de sedimentakarakteristieken uit te voeren door het nemen van mengstalen.

## Fauna

- De kokkelsurvey uitgevoerd door de Universiteit Wageningen (WOT Westerschelde) geeft zeer bruikbare informatie over de aanwezigheid van schelpdieren, en kokkels in het bijzonder. Er wordt aanbevolen de bemonstering aan te vullen met een **lengtebepaling van de dieren**. Op deze manier wordt immers ook informatie verkregen over de verhouding jonge en meerjarige individuen die aanwezig zijn.
- In navolging van de aanbevelingen van de Commissie Monitoring Westerschelde wordt aanbevelen om een **gemeenschapsanalyse (benthos)** van de MWTL-data uit te voeren. Er wordt evenwel opgemerkt dat dit reeds in andere rapportages gebeurt.
- Ten aanzien van de (MWTL-) **monitoring van de niet-broedvogels** wordt opgemerkt dat het telprogramma vanaf maart 2013 veranderd werd. Gezien nu gebruik wordt gemaakt van steekproeven, worden de telgegevens gecorrigeerd door Sovon Vogelonderzoek Nederland voor niet getelde (delen van) gebieden. Deze gecorrigeerde getallen zijn alleen voor de gehele Westerschelde beschikbaar en niet per zone. Een eigen analyse is niet meer mogelijk met deze data. Er wordt aanbevolen terughoudend te zijn in het wijzigen van de monitoringsprocedure aangezien deze wijzigingen de vergelijking met voorgaande jaren sterk bemoeilijken.

## 6. REFERENTIES

Arcadis (2013). Passende beoordeling en natuurtoets. Onderhoud vaargeul Westerschelde (vergunning 2015-2021). B02043.000247.0100.

Arts F.A., Hoekstein M.H.J., Lilipaly S., van Straalen K.D., Sluijter M. & Wolf P.A. (2018a). Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2017. Rijkswaterstaat, Delta Project Management.

Arts F.A., Hoekstein M.H.J., Lilipaly S., van Straalen K.D., Wolf P.A. & Sluijter M. (2018b). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2015/2016. Rijkswaterstaat, Delta Project Management.

Arts F.A., Hoekstein M.H.J., Lilipaly S., van Straalen K.D., Wolf P.A. & Wijnants L. (2017). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2015/2016. Rijkswaterstaat, Delta Project Management.

BirdLife International (2018). State of the world's birds.

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

Bouwmeester R. (2014). Het gebruik van intergetijdengebieden door steltlopers in de Westerschelde. De relatie tussen bodemdynamica en het gebruik van intergetijdengebieden door steltlopers. Rijkswaterstaat, Delta Milieu.

Brasseur S. (2017). Seals in motion. Wageningen University & Research.

Brasseur S. (2018). Stranding and rehabilitation in numbers: population development and stranding data on the Dutch coasts 1990-2016: analysis of new data from a public database. Wageningen Marine Research.

Brasseur S., Czeck R., Galatius A., Jensen L.F., Jeb A., Körber P., Pund R., Siebert U., Teilmann J. & Klöpper S. (2016). TSEG Grey Seal surveys in the Wadden Sea and Helgoland in 2015-2016. First year of almost complete monitoring by areial surveys. Trilateral Seal Expert Group. Common Wadden Sea Secretariat.

Buyze E., Van Wichelen J., Dasseville R., Daveloose I., Verstraete T. & Vyverman W. (2015). Phytoplankton and phytobenthos dynamics in the Scheldt estuary in 2014. In: Maris Tom, Meire Patrick (red.) Onderzoek naar de gevolgen van het Sigmaplan, baggeractiviteiten en havenuitbreiding in de Zeeschelde op het milieu. Geïntegreerd eindverslag van het onderzoek verricht in 2014.

CBS, PBL & Wageningen UR (2015). Kokkels in Waddenzee en Zeeuwse Delta, 1990-2014 (indicator 1239, versie 07 , 2 juli 2015 ).

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

CLO (2018). Gewone en grijze zeehond in Waddenzee en Deltagebied, 1960 - 2017 | Compendium voor de Leefomgeving.

Consortium Arcadis-Technum (2007a). Milieueffectrapport Verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde. Achtergronddocument Baggeren en storten.

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

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

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

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

Cox T., Maris T. & Meire P. (2015). Wijzigingen in slib- en zoutconcentraties in de Boven-Zeeschelde sinds 2009. Universiteit Antwerpen, ECOBE015-R186.

Cox T., Maris T. & Van Engeland T. (2016). Kwaliteitscontrole oppervlakte SPM-data in de OMES-databank (presentatie).

Deltares & IMDC (2018). Baggerdepositie in diepe geulen. Strategie voor het plaatsen van gebaggerd materiaal in de diepere getijdegeulen van de Westerschelde.

Duijts O., van der Jagt H.A., van Moorsel G., Kruijt D.B., Japink M. & Middelveld R.P. (2018). Macrozoöbenthosbemonstering in de Zoute Rijkswateren, Hoofdrapport, MWTL 2017. Bureau Waardenburg.

Galatius A., Brasseur S., Czeck R., Jeb A., Körber P., Pund R., Siebert U., Teilmann J. & Klöpper S. (2017). Aerial surveys of Harbour Seals in the Wadden Sea in 2017.

Huisman B., Schrijvershof R., Lanckriet T. & van der Werf J. (2018). Baggerdepositie in diepe geulen. Strategie voor het plaatsen van gebaggerd materiaal in de diepere getijdegeulen van de Westerschelde. Deltares-rapport 1210301-000-ZKS-0026, IMDC rapport I/RA/12161/18.013/THL.

IMDC (2011a). Maandelijkse rapportage april 2010. Deelopdracht 1, Monitoringprogramma Flexibel Storten. I/RA/11353/10.052/RDS.

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

IMDC (2013). Monitoringprogramma Flexibel Storten. Derde Verruiming Schelde: voortgangsrapport data 2010-2011. I/RA/11353/12.197/DDP.

IMDC (2015). Monitoringprogramma Flexibel Storten. Voortgangsrapport 2012-2013: Syntheserapport. I/RA/11353/14.159/DDP.

IMDC (2016). Monitoringprogramma Flexibel Storten. Multivariate analyse van metingen van sedimentconcentratie in de Zeeschelde. I/RA/11353/15.228/THL.

IMDC (2017a). Monitoringprogramma Flexibel Storten. Voortgangsrapportage 2014-2015: Data- en analyserapport. I/RA/11353/16.073/DDP.

IMDC (2017b). Monitoringprogramma Flexibel Storten. Voortgangsrapportage 2014-2015 : Syntheserapport. I/RA/11353/16.117/THL.

IMDC (2017c). Vaarwegbeheer 2016-2021 - Bestelopdracht 1: Flexibel Storten 2017 - Maandrapport plaatrandstortingen april - mei 2017. I/RA/11498/17.086/MGO.

IMDC (2018a). Maandrapport december 17 - januari 18. I/RA/11498/18004/JMA.

IMDC (2018b). Factual datarapport Diepe Delen 2017. I/RA/12161/17.204/GLE/.

IMDC (2018c). Statusrapport na start verdiepingstorten - jaar 8. I/RA/11498/18.050/MGO/.

IMDC (2019). Voortgangsrapportage 2016-2017: Analyserapport. I/RA/11498/18.126/API/.

IMDC & Arcadis (2013). Monitoringprogramma Flexibel Storten. Areaalontwikkeling Hooge Platen Noord. International Marine & Dredging Consultants, I/NO/11353/13.217/DDP.

IMDC & Arcadis (2014). Aanvulling hoogteontwikkeling Hooge Platen Noord – data 2013. I/NO/11353/14.001/DDP.

IMDC, UA & HWE (2014). Monitoringprogramma Flexibel Storten: Voortgangsrapportage 2012-2013: Analyserapport. in opdracht van Afdeling Maritieme Toegang, I/RA/11353/14.158/DDP.

INBO (2018). MONEOS – Geïntegreerd datarapport INBO: Toestand Zeeschelde 2017 - Monitoringoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten.

Jentink R. (2017a). Opvolging Effecten Flexibel Storten. Halfjaar rapportage Hoogeplaten West, tweede halfjaar 2017. Rapportnummer: 7210A/KR-HPW-2-2017. Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening, Inwinning en Gegevensanalyse, Regio Zuid, Middelburg.

Jentink R. (2017b). Opvolging Effecten Flexibel Storten. Halfjaar rapportage Hoogeplaten Noord, tweede halfjaar 2017. Rapportnummer: 7210A/KR-HPN-2-2017. Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening, Inwinning en Gegevensanalyse, Regio Zuid, Middelburg.

Jentink R. (2017c). Opvolging Effecten Flexibel Storten. Halfjaar rapportage Plaat van Walsoorden, tweede halfjaar 2017. Rapportnummer: 7210A/KR-PVW-2-2017. Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening, Inwinning en Gegevensanalyse, Regio Zuid, Middelburg.

Jentink R. (2017d). Opvolging Effecten Flexibel Storten. Halfjaar rapportage Rug van Baarland, tweede halfjaar 2017. Rapportnummer: 7210A/KR-RVB-2-2017. Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening, Inwinning en Gegevensanalyse, Regio Zuid, Middelburg.

Jentink R., de Klerk J. & Schrijver M. (2017). Opvolging effecten Flexibel Storten, datarapportage 2016. 7210A/DR-2017-01.

Jentink R., de Klerk J. & Schrijver M. (2018). Opvolging effecten Flexibel Storten, datarapportage 2017. Rijkswaterstaat, 7210A/DR-2017-01.

KMI (2017). Klimatologisch jaaroverzicht, 2016.

KMI (2018). Klimatologisch jaaroverzicht, 2017.



Kromkamp J.C., Peene J. & Vlaming J. (2014). Primaire productie in de Westerschelde 2010-2013.

Landkriet T., Depreiter D. & Van Holland G. (2017). Equilibrium-Type Response Model for the Sediment Volume of Dredging and Disposal Areas. *J. Waterw. Port Coast. Ocean Eng.*, 143(5), doi: 10.1061/(ASCE)WW.1943-5460.0000406.

Maris T. & Meire P. (2017). OMES rapport 2016. Onderzoek naar de gevolgen van het Sigmaplan, baggeractiviteiten en havenuitbreiding in de Zeeschelde op het milieu. UA Antwerpen i.s.m. VUB, IMDC, UGent, NIOZ, Ecolab en VLIZ, in opdracht van Vlaamse Overheid, Waterwegen & Zeekanal - afdeling Zeeschelde.

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

Plancke Y., Sas M., Heinis F. & Ides S. (2008). Nota Plaatrandstoringen. Verruiming vaargeul Westerschelde. WL2008R791\_06\_rev2.

Plancke Y., Schrijver M., Meire D. & Mostaert F. (2017). Overleg Flexibel Storten: Deelrapport 20 – Analyse van de waterbeweging, het sedimenttransport en de morfologie nabij de Hooge Platen. Versie 1.0. WL Rapporten, 00\_031\_20.

Plancke Y., Vos G., Ides S. & Mostaert F. (2009). Westerschelde determinatie onderzoek plaatrandstoringen. Ontwikkelingen van arealen op de korte termijn.

Projectgroep Flexibel Storten (2017). Toetsing Kwaliteitsparameters 2017.

Rijkswaterstaat Zee en Delta (2013). Watervergunning voor het storten van bodemmateriaal afkomstig van het uitvoeren van onderhoudsbaggerwerkzaamheden aan de hoofdvaargeul van de Westerschelde; WTW11682 RWS-2013/47368.

Roose F. (2008). Nota - Toelichting formaat BIS-gegevens (26 mei 2008). Maritieme Toegang, Departement MOW, Vlaamse Overheid.

Schekkerman H., Arts F.A., Jeugd H. van der, Stienen E. & Roomen M. van (2017). Naar een demografische analyse van populaties van karakteristieke vogels in het Deltagebied. Sovon Vogelonderzoek Nederland.

Schellekens T. & Vanagt T. (2018a). Ecologische validatie plaatrandstoringen - Synthese rapport. e-Coast, eurofins, Habitat-Advies, Antea Group, VisAdvies.

Schellekens T. & Vanagt T. (2018b). Ecologische validatie plaatrandstoringen - Technisch rapport. e-Coast, eurofins, Habitat-Advies, Antea Group, VisAdvies.

Schrijver M. (2010). Monitoring meergeulensysteem Westerschelde - een overzicht van beschikbare data en methodieken. Rijkswaterstaat, 7210A/MMGW-2010-05.

Schrijver M. (2017). Memo: Toelichting op de resultaten toetsing criterium sedimentatie/erosie plaathoogtes. Werkgroep Flexibel Storten.

Schrijver M. (2018a). Monitoring meergeulensysteem Westerschelde - Toetsing criteria nevengeulen 2017. Rijkswaterstaat Zeeland, 7210A/MMGW-2018-01.

Schrijver M. (2018b). Toelichting op de resultaten toetsing criterium sedimentatie/erosie plaathoogtes.

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.

Schrijver M. & Plancke Y. (2015). Uitvoeringsplan MONEOS-T 2015-2022. Rijkswaterstaat Zeeland/Vlaamse Overheid. Departement voor Mobiliteit en Openbare Werken, MONEOS-T-2015-001 /WL2015R00\_031\_18.

Schrijvershof R. & Vroom J. (2016). Effecten van realistische (extreme) stortstrategieën in de Westerschelde.

Sovon (2018). Vogelonderzoek Nederland [www.sovon.nl](http://www.sovon.nl). Geraadpleegd 7 augustus 2014, <https://www.sovon.nl/>.

Strucker R.C.W., Arts F.A. & Hoekstein M.S.J. (2015). Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2014.

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

T2015 Consortium (2018a). T2015-rapportage Schelde-estuarium - Evaluatierapport.

T2015 Consortium (2018b). T2015-rapportage Schelde-estuarium - Analyserapport.

Troost K. (2018). Extreme kokkelsterfte op droogvallende platen Nederlandse kustwateren. <https://www.wur.nl/nl/nieuws/Extreme-kokkelsterfte-op-droogvallende-platen-Nederlandse-kustwateren.htm>.

Troost K., Asch M. van, Brummelhuis E.B.M., Ende D. van den & Zweeden C. van (2017). Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2017. Stichting Wageningen Research, Centrum voor Visserijonderzoek (CVO), 17.013.

Troost K., Drent J., Folmer E. & van Stralen M. (2012). Ontwikkeling van schelpdierbestanden op de droogvallende platen van de Waddenzee. *Levende Nat.*, 113(3), 83–88.

van der Heide T., Tielens E., van der Zee E.M., Weerman E.J., Holthuijsen S., Eriksson B.K., Piersma T., van de Koppel J. & Olff H. (2014). Predation and habitat modification synergistically interact to control bivalve recruitment on intertidal mudflats. *Biol. Conserv.*, 172, 163–169, doi: 10.1016/j.biocon.2014.02.036.

van der Winden J., de Fouw J., Dreef C., van Horssen P.W. & Dirksen S. (2017). Deltagebied: nationaal en internationaal topgebied voor vogels. Status, trends, bedreigingen en toekomst watervogels in het Deltagebied. Sjoerd Dirksen Ecology - Vogelbescherming Nederland, Sjde17-02.

Vandenbruwaene W., Meire D., Vanlede J., Plancke, Y., Vanlierde E., Verwaest T. & Mostaert F. (2016). Integraal Plan Boven-Zeeschelde: Deelrapport 2 – Getijrapport Boven-Zeeschelde, Rupel en Durme. Versie 6.0. Waterbouwkundig Laboratorium, WL2016R13\_131\_2.

Vanoverbeke J. & Van Ryckegem G. (2015). Statistische analyse van het gebruik van het litoraal door steltlopers in de Westerschelde. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.

Verduin E., Leewis L. & van Haaren (2018). Macrozoöbenthosonderzoek in de zoute Rijkswateren 2016 - Delta (Grevelingen, Oosterschelde, Westerschelde en Veerse Meer).

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

Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie (2014). Protocol voorwaarden voor flexibel storten - Kwaliteitsparameters.

Walburg L. & de Jong D.J. (2016). Zoute ecotopenkaart Westerschelde 2010. Toelichting op de samenstelling van de zoute ecotopenkaart. Rijkswaterstaat.

Wijsman J.W.M. & Kesteloo J.J. (2007). Het effect van baggerwerkzaamheden t.b.v. de verruiming op de kokkelbestanden in de Westerschelde. *IMARES Wagening. Rep.*

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. *Biodivers. Conserv.*, 9(9), 1275–1296.

Zeileis A., Leisch F., Kleiber C. & Hornik K. (2005). Monitoring structural change in dynamic econometric models. *J. Appl. Econom.*, 20(1), 99–121, doi: 10.1002/jae.776.

## **Bijlage A      Toetsing kwaliteitsparameters**

## A.1 Inleiding

Het bijsturen van de stortstrategie en/of de monitoring en onderzoek naar de effecten van de verruiming van de vaargeul, wordt beslist op basis van criteria die zijn vastgelegd in het Protocol voorwaarden voor flexibel storten – Kwaliteitsparameters, een bijlage van de vergunning voor het storten van bodemmateriaal in de Westerschelde (Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie, 2008, 2014). Op basis van monitoringresultaten zoals vastgelegd in het MONEOS-T Uitvoeringsplan (Schrijver en Plancke, 2008, 2015), wordt aan de hand van kwaliteitsparameters getoetst of de vastgelegde criteria nageleefd worden en hoe het flexibel storten in de Westerschelde eventueel bijgestuurd moet worden.

De criteria en kwaliteitsparameters kunnen als volgt worden samengevat:

1. **Instandhouding meergeulenstelsel:** de veranderingen hierin worden bepaald door analyse van het berekende watervolume van de nevengeulen (kwaliteitsparameter 1). De veranderingen worden uitgezet tegen een vastgelegde maximale afwijking en een drempelwaarde die als waarschuwingscriterium geldt.
2. **Maximale ecologische winst van de plaatrandstortingen:** toename van het oppervlak laagdynamisch ondiep water en intergetijdengebied (kwaliteitsparameter 2a). Het totale oppervlak laagdynamisch areaal bij de plaatranden wordt afgeleid uit de ecotopenkaart. Het gestelde doel is een geleidelijke toename van het laagdynamisch areaal met 114 ha, 5 jaar na de start van de verruimingswerkzaamheden. Daarnaast wordt de stabiliteit van de gestorte baggespecie in de plaatrandstortzones bepaald (kwaliteitsparameter 2b), het volume specie dat binnen de stortzone aanwezig blijft, waarbij een grote stabiliteit gewenst is.
3. **Behoud oppervlakte ecologisch waardevol gebied in de Westerschelde.** Veranderingen in de totale oppervlakte ecologisch waardevol gebied in de Westerschelde (kwaliteitsparameter 3a) worden bepaald op basis van de ecotopenkaart. Daarnaast worden de hoogteligging (kwaliteitsparameter 3b) en sedimentsamenstelling (kwaliteitsparameter 3c) van de platen en slikken bepaald.

Bij ongewenste ontwikkelingen van de bovenstaande kwaliteitsparameters, kunnen de stortvolumes (jaarlijks) worden herzien, tot nader onderzoek worden overgegaan, de stortstrategie worden bijgestuurd, of het storten in bepaalde stortzones worden gestopt.

De toetsing van de kwaliteitsparameters wordt jaarlijks uitgevoerd door het Overleg Flexibel Storten, volgens de methode vastgesteld in het "Implementatie van het Protocol voorwaarden voor flexibel storten – Kwaliteitsparameters" (IMDC, 2011b). De meest recente "toetsing kwaliteitsparameters 2017" vond plaats op 22/05/2018 op basis van de monitoringsresultaten verzameld in het "Statusrapport na start verdiepingsstorten – jaar 8" (IMDC, 2018c).

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

## A.2 Instandhouding meergeulenstelsel

*Het criterium Instandhouding Meergeulenstelsel omvat één kwaliteitsparameter: het watervolume in de nevengeul. De resultaten van dit criterium staan in het rapport “Monitoring meergeulensysteem Westerschelde – Toetsing criteria nevengeulen” (Schrijver, 2018a) die als aparte bijlage is toegevoegd aan het toetsingsverslag van xx xxx 20xx, opgesteld door het Overleg Flexibel Storten. Ter verduidelijking zijn een aantal van de figuren uit (Schrijver, 2018a) in dit rapport overgenomen.*

*In de beschouwde rapportage (Schrijver, 2018a) 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.*

### Benodigde gegevens

De veranderingen van het berekende volume van de nevengeulen worden jaarlijks bepaald met behulp van de volgende (meet)gegevens:

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

In het Protocol Kwaliteitsparameters wordt het ‘watervolume geulen’ gedefinieerd als het watervolume van zowel de hoofd- als nevengeul beneden -5 m NAP. 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 -5 m NAP steeds is opgenomen 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 vloodscharen 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 nodig heeft.

### Methodiek

De toegepaste methodiek is overgenomen uit Schrijver (2018a).

De maximaal toelaatbare afwijking in een nevengeul ( $V_{\text{max toelaatbaar}}$ ) is in het Protocol Kwaliteitsparameters gedefinieerd als:

$$MC = \{\text{macrocel 1, macrocel 3, ..., macrocel 7}\}$$

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

Waarbij:

- $i$  = de macrocel
- $V_{max}$  =  $\max(V_{2006} \dots V_{2010})$ , het maximale watervolume berekend over de periode 2006 tot en met 2010.
- $V_{min}$  =  $\min(V_{2006} \dots V_{2010})$ , het minimale watervolume berekend over de periode 2006 tot en met 2010.
- $NV$  =  $\text{stdev}(V_{2006} \dots V_{2010})$ , de standaarddeviatie van het watervolume berekend over de periode 2006 tot en met 2010.
- $V_{maxstort}$  = de maximaal jaarlijkse stortcapaciteit voor de nevengeul zoals vastgelegd in de vergunning.

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

#### Ondergrens (OG)

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

$$\begin{aligned}\forall i \in MC: OG(i) &= V_{max}(i) - V_{maxtoelaatbaar}(i) \\ &= V_{max}(i) - (V_{max}(i) - V_{min}(i) + NV(i) + V_{maxstort}(i)) \\ &= V_{min}(i) - NV(i) - V_{maxstort}(i)\end{aligned}$$

Het minimale watervolume in een macrocel wordt dus bepaald door het minimale watervolume van de geul over de afgelopen vijf jaar min de standaardafwijking van de afgelopen vijf jaar en het maximaal toegelaten stortvolume in de nevengeul per jaar.

#### Waarschuwingsgrens (WG)

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

$$\begin{aligned}\forall i \in MC: OG(i) &= V_{max}(i) - 0,8 * V_{maxtoelaatbaar}(i) \\ &= V_{max}(i) - 0,8 * (V_{max}(i) - V_{min}(i) + NV(i) + V_{maxstort}(i)) \\ &= 0,2 * V_{max}(i) + 0,8 * (V_{min}(i) - NV(i) - V_{maxstort}(i))\end{aligned}$$

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

#### **Toetsing**

*De toetsing is overgenomen van het toetsingsverslag van 22 mei 2018.*

De resultaten voor het criterium watervolume nevengeulen staan in het rapport "Monitoring meergeulensysteem Westerschelde – Toetsing nevengeulen op criterium watervolume" (Schrijver, 2018a). Deze resultaten worden ook besproken in het data- en analyserapport van de voortgangsrapportage (IMDC, 2019) en in sectie 2.3.4 van dit rapport.



Het watervolume van de nevengeul in **macrocel 1** (Schaar van de Spijkerplaat, SN11) is ten opzichte van vorige jaar licht afgenomen, maar ligt nog boven de waarschuwingsgrens van 204 Mm<sup>3</sup>. Er is geen actie nodig. Er is besloten verder te blijven storten in het vloedgedomineerde (zuidelijke) deel.

Het watervolume van de nevengeul in **macrocel 3** (Everingen, SN31) is afgenomen ten opzichte van vorige jaar, maar ligt nog ruim boven de waarschuwingsgrens. Er is geen actie nodig. Sterke sedimentatie is vastgesteld ter hoogte van rekenpolygoon 5. Het betreft in hoofdzaak sedimentatie in de noordelijke helft van deze vloedgeul. Tussen de Middelplaat en het Middelgat is het gebied zeer dynamisch wat resulteert in sterke erosie-sedimentatiepatronen. Er werd in de voorbije jaren enkel gestort in de oostelijke helft van het stortvak, terwijl in het westelijke deel van het stortvak ook nog voldoende stortruimte aanwezig lijkt te zijn. Een deel van de specie storten in het westen kan als voordeel hebben dat er minder sediment wordt getransporteerd naar het Middelgat. Met de GNA werden afspraken gemaakt naar de te garanderen diepgang ter hoogte van de ankergebieden. Er werd tevens besloten beter niet te storten in deze ankergebieden zelf omdat de top laag hierdoor mogelijk te losgepakt zou worden waardoor deze minder geschikt zou worden voor het verankeren van schepen. Daarom is besloten de strook tussen de ankerplaatsen en de noordelijke rand van de Suikerplaat in 2018 te gaan benutten als stortgebied. Er zal hierbij aangesloten worden aan de stortingen die in het kader van de proefstortingen uitgevoerd werden. Het overleg besluit de specie binnen SN31 zoveel mogelijk te spreiden over de beschikbare gebieden.

Het watervolume van de nevengeul in **macrocel 4** (Middelgat, SN41) neemt verder af en komt onder de ondergrens terecht. Er wordt niet gestort in Middelgat en Rug van Baarland maar de afname in watervolume zet zich toch nog licht door. Het Overleg flexibel storten besluit voorzichtig te blijven, en tevens het eerder gegeven advies van de Commissie Monitoring Westerschelde te blijven volgen: in het Middelgat en aan de plaatrandstortlocatie Rug van Baarland wordt het komende jaar ook niet gestort. Hier storten zou het watervolume verder en sneller laten afnemen.

Het watervolume van de nevengeul in **macrocel 5** (Schaar van Waarde, SN51) is terug afgenomen tot net boven het niveau van 2014 en ligt nog net boven de ondergrens. De waarschuwingsgrens is wel onderschreden. In de periode 2013 tot en met 2017 werd hier niet meer gestort. Het effect hiervan weerspiegelt zich dus niet in het watervolume van deze nevengeul. Het overleg behoudt het advies op basis van de morfologische analyse die WL en RWS afgelopen jaar hebben uitgevoerd naar de Plaat van Walsoorden en haar omgeving (ref..) om de stortingen in de Schaar van Waarde het komende jaar nog "on hold" te laten staan. De stortingen aan de noordwestelijke plaatrandzone kunnen wel behouden blijven.

Het watervolume in de nevengeul van **macrocel 6** (Schaar van de Noord, SN61) neemt toe sinds 2000 en ligt ruim boven de waarschuwingsgrens. Het voorbije jaar bleef het volume vrij stabiel. Er is zodoende geen actie nodig. Deze stortzone wordt vanwege de ligging in de boeienlijn van de nevenvaargeul, de beperkte aanwezige diepte én de momenteel aanwezig problematiek met verondieping boven het streefpeil in de schaar meer stroomopwaarts, in de praktijk tot nu toe niet gebruikt. Er zal onderzocht worden of het deel van deze stortzone dat buiten de boeienlijn ligt gebruikt kan worden, zonder daarmee de diepte verder stroomopwaarts in de nevengeul negatief te beïnvloeden. Het WL voert dit onderzoek actueel uit in samenwerking met RWS.

Het watervolume van de nevengeul in **macrocel 7** (Appelzak, SN71) is marginaal toegenomen ten opzichte van vorig jaar, zodat deze net boven de ondergrens uit is gekomen, maar nog wel net onder de waarschuwingsgrens ligt. Dit is een nevengeul zonder stortzone. Vanuit het Overleg flexibel storten wordt deze geul wel mee opgevolgd analoog aan de grotere nevengeulen. Het Overleg besluit dat het verklaarbaar is wat in deze geul gebeurt: de geul vertoont een hele beperkte variatie in volume, wat volgens verwachting is. Er wordt niet gewerkt dus er is geen rechtstreekse invloed op het watervolume. Maar omdat het watervolume in de jaren voor 2009 opvallend stabiel was, ligt het toetscriterium zo dichtbij de beginwaarde. Het is niet nodig hiernaar verdere analyse uit te voeren. De ontwikkeling wordt verder in het Overleg flexibel storten opgevolgd.

## A.3 Ecologische winst plaatrandstortingen

*Het criterium Ecologische winst plaatrandstortingen wordt bepaald op basis van twee kwaliteitsparameters: de stabiliteit van de plaatrandstortingen en de ontwikkeling van het laagdynamisch gebied aan de plaatranden.*

### A.3.1 Stabiliteit plaatrandstortingen

Baggerspecie die minder goed blijft liggen aan de plaatranden is ongewenst. In Bijlage-Tabel A-1 is opgenomen hoeveel procent van de gestorte specie vanaf de aanvang van de stortwerkzaamheden per jaar volgens het protocol nog aanwezig dient te zijn. Indien een waarde afwijkt van de gewenste waarde, geldt dit als een ongewenste situatie. Vanaf de tweede vergunningsperiode wordt de stabiliteit van de specie vanaf 11/02/2015 opnieuw geëvalueerd volgens dezelfde tabel (het criterium is dus opnieuw 80 % na 1 jaar). Ook de langetermijnstabiliteit (ten opzichte van de start van de verruiming) van het sediment wordt nog gerapporteerd.

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

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 de ratio van het gepeilde volume (= in situ bodemveranderingen) en het gestorte volume (= aangevoerde hoeveelheden, omgerekend naar in situ volume).

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

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

### Toetsing

Het referentietijdstip komt overeen met de start van de verdiegingsstortingen op 12 februari 2010. De toetsing vindt dan plaats per 12 februari van elk volgend jaar (of een nabijgelegen voorgaande of volgende peiling). Er is met de nieuwe vergunning (per 12 februari 2015) ook een aangepast protocol voorwaarden voor flexibel storten in werking getreden, waarbij het criterium voor stabiliteit na 1 jaar (dus op 12/02/2016) opnieuw begint met de eis van 80 % stabiliteit. In onderstaande tabel is de stabiliteit van de stortingen in februari 2018 weergegeven ten opzichte van de start van de tweede vergunningsperiode.

*Bijlage-Tabel A-2: Toetswaarden stabiliteit plaatrandstortingen ten opzichte van de start van de tweede vergunningsperiode.*

Stortzone	Start tweede vergunning	Toetspeiling	Gepeild volume-verschil (m³)	Gestort volume (m³)	Stabiliteit t.o.v. start tweede vergunningsperiode
HPW	5/02/2015 (T63)	14/02/2018 (T96)	1 739 779	2 585 770	67%
HPN	8/01/2015 (T64)	28/12/2017 (T91)	-1 003 238	162 105	< 0%
PWA	24/02/2015 (T80)	10/02/2018 (T104)	1 440 506	1 162 003	124%
RVB	21/01/2015 (T47)	22/05/2017 (T51)	3 933 896	0	Nvt
Grenswaarde conform protocol					60%

**Hooge Platen West (macrocel 1): 63%/67%.** Netto is 63% van het gestorte materiaal ter plekke gebleven ten opzichte van het begin van de verruiming. Van de stortingen uitgevoerd in de tweede vergunningsperiode is 67% blijven liggen. Drie jaar na de start van de tweede vergunningsperiode ligt deze waarde dus 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 plaatsvindt (dit is te tijdrovend om maandelijks te doen). Deze 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 onder andere voor gezorgd dat het Plaatje van Breskens wat groter is geworden.

**Hooge Platen Noord (macrocel 1): 75%/<0%.** Netto is 75% van het sinds de aanvang van de stortingen gestorte materiaal nog in de plaatrandstortzone aanwezig eind december 2017. Door de geringe hoeveelheid stortingen uitgevoerd in de tweede vergunningsperiode, overstijgt het erosievolume het stortvolume en is de stabiliteit van deze stortingen schijnbaar negatief. Het criterium van stabiliteit van de tweede vergunningsperiode wordt strikt genomen dus niet gehaald.

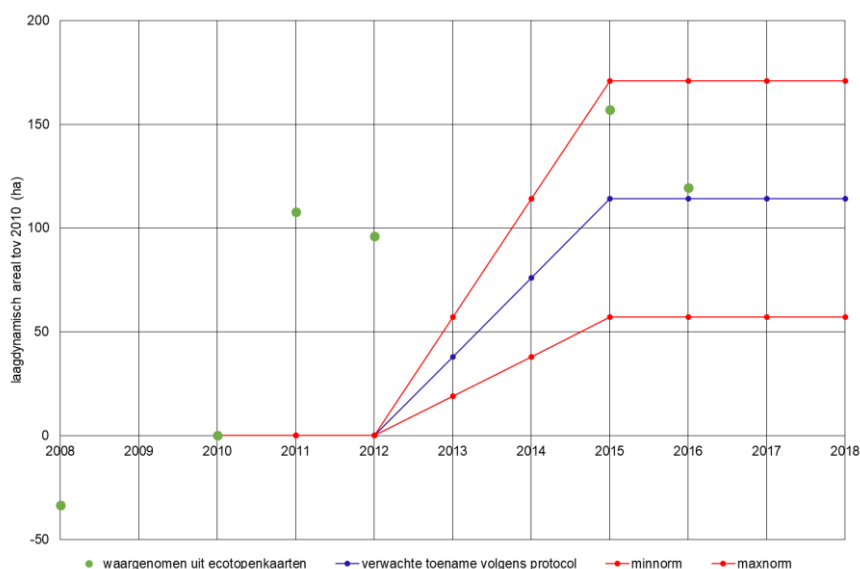
**Plaats van Walsoorden (macrocel 5): 48%/124%.** Netto ligt 48% van het gestorte materiaal in februari 2018 nog in de plaatrandstortzone. In de tweede vergunningsperiode is 124% van het materiaal blijven liggen. Er lijkt dus sprake te zijn van autonome sedimentatie in de plaatrandstortzone, in tegenstelling tot de erosieve trend die in eerdere jaren werd waargenomen.

## A.3.2 Ontwikkeling laagdynamisch areaal

### Methodiek

De ontwikkeling van het laagdynamisch areaal wordt bepaald aan de hand van de meest recente ecotopenkaart (in dit geval van 2016) en vergeleken met de ecotopenkaart van 2010. De totale oppervlakte laagdynamisch gebied nabij de plaatranden bepaald. De laagdynamische ecotopen die samen het areaal laagdynamisch gebied vormen, zijn ondiep water en intergetijdengebied tot en met het hoog litoraal. Als gewenste ontwikkeling wordt een geleidelijke toename van de oppervlakte laagdynamisch gebied met 114 hectare verwacht, binnen 5 jaar na de start van de werkzaamheden (Bijlage-Figuur A-1).

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 volgens de verwachting in de stabilisatiefase het laagdynamisch gebied toenemen. De ruimte tussen de rode ondergrens en de verwachte uitkomst (blauw) is de waarschuwingsfase.



*Bijlage-Figuur A-1: Toename ecologisch waardevol areaal plaatranden. Rode lijnen geven de grenzen van de gewenste ontwikkeling weer. Groene punten geven de waargenomen ontwikkelingen weer tot 2016.*

## Toetsing

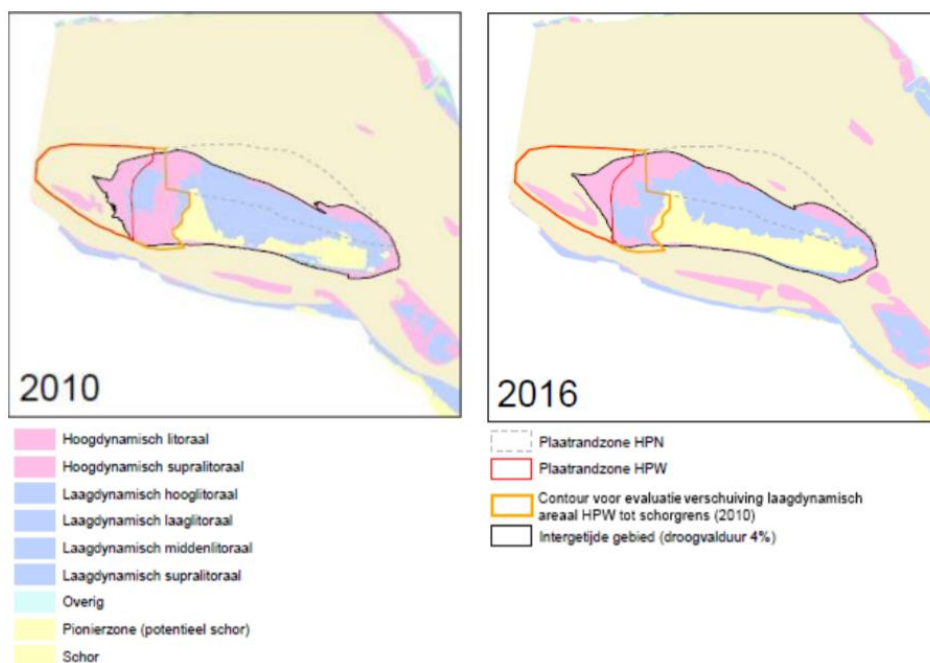
*De toetsing is overgenomen van het toetsingsverslag van 12 september 2017.*

De ecotopenkaart 2016 is 1 juli opgeleverd. Het Overleg heeft bekeken welke veranderingen in hoog- en laagdynamische ecotopen ten opzichte van 2010 en 2015 te zien zijn in de invloedzones van de plaatrandstortingen. In totaal is er 41 ha laagdynamisch areaal intergetijden en ondiep water verdwenen in 2016 in vergelijking met 2015. Ten opzichte van 2010 is er nog steeds een winst van 104 ha. Ter hoogte van de Rug van Baarland zijn tijdens de jaren 2010 en 2011 echter slechts beperkte hoeveelheden specie gestort, waardoor de sterke autonome sedimentatie het meest bepalend is voor de ontwikkeling van het gebied. Als de toename aan laagdynamisch areaal bij de Rug van Baarland buiten beschouwing wordt gelaten, is er in 2016 in totaal 45 ha laagdynamisch gebied verloren gegaan (64 ha verlies bij HPW en HPN en 19 ha winst bij PWA) ten opzichte van 2015. Ten opzichte van 2010 is er dan nog een winst van 28 ha. In dat geval ligt de winst aan laagdynamisch areaal in 2016 onder de ondergrens uit het protocol.

### Constateringen per plaatrandzone:

Hooge Platen West: in dit gebied is het laagdynamische plaatareaal binnen de rekenpolygoon in 2016 afgenomen tot 1 ha. Dit betekent ten opzichte van 2015 een verlies van 10 ha en ten opzichte van 2010 een verlies van 11 ha. Mogelijk is de luwtewerking van de in 2010 aangelegde megaduin afgenomen. Afgelopen jaar is de rug echter niet veel lager geworden en ook niet veel hoger de plaat opgekomen. Deze megaduin was initieel binnen een jaar verdwenen, maar heeft er wel voor gezorgd dat er vanaf 2011 een zandrug op de plaat is ontstaan, waarachter een laagdynamisch gebied is ontstaan dat ook nu nog aanwezig is. Het laagdynamische areaal ligt echter buiten de oorspronkelijk gekozen invloedzone van de plaatrandstorting (de toetspolygoon), dus dit wordt niet meegenomen in de areaalberekeringen. Wanneer een groter gebied in beschouwing wordt genomen dan valt op dat het laagdynamische gebied niet kleiner is geworden maar naar het oosten is verschoven en nu tegen de Bol aan ligt (Bijlage-Figuur A-2).

Door het verschuiven van het laagdynamisch areaal in oostelijke richting wordt de besluitvorming omtrent de reguliere toetspolygoon dus negatief beïnvloed. Gezien het verlies aan areaal binnen de toetspolygoon in 2016 en het in 2017 afgegeven advies van de commissie monitoring Westerschelde naar aanleiding van de 3e voortgangsrapportage van de verruiming om de plaatrandstortingen af te bouwen besluit het Overleg om in 2018 geen nieuwe gerichte plaatrandstortcampagne uit te voeren, maar wel de huidige stortvakken in het westelijke deel van het plaatstortvak te blijven gebruiken.



*Bijlage-Figuur A-2: Ecotopenkaart Hooge Platen in 2010 (links) en 2016 (rechts), met de rekenpolygoonen voor laag dynamisch areaal op de plaatranden (Projectgroep Flexibel Storten, 2017).*

**Hooge Platen Noord:** De 50 ha winst in laag dynamisch areaal die in 2015 (ten opzichte van 2010) werd waargenomen, is in 2016 weer volledig verdwenen. Dit verlies komt voornamelijk door de afname van het areaal middelhoog fijnzandig litoraal (-80 ha). Een deel hiervan is omgezet in middelhoog slibrijk litoraal. Deze omzetting naar slibrijk materiaal wordt evenwel als positief beoordeeld. De doorgaande versteiling van de plaatrand is goed te zien in de zone tussen +1 en -1 m NAP. Ook neemt de oostelijke arm af in zowel breedte als hoogte en ook de vloodschaar in de oksel van de oostarm breidt uit naar het oosten. Deze ontwikkelingen zorgen waarschijnlijk voor meer hoog dynamische omstandigheden in die omgeving. Om dit te staven wil het Overleg verkennen of in 2017/2018 hier nog een stroommeetcampagne uitgevoerd kan worden. Het Overleg besluit het komende jaar de rainbowproef verder op te volgen en geen nieuwe gerichte stortcampagne op HPN uit te voeren.

**Rug van Baarland:** Ten opzichte van 2015 is er netto 2 ha laag dynamisch gebied bijgekomen in het centrale deel van de toetspolygoon. Sinds 2010 betreft dit 76 ha. De toename ten opzichte van 2015 is volledig toe te schrijven aan het ondiep sublitoraal (+25 ha). Het areaal middelhoog fijnzandig litoraal is in ongeveer dezelfde mate afgenomen (-22 ha) en is omgezet in hoog dynamisch gebied. Vooral aan de oostelijke kant is de plaat verlaagd. Enkel in 2010 en 2011 zijn beperkte plaatrandstortingen uitgevoerd, waardoor de ontwikkelingen als autonoom zijn te beschouwen.

**Plaat van Walsoorden:** Er is in 2016 een totale netto toename van 20 ha laag dynamisch areaal op de plaatrand ten opzichte van 2015. Deze toename komt voor het grootste deel door aan een toename van middelhoog fijnzandig litoraal ter hoogte van de noordelijke landtong. Dit minder dynamische karakter wordt tevens gerelateerd aan de lagere hoogte van de ribbels in deze zone. De grote ribbels zijn meer naar westelijke richting opgeschoven. Vooral de westelijke plaatpunt is echter weer hoog dynamisch geworden,

omdat de bescherming van de aangelegde megaduin verloren is. Er wordt geadviseerd om in 2017/2018 een nieuwe gerichte stortcampagne uit te voeren in de orde van 1 Mm<sup>3</sup>. Deze campagne moet dan gericht in de meest westelijke punt van het stortvak worden uitgevoerd, zoals ook in 2010 is gedaan. Daarmee kan dan het megaduin weer aangevuld worden en zal erachter naar verwachting het laagdynamisch areaal weer kunnen ontstaan dat in de laatste jaren verloren is. Voordat hierover een definitief besluit wordt genomen, wordt eerst het risico van de opwaartse migratie van de gestorte specie onderzocht. Dit zou mogelijk kunnen leiden tot een verstelling van de plaatrand, zoals bij Hooge Platen Noord, wat niet gewenst is.

## Behoud van oppervlak ecologisch waardevol gebied

### A.3.3 Hoogte slikken en platen

#### *Benodigde gegevens*

Voor de beoordeling van de hoogte van slikken en platen zijn de volgende (meet)gegevens nodig:

- RTK-raai hoogtemeting op slikken en platen;
- RTK-punt hoogtemeting (sedimentatie/erosie).

De hoogte van de slikken en platen werd vier maal per jaar bepaald. In 2015 besloot het overleg dat de meetfrequentie verlaagd kon worden tot twee rapportages per jaar omdat de ontwikkelingen de voorbije jaren al heel wat kennis opleverden (nu wordt het eerste en derde kwartaal gemeten).

#### *Methodiek*

Ecologisch waardevol gebied is ook laagdynamisch gebied aan de oevers van de Westerschelde, niet enkel aan de platen. Hiervan worden de arealen bepaald. Uitgangspunt hierbij is dat de oppervlakte laagdynamisch gebied niet mag afnemen. Er geldt dat een hoogteverandering van 5 centimeter of meer per jaar ongewenst is. Deze grens geldt gemiddeld over de plaatrand. De actuele waarde wordt bepaald uit de afzonderlijke punten. De RTK-raai hoogtemetingen worden per raai in een grafiek weergegeven, inclusief de gegevens van de voorgaande 10 jaren. De RTK-punt hoogtemetingen worden in een grafiek weergegeven over een periode van de laatste 10 jaar indien de bijbehorende geomorfologische codering van het meetpunt is gewijzigd ten opzichte van de vorige meting. Voor de T0-rapportage wordt voor iedere raai en ieder meetpunt in grafiekvorm de meetwaarden gepresenteerd over de periode van de 10 voorgaande jaren.

Het Overleg flexibel storten past een analysemethodiek toe om de hoogteveranderingen in het litoraal grafisch weer te geven, vanuit volgende idee:

Hoe lager een punt, hoe minder erosie toegestaan is omdat een plaat of slik dan onder de laagwaterlijn dreigt te verdwijnen. Hoe hoger een punt is gelegen, hoe meer erosie toegestaan is omdat de hoogte van het gebied dan meer naar de middelhoge en lage slikken en platen gaat. Voor sedimentatie geldt dat er op laaggelegen punten meer sedimentatie is toegestaan dan op hooggelegen punten. Naarmate een punt hoger komt te liggen, wordt de norm voor sedimentatie strenger. De eerder genoemde norm van 5 cm per jaar geldt daarom als een gemiddelde norm, die nader gespecificeerd is al naargelang de



hoogteligging. Voor deze indeling wordt gebruik gemaakt van vier hoogteklassen op basis van droogvalduur (dvd) (Bijlage-Tabel A-3). De droogvalduur wordt gebruikt, omdat deze over de Westerschelde gelijk blijft, terwijl de bijbehorende hoogte varieert over het bekken. De erosie/sedimentatieberekening gebeurt op basis van twee jaar, berekend met de gemiddelde bodemhoogte over het jaar voor de meetpunten. Getoetst wordt of deze berekende waarde voor een meetlocatie de norm overschrijdt en daarmee een negatieve ontwikkeling laat zien. De ontwikkelde toetsmethode lijkt na 7 jaar nog steeds toepasbaar als signaalparameter. Wel is het in de praktijk mogelijk dat eenzelfde meetpunt het ene jaar een overschrijding vertoont, terwijl dit het jaar erna niet het geval is. De interpretatie op grotere ruimtelijke schaal samen met andere metingen en visuele veldwaarnemingen is daarom belangrijk, evenals het beschouwen van een wat langere periode.

*Bijlage-Tabel A-3: 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

### Resultaten

De resultaten worden per plaatrandzone (HPW, HPN, PWA en RVB) weergegeven in de kwartaalrapporten van RWS Dienst Zeeland, Meetadviesdienst (Jentink, 2017a, 2017b, 2017c, 2017d) en in de datarapportage Opvolging Effecten Flexibel Storten 2017 (Jentink *et al.*, 2018). In de nota 'Toelichting op de resultaten toetsing criterium sedimentatie/erosie plaathoogtes' (Schrijver, 2018b) worden de resultaten van de sedimentatie-erosie metingen verder besproken.

### Toetsing

*De toetsing is overgenomen van het toetsingsverslag van 22 mei 2018.*

Voor dit criterium werd een methode ontwikkeld om te kunnen evalueren of de RTK-puntmetingen een te snelle sedimentatie of erosie vertonen. De methode werd op alle meetpunten toegepast. De punten die de sedimentatie- of erosienorm overschrijden, zijn door het Overleg flexibel storten besproken om te bepalen of:

- de ontwikkeling verband houdt met de plaatrandstoringen, en
- de ontwikkeling een probleem vormt.

#### Hooge Platen West (macrocel 1)

De zandrug die het achterliggende gebied luwer maakt, verplaatst zich niet langer naar het oosten. Het westelijk deel vertoont lichte erosie. Punt 932 ligt inmiddels bovenop de zandrug en daaroverheen lopen grote zandribbels, die de dynamiek op dit punt verklaren. De hoogte van deze rug is nog aan het toenemen. Punt 931 ligt nog net achter de zandrug aan de oostzijde is sinds september 2016 eroderend.

#### Hooge Platen Noord (macrocel 1)

Het voorland van de Hooge Platen Noord bleef tot het najaar van 2017 ophogen. Begin 2018 stagneerde de sedimentatie (punten 913-914-915). Centraal (916) is de sedimentatie

vrij sterk. De sedimentatie is er slibrijk. Ter hoogte van het zuidoostelijke deel (punten 906-907-908) was er eind 2017 een (beperkte) kentering in de hoogte-ontwikkeling zichtbaar. De sedimentatiesnelheid nam er af en op enkele punten was er sprake van erosie. Begin 2018 was er evenwel weer sprake van een sedimenterende trend. Hoewel de ophoging dus voor een groot aantal meetpunten boven de norm ligt, is er geen duidelijke versnelling van de plaatverhoging zichtbaar.

#### *Rug van Baarland (macrocel 4)*

Zowel de zuidwestelijke (809 en 815) als zuidoostelijke (804) plaatrand eroderen verder. Centraal-zuidelijk (811-812) sedimenteert de plaat verder met een hogere snelheid dan de norm. Ter hoogte van de overige punten op de plaat is er sprake van sedimentatie-erosie binnen de normen of nabij de norm.

#### *Plaat van Walsoorden (macrocel 5)*

Het effect van de plaatrandstortingen lijkt uitgevlakt. Er is ter hoogte van de noordwestelijke zandtong nog sprake van sedimentatie maar deze blijft binnen de grenzen. De hoogte van de noordelijke zandtong neemt sterk toe (529-528). Centraal op de plaat blijven de hoogteliggingen vrij stabiel. Ter hoogte van de nieuwe meetpunten aan de zuidoostelijke plaatpunt 523-524 en 525 worden sterke erosieve ontwikkelingen vastgesteld. Deze plaatrand neemt sterk af in hoogte. Ter hoogte van het punt 509, ten westen van de plaatval uit 2014, is er weer sprake van vrij sterke aanzanding na de sterke erosie van 2015 en 2016.

### A.3.4 Schorranderosie

#### *Benodigde gegevens*

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

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

#### *Methodiek*

Jaarlijks wordt de positie van de schorranden ingemeten door Rijkswaterstaat. De meetresultaten worden gepresenteerd in grafieken waarin de profielen van iedere meting weergegeven worden. Alleen de metingen vanaf 2000 worden gepresenteerd in verband met de leesbaarheid van de grafiek. Bij locaties waar een duidelijk schorklif aanwezig is wordt ook de ligging van het schorklif ten opzichte van 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. De afstand vanaf het nulpunt tot bijvoorbeeld een hoogte van +1 m NAP bepaald. Hetzelfde wordt gedaan vanaf het nulpunt tot bijvoorbeeld 0 m NAP. Daarna wordt het gemiddelde van beide bepalingen berekend; dit geeft de ligging weer van de zone tussen beide controlepunten (in dit voorbeeld +1 m NAP en 0 m NAP). Dit is een maat voor de ontwikkeling van het voorland. In Jentink *et al.* (2018) worden de schor-slikprofielen van alle locaties op de Westerschelde gepresenteerd. De ligging van de profielen is hier ook in aangeduid.

### **Toetsing**

*De toetsing is overgenomen van het toetsingsverslag van 22 mei 2018.*

De verschillende schorren werden door het Overleg flexibel storten beoordeeld. De meeste schorranden zijn stabiel. Op de schorranden waar erosie zichtbaar is, was deze reeds gaande, en werden geen trendbreuken vastgesteld. Er worden geen ontwikkelingen waargenomen die aanleiding geven tot nader onderzoek of actie.

De volgende zaken zijn vermeldenswaardig:

- De trend van erosie bij het Zuidgors is sinds enkele jaren omgezet in sedimentatie in raaien 2210 tot en met 2250. Dit is waarschijnlijk een effect van de stortingen in de nevengeulstortzones SN31 in een aantal vakjes die naar verwachting aanleiding konden geven tot sedimentatie van het Zuidgors. Blijkbaar heeft het storten in deze specifieke vakjes dus positief gewerkt. Nabij raaien 2260 en 2270 vertoont het voorland evenwel lichte erosie. Het geultje in het voorland nabij raaien 2300 en 2310 verondiept weer sterk;
- Aan de Platen van Hulst zet de erosieve trend van het voorland zich verder door;
- De erosie van het slik aan de oostkant bij Saeftinghe gaat door. Vooral ter hoogte van de raaien 2780, 2790 en 2800 is deze teruggang opvallend. Deze is al langer gaande, maar wordt aangemerkt als een algemeen zorgpunt.

## **A.3.5 Ontwikkeling ecologisch waardevol areaal Westerschelde**

### **Benodigde gegevens en methodiek**

Het totaal areaal ecologisch waardevol gebied wordt bepaald aan de hand van de ecotopenkaarten van de Westerschelde van de jaren 2010, 2011, 2012, 2015 en 2016. Ieder jaar wordt op basis van de ecotopenkaart het areaal 'Ecologisch Waardevol Gebied' bepaald. Dit gebied wordt samengesteld uit de arealen

- Laagdynamisch zacht substraat in het ondiepe sublitoraal;
- Laagdynamisch fijnzandig laag litoraal;
- Laagdynamisch slibrijk laag litoraal;
- Laagdynamisch fijnzandig middelhoog litoraal;
- Laagdynamisch slibrijk middelhoog litoraal;
- Laagdynamisch fijnzandig hoog litoraal;
- Laagdynamisch slibrijk hoog litoraal.

De evolutie wordt weergegeven in een grafiek, waarbij de T0 situatie is vastgesteld in 2010.

### **Resultaten**

De arealen van de hierboven genoemde gebieden zijn in onderstaande tabel weergegeven. De totalen en de verandering ten opzichte van 2010 worden weergegeven.

*Bijlage-Tabel A-4: Ontwikkeling van het laagdynamisch, ecologisch waardevol areaal*

Ecotoop	1996	2001	2004	2008	2010	2011	2012	2015	2016
LD fijnzandig hoog litoraal	315	260	296	292	313	335	298	316	281
LD fijnzandig laag litoraal	76	146	223	153	213	210	203	206	207
LD fijnzandig middelhoog litoraal	894	1074	1629	1493	1909	2061	2004	2174	1820
LD slibrijk hoog litoraal	400	322	287	197	302	297	247	267	286
LD slibrijk laag litoraal	210	236	209	177	134	125	118	119	155
LD slibrijk middelhoog litoraal	1845	1688	1319	1242	1035	965	1060	969	1154
LD zacht substraat in het ondiepe sublitoraal	280	332	384	398	432	441	465	463	494
<b>Totaal</b>	<b>4019</b>	<b>4058</b>	<b>4349</b>	<b>3952</b>	<b>4337</b>	<b>4433</b>	<b>4395</b>	<b>4515</b>	<b>4398</b>

### **Toetsing**

*De toetsing is overgenomen van het toetsingsverslag van 12 september 2017.*

Ten opzichte van 2010 is het laagdynamisch areaal nog licht toegenomen (+60 ha), echter van 2015 naar 2016 is in één jaar 117 ha laagdynamisch areaal verloren geraakt. Dit is voor het grootste deel te wijten aan een aanzienlijk verlies aan middelhoog fijnzandig areaal (-354 ha), waar een deel van lijkt te zijn omgezet in middelhoog slibrijk areaal (+185 ha) en een deel naar hoogdynamisch fijnzandig litoraal (+138 ha). Van het totale verlies van 117 ha van 2015 tot 2016 is 41 ha in de zone van de plaatrandstortgebieden verloren gegaan (exclusief Rug van Baarland).

De ontwikkelingen tot en met 2012 werden geanalyseerd in het kader van de T2009-opdracht. Er is een kleine toename zichtbaar voor het laagdynamisch areaal en een afname voor het areaal intergetijdengebied (= hoogdynamisch areaal).

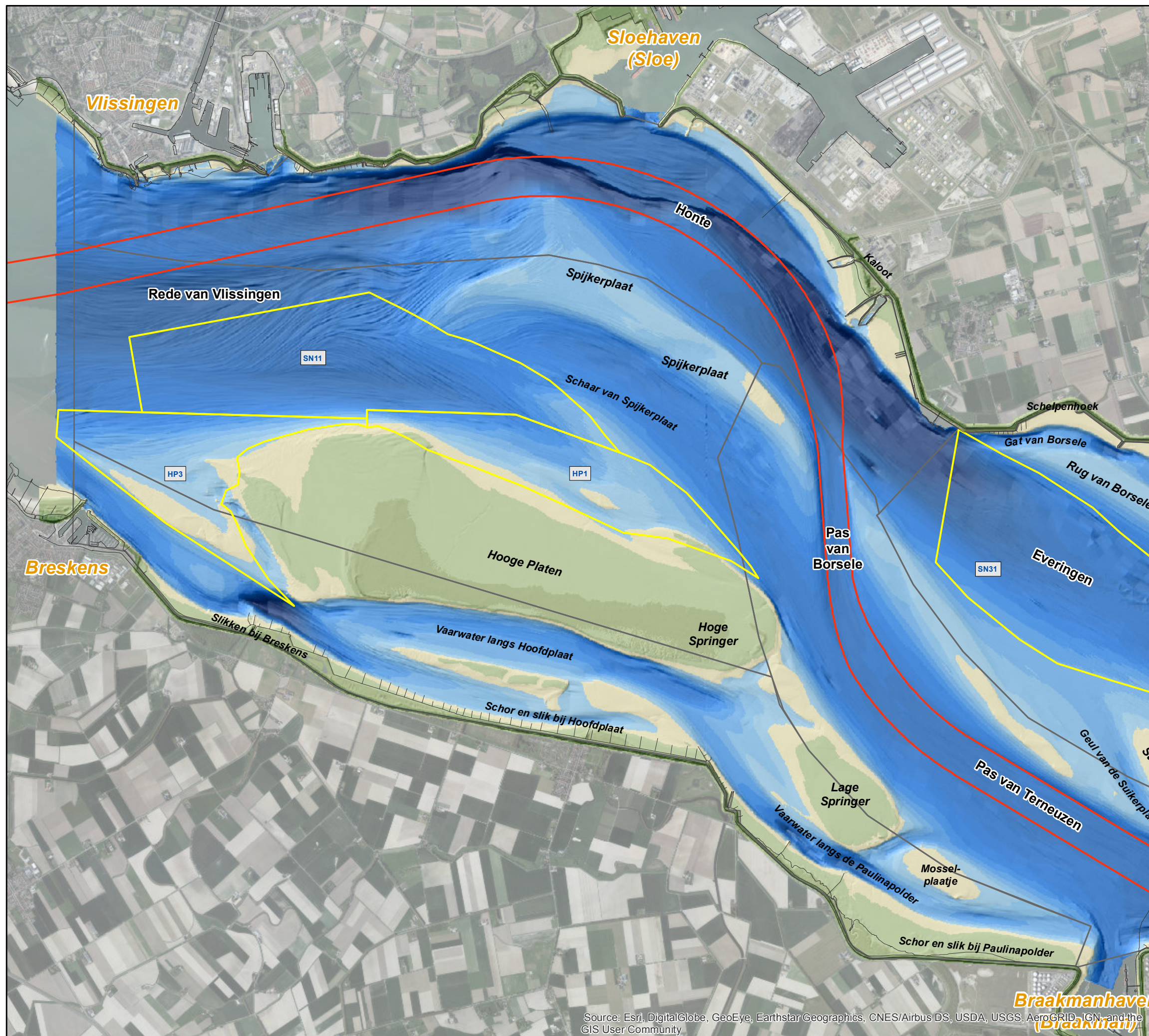
Op voorgaande toetsoverleggen was besloten om de nieuwe projecten die in het kader van natuurherstel zijn aangelegd (zoals bijvoorbeeld Perkpolder), van de ecotopenkaart af te knippen, en niet in deze toetsing te beschouwen omdat op die manier het effect van de verruiming zuiverder wordt bekeken. Dit is nog niet aan de orde in de kaart van 2016. Op een aantal platen is doorgaande ophoging zichtbaar en vergroot het areaal schor:

- **Hooge Platen:** Aan de zuidrand, op het hoogste deel van de plaat neemt het areaal schor toe (vooral op de Bol en Hoge Springer).
- **Plaat van Walsoorden:** Bovenop de plaat is er schorvorming, maar ten gevolge van de erosie van de oostelijke punt neemt het totaal areaal schor af. Echter is op de westelijke droogvallende plaat procentueel meer schor dan voorheen.

Om de toekomstige stortstrategie te bepalen is het nodig om de winst inzake laagdynamisch areaal af te wegen ten opzichte van ontwikkelingen elders in de Westerschelde, en de winst op langere termijn te beschouwen. Dit zal aan de orde komen in het kader van de T2015-opdracht en de Agenda voor de Toekomst.

## **Bijlage B      Geselecteerd kaartmateriaal**





Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community



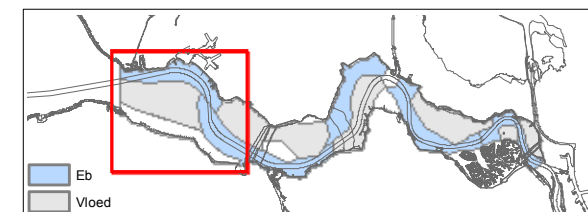
**VLAAMSE OVERHEID**  
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

### Monitoringprogramma Flexibel Storten

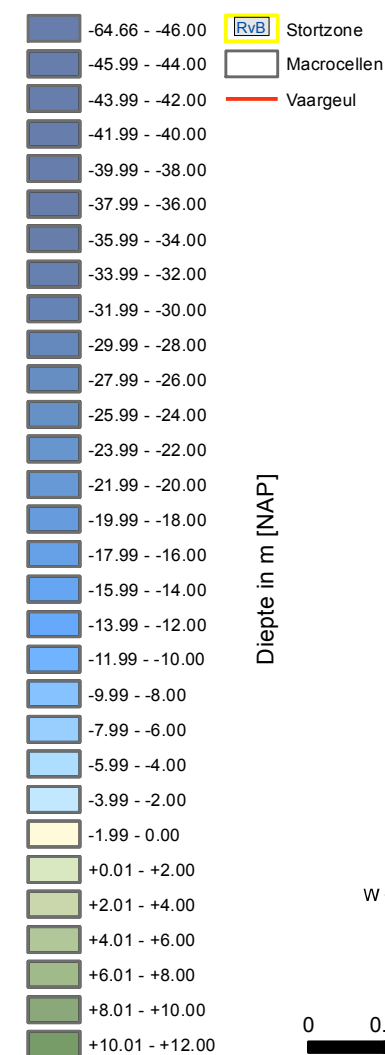
Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

### Dieptekaart Westerschelde 2017 Macrocel 1 & 2

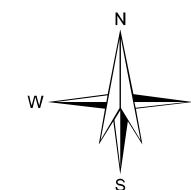
11353\_016-020\_190131\_B\_WES2017\_fig16-20 Datum: 31/01/2019  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API Figuur 16



Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be

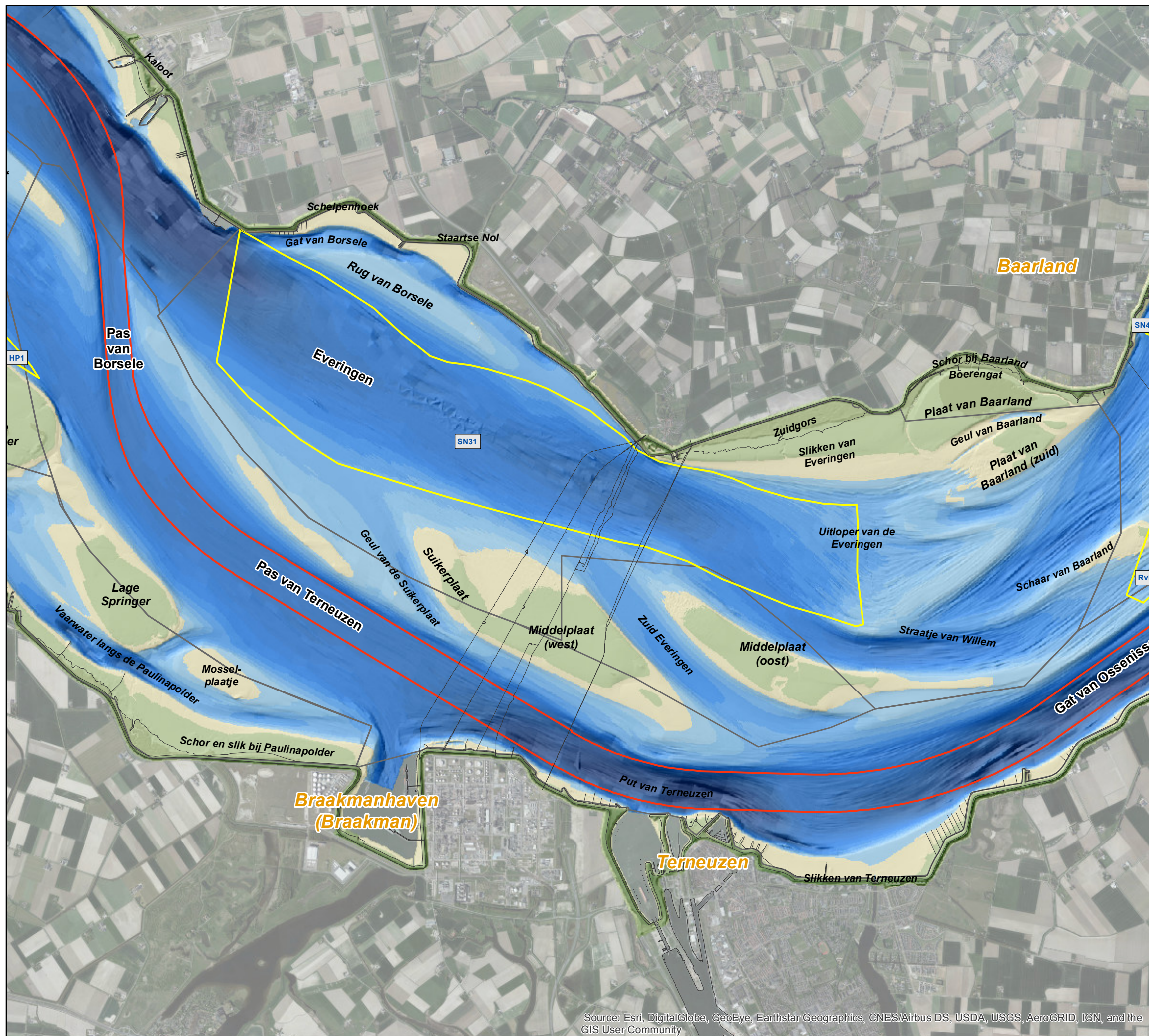


Diepte in m [NAP]



0 0.5 1 1.5 2 km





Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community



**VLAAMSE OVERHEID**  
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

## Monitoringprogramma Flexibel Storten

Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

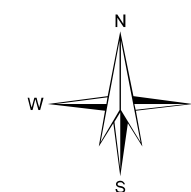
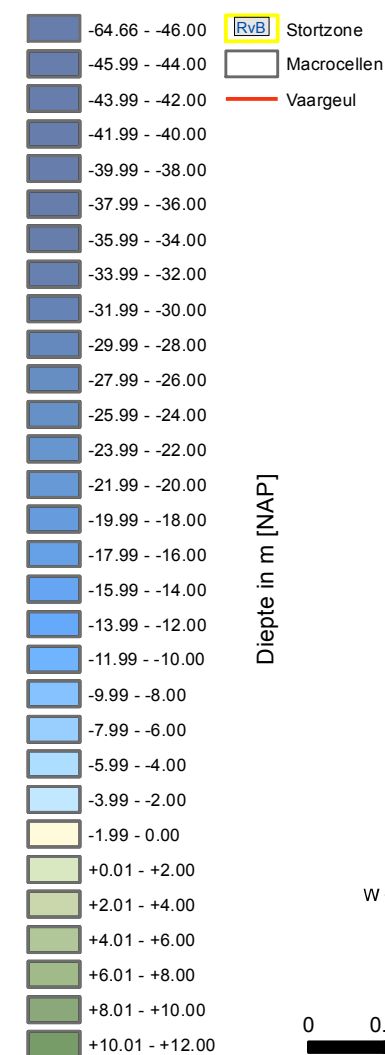
### Dieptekaart Westerschelde 2017 Macrocel 3

11353\_016-020\_190131\_B\_WES2017\_fig16-20  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API

Datum: 31/01/2019  
Figuur 17

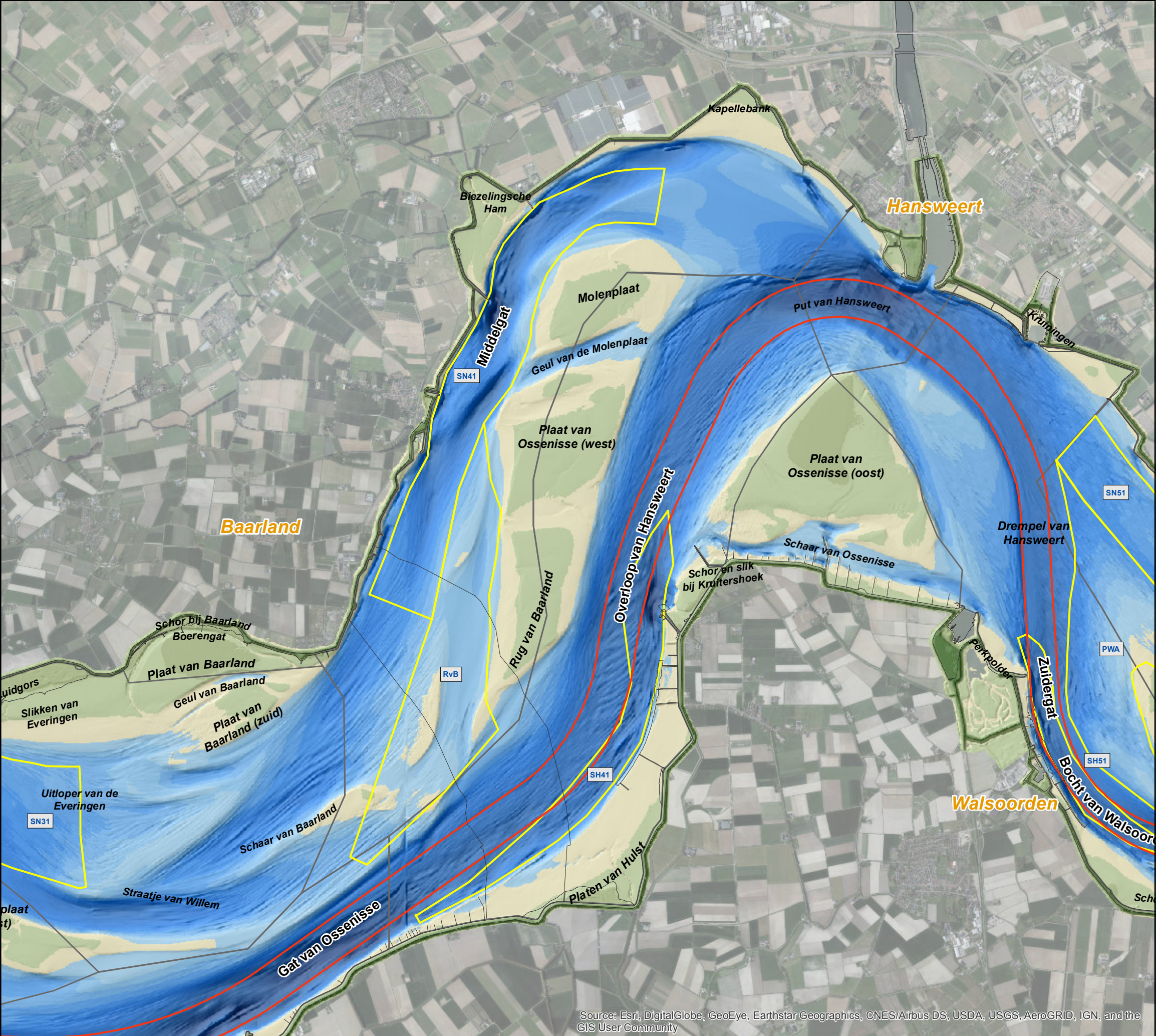



Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be



0 0.5 1 1.5 2 km





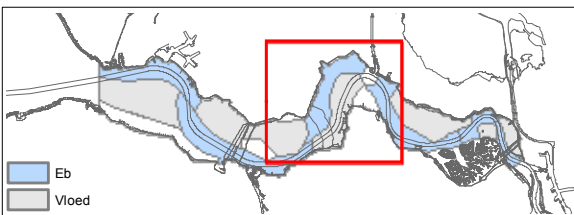


**VLAAMSE OVERHEID**  
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

**Monitoringprogramma Flexibel Storten**  
Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport


**Dieptekaart  
Westerschelde 2017  
Macrocel 4**

11353\_016-020\_190131\_B\_WES2017\_fig16-20      Datum: 31/01/2019  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API      Figuur 18



Eb

Vloed



Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be

-64.66 - -46.00

-45.99 - -44.00

-43.99 - -42.00

-41.99 - -40.00

-39.99 - -38.00

-37.99 - -36.00

-35.99 - -34.00

-33.99 - -32.00

-31.99 - -30.00

-29.99 - -28.00

-27.99 - -26.00

-25.99 - -24.00

-23.99 - -22.00

-21.99 - -20.00

-19.99 - -18.00

-17.99 - -16.00

-15.99 - -14.00

-13.99 - -12.00

-11.99 - -10.00

-9.99 - -8.00

-7.99 - -6.00

-5.99 - -4.00

-3.99 - -2.00

-1.99 - 0.00

+0.01 - +2.00

+2.01 - +4.00

+4.01 - +6.00

+6.01 - +8.00

+8.01 - +10.00

+10.01 - +12.00

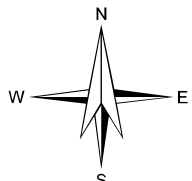
RvB

Stortzone

Macrocellen

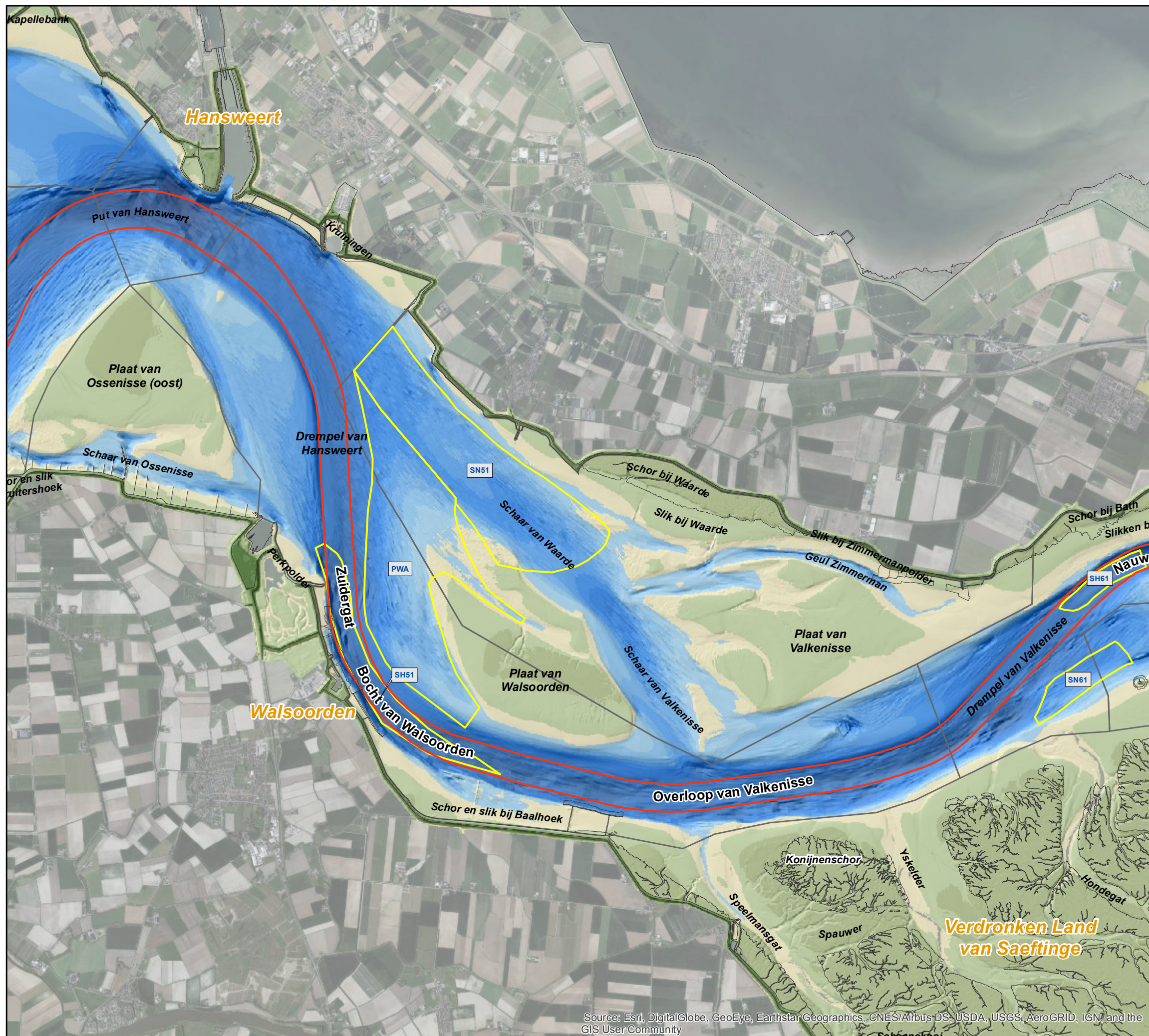
Vaargeul

Diepte in m [NAP]



0    0.5    1    1.5    2 km





Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community



**VLAAMSE OVERHEID**  
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

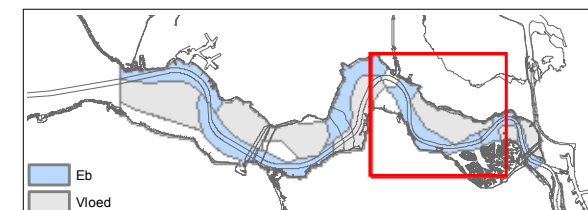
## Monitoringprogramma Flexibel Storten

Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

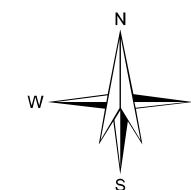
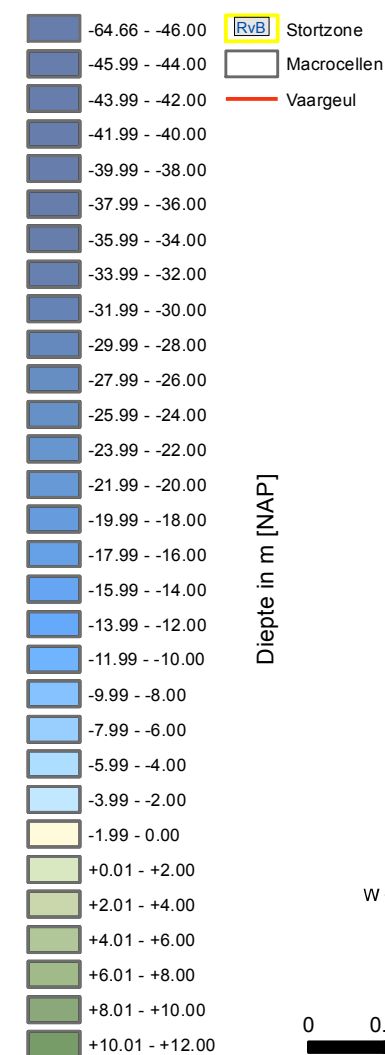
### Dieptekaart Westerschelde 2017 Macrocel 5

11353\_016-020\_190131\_B\_WES2017\_fig16-20  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API

Datum: 31/01/2019  
Figuur 19



Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be



0 0.5 1 1.5 2 km





Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, UGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community



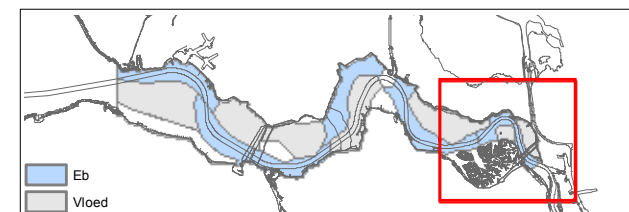
**VLAAMSE OVERHEID**  
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

## Monitoringprogramma Flexibel Storten

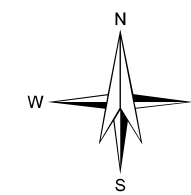
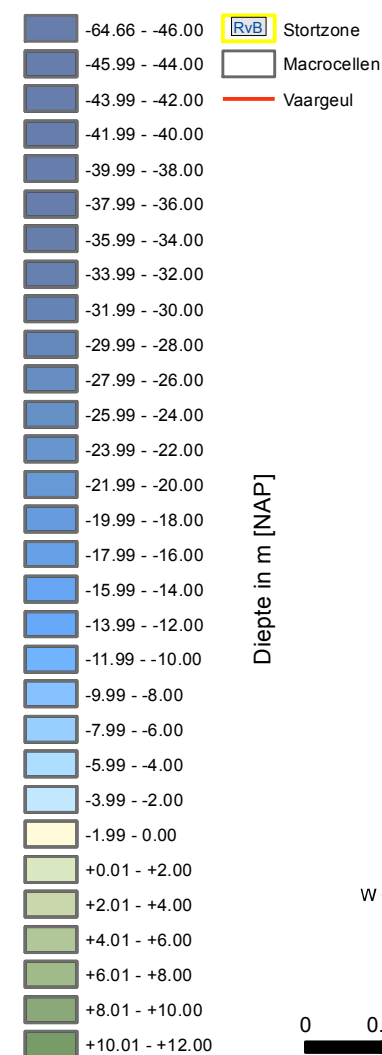
Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

### Dieptekaart Westerschelde 2017 Macrocel 6 & 7

11353\_016-020\_190131\_B\_WES2017\_fig16-20 Datum: 31/01/2019  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API Figuur 20

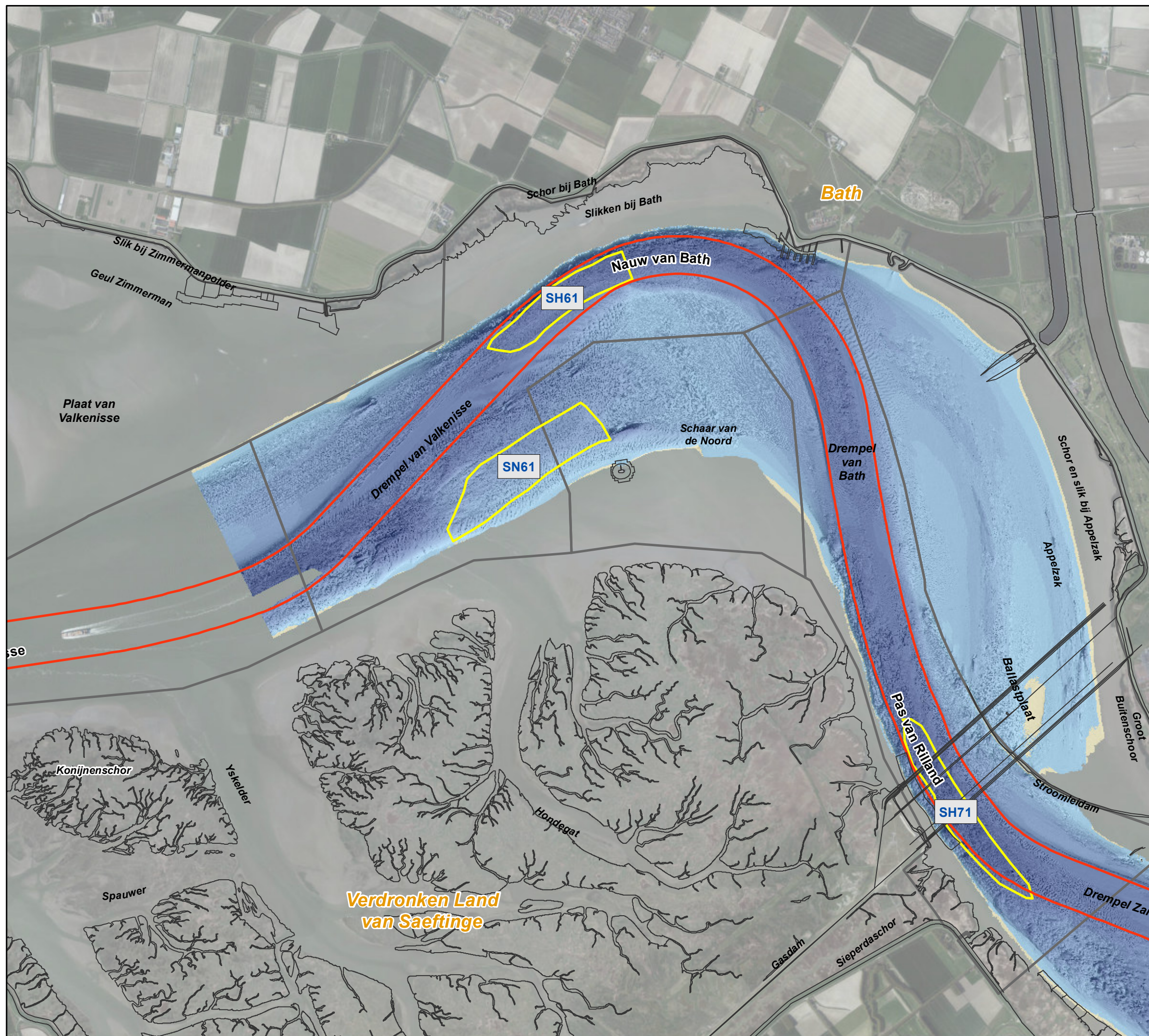


Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be



0 0.5 1 1.5 2 km





**VLAAMSE OVERHEID**  
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

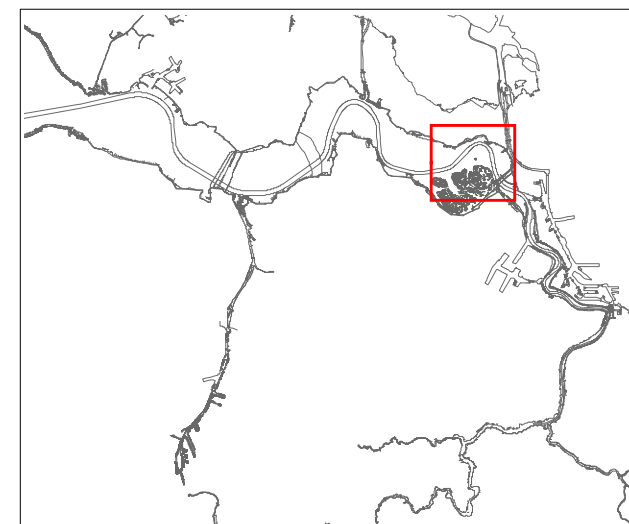
## Monitoringprogramma Flexibel Storten

Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

## Dieptekaart 2017 Beneden - Zeeschelde Bath - Saeftinghe

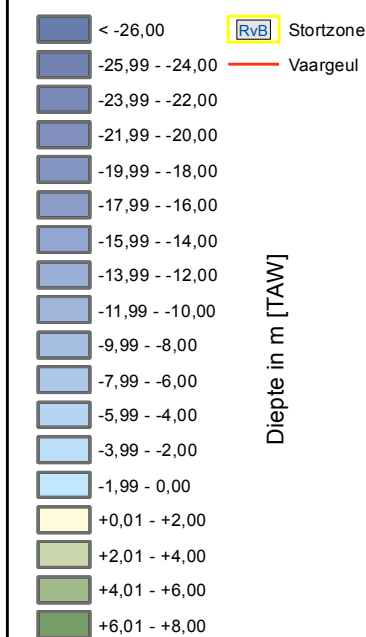
11353\_92-97\_190131\_B\_BEZ2017\_fig92-97  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API

Datum: 31/01/2019  
Figuur 92

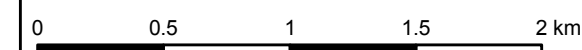
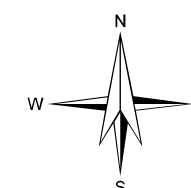


Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be

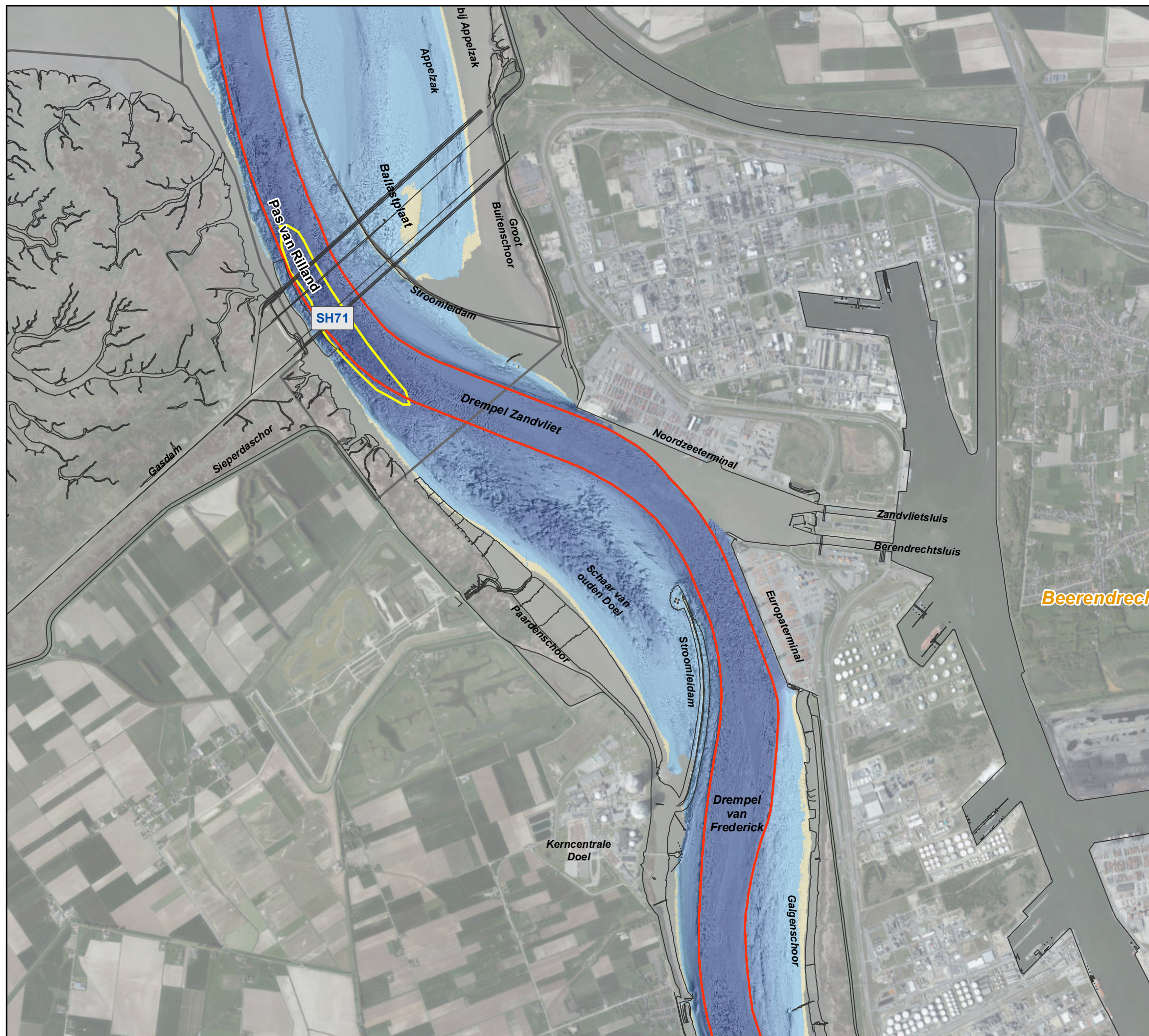
## Legende



Diepte in m [TAW]







**VLAAMSE OVERHEID**  
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

## Monitoringprogramma Flexibel Storten

Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

### Dieptekaart 2017 Beneden - Zeeschelde Saeftinge - Doel

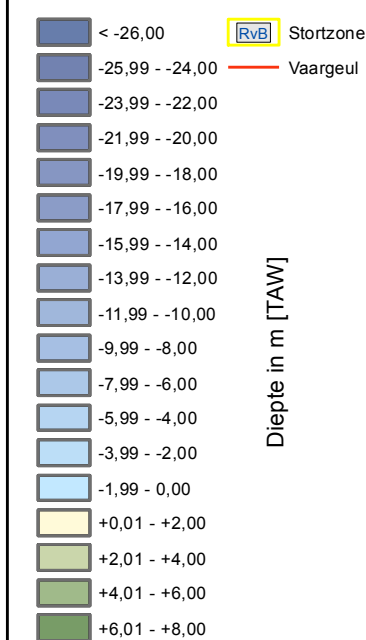
11353\_92-97\_190131\_B\_BEZ2017\_fig92-97  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API

Datum: 31/01/2019  
Figuur 93

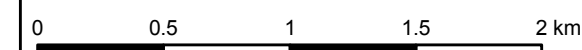
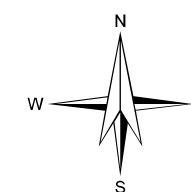


Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be

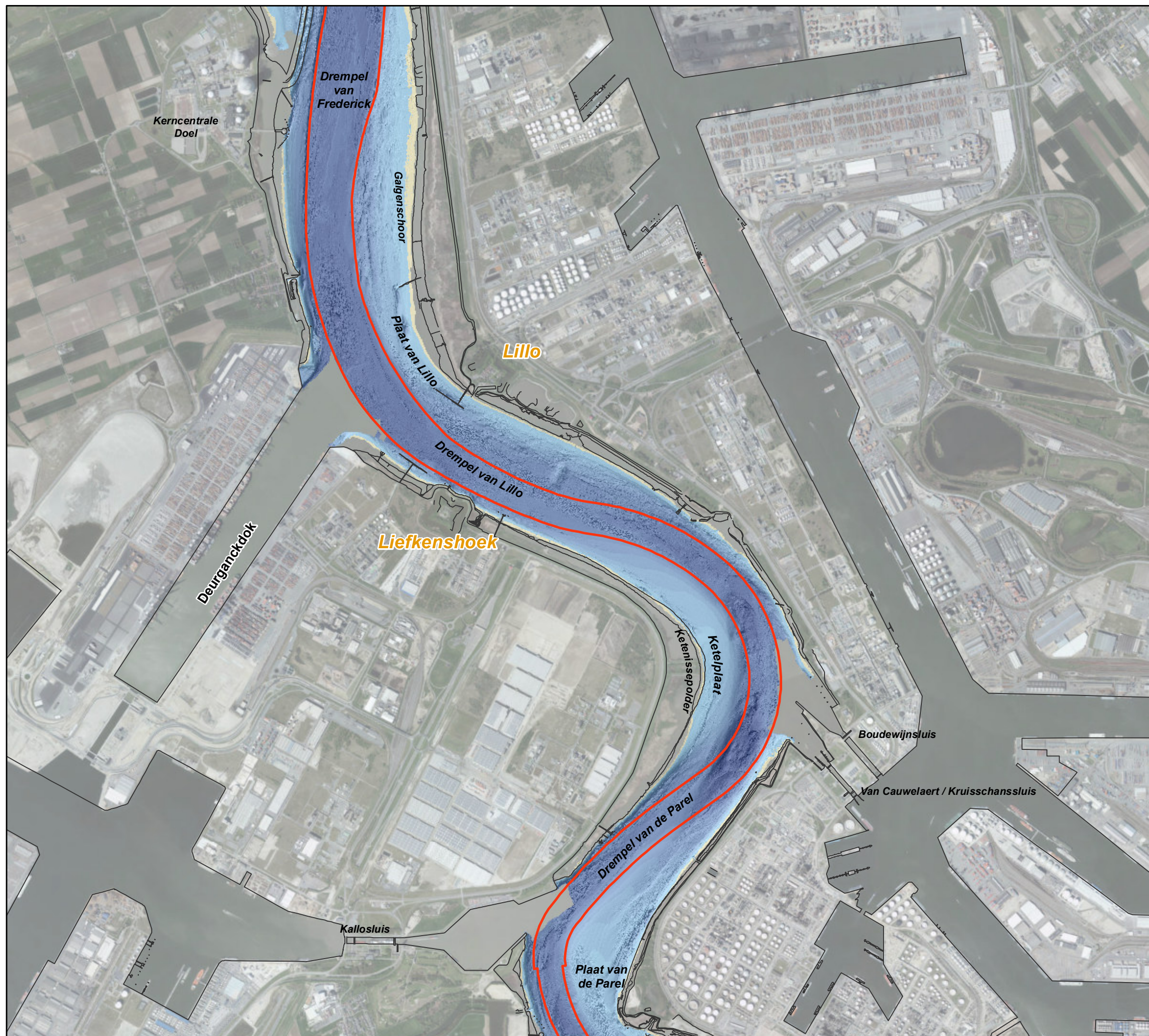
## Legende



Diepte in m [TAW]







**VLAAMSE OVERHEID**

Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

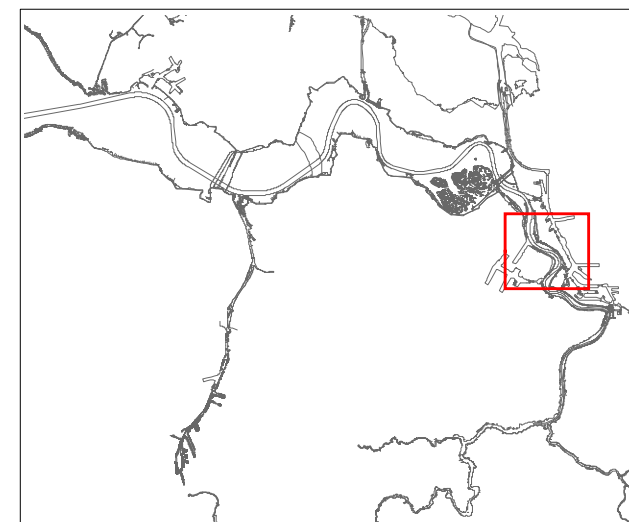
## Monitoringprogramma Flexibel Storten

Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

### Dieptekaart 2017 Beneden - Zeeschelde Doel - Filip

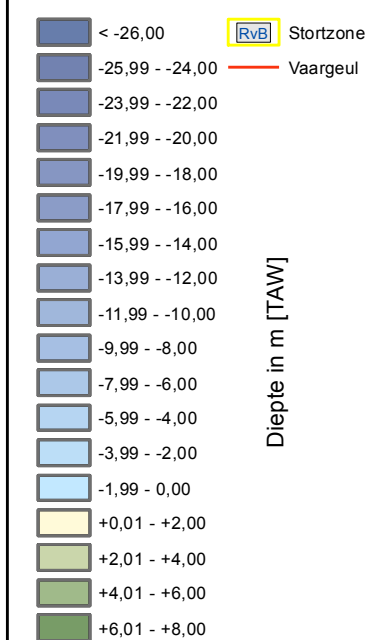
11353\_92-97\_190131\_B\_BEZ2017\_fig92-97  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API

Datum: 31/01/2019  
Figuur 94

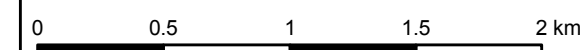
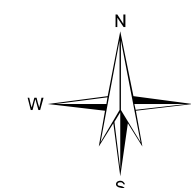


Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be

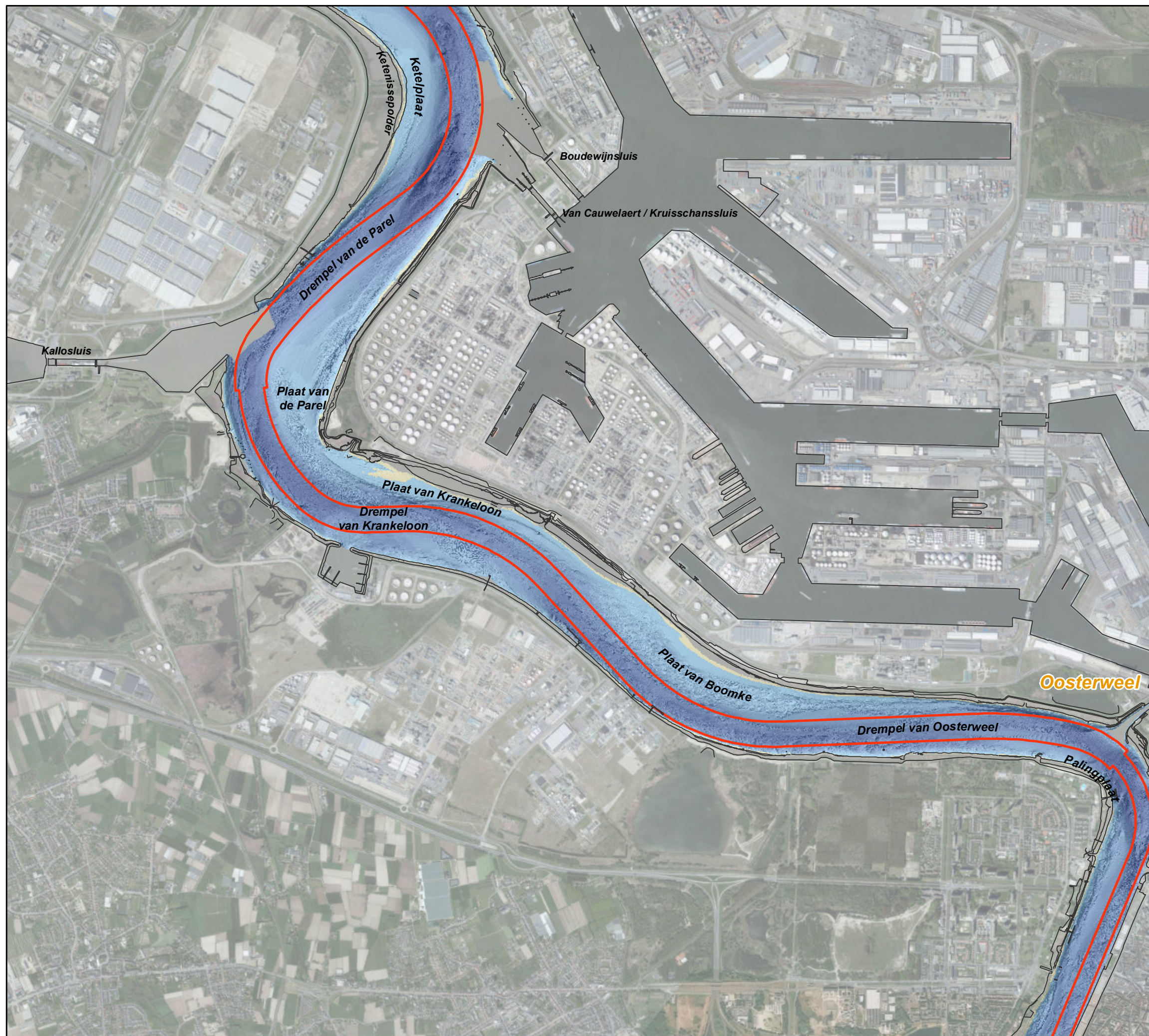
## Legende



Diepte in m [TAW]







**VLAAMSE OVERHEID**  
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

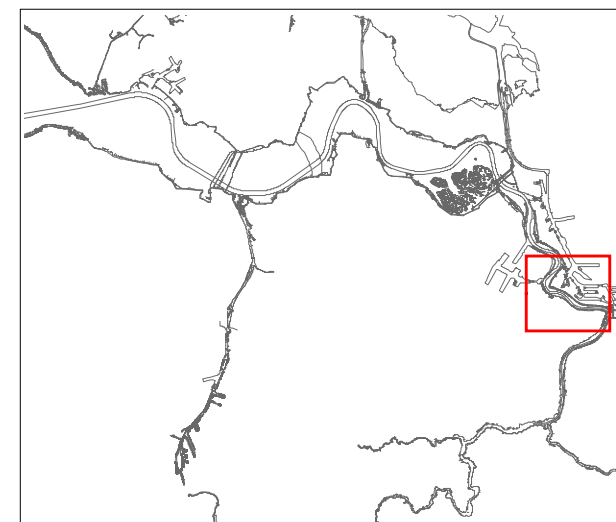
## Monitoringprogramma Flexibel Storten

Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

### Dieptekaart 2017 Beneden - Zeeschelde Filip - Oosterweel

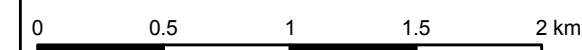
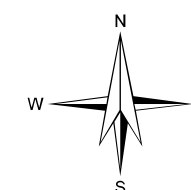
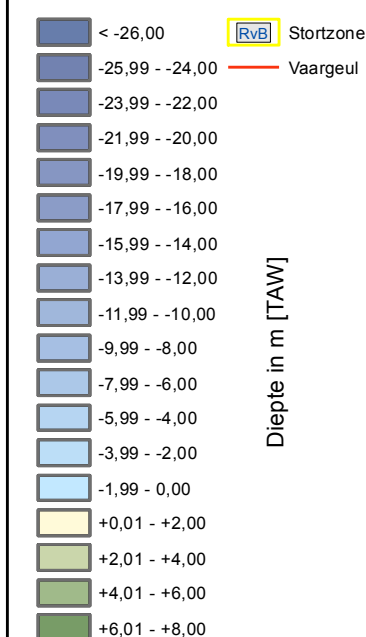
11353\_92-97\_190131\_B\_BEZ2017\_fig92-97  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API

Datum: 31/01/2019  
Figuur 95



Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be

## Legende







**VLAAMSE OVERHEID**  
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

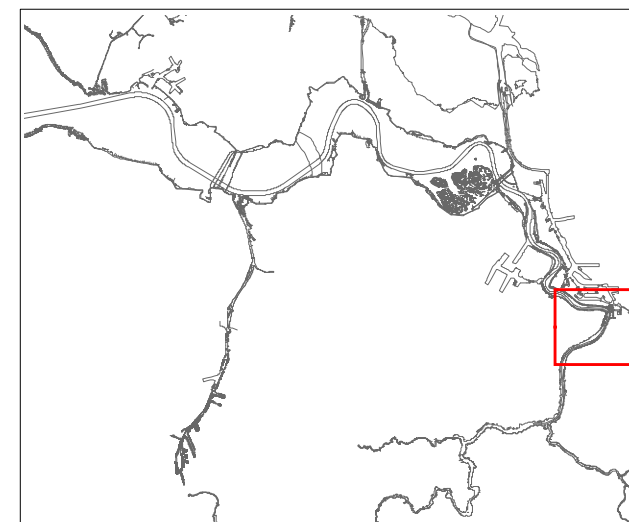
## Monitoringprogramma Flexibel Storten

Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

## Dieptekaart 2017 Beneden - Zeeschelde Rede van Antwerpen

11353\_92-97\_190131\_B\_BEZ2017\_fig92-97  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API

Datum: 31/01/2019  
Figuur 96

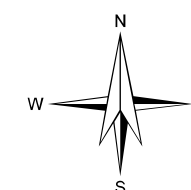


Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be

## Legende

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

Diepte in m [TAW]



0 0.5 1 1.5 2 km





**VLAAMSE OVERHEID**

Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

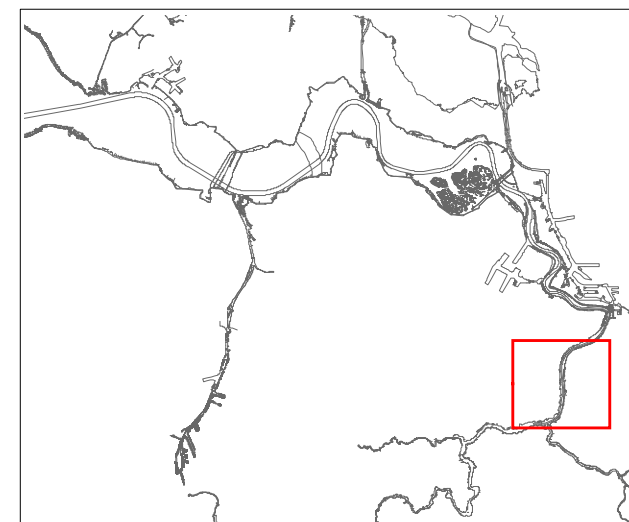
## Monitoringprogramma Flexibel Storten

Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

### Dieptekaart 2017 Beneden - Zeeschelde Burcht - Rupelmonde

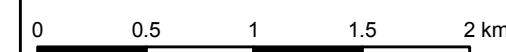
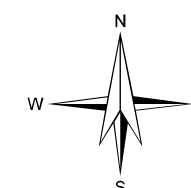
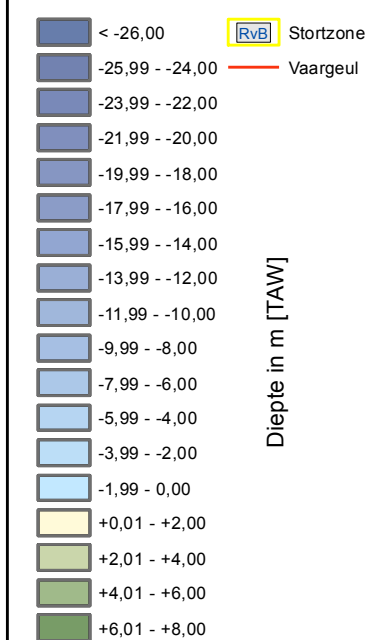
11353\_92-97\_190131\_B\_BEZ2017\_fig92-97  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API

Datum: 31/01/2019  
Figuur 97

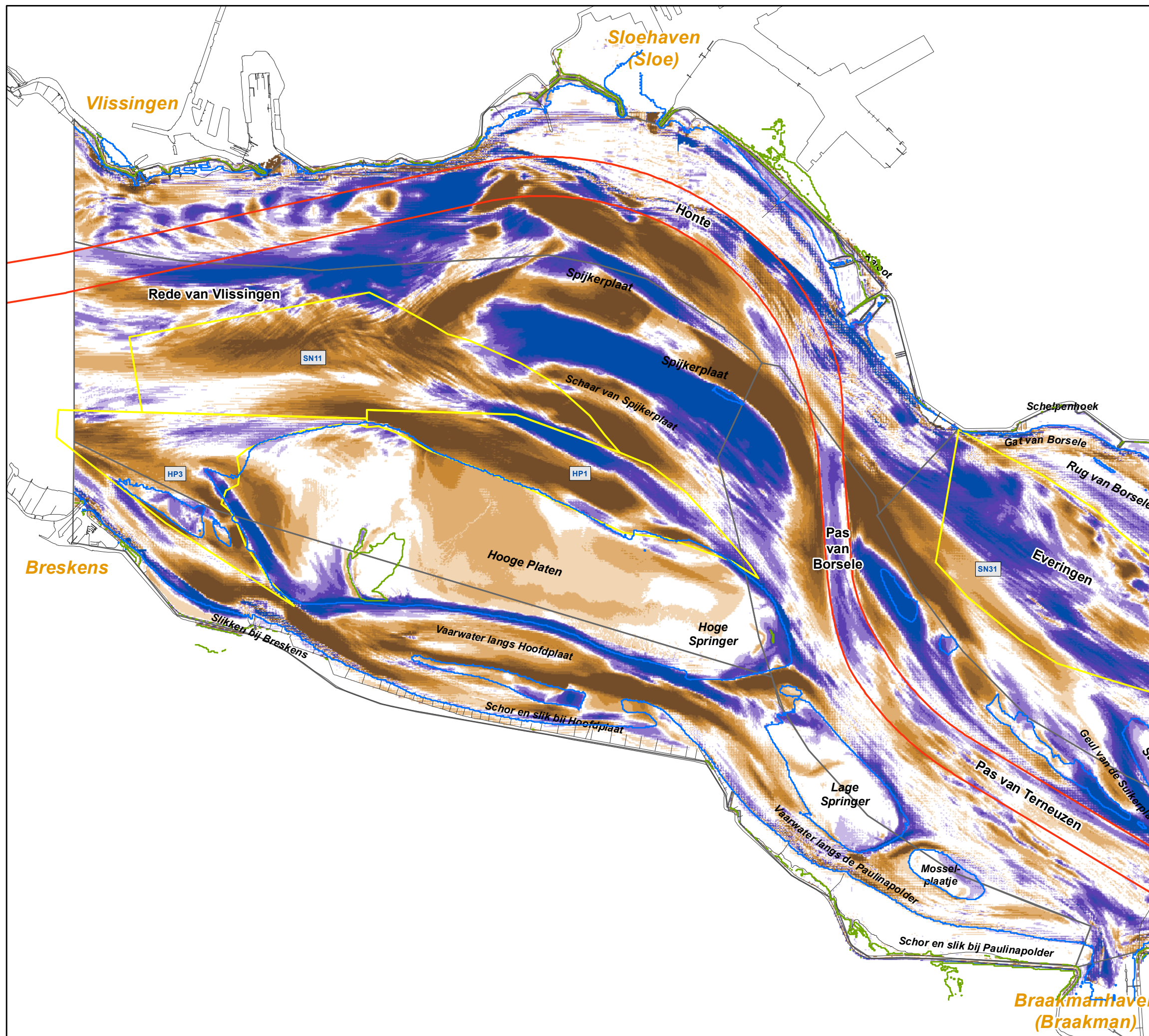


Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be

## Legende







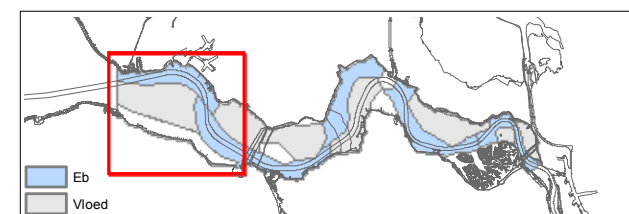
**VLAAMSE OVERHEID**  
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

## Monitoringprogramma Flexibel Storten

Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

## Verschilkaart Westerschelde 2017 - 2009 Macrocel 1 & 2

11353\_031-35\_190131\_V\_WES2017-2009\_fig31-35 Datum: 31/01/2019  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API Figuur 31

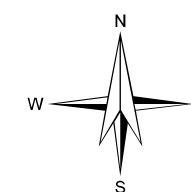
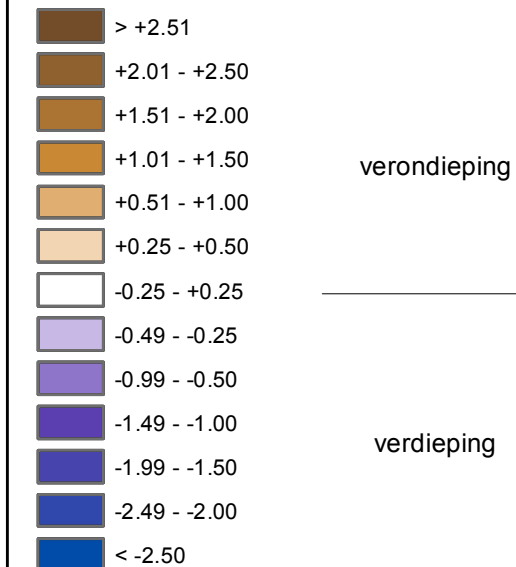


Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be

## Legende

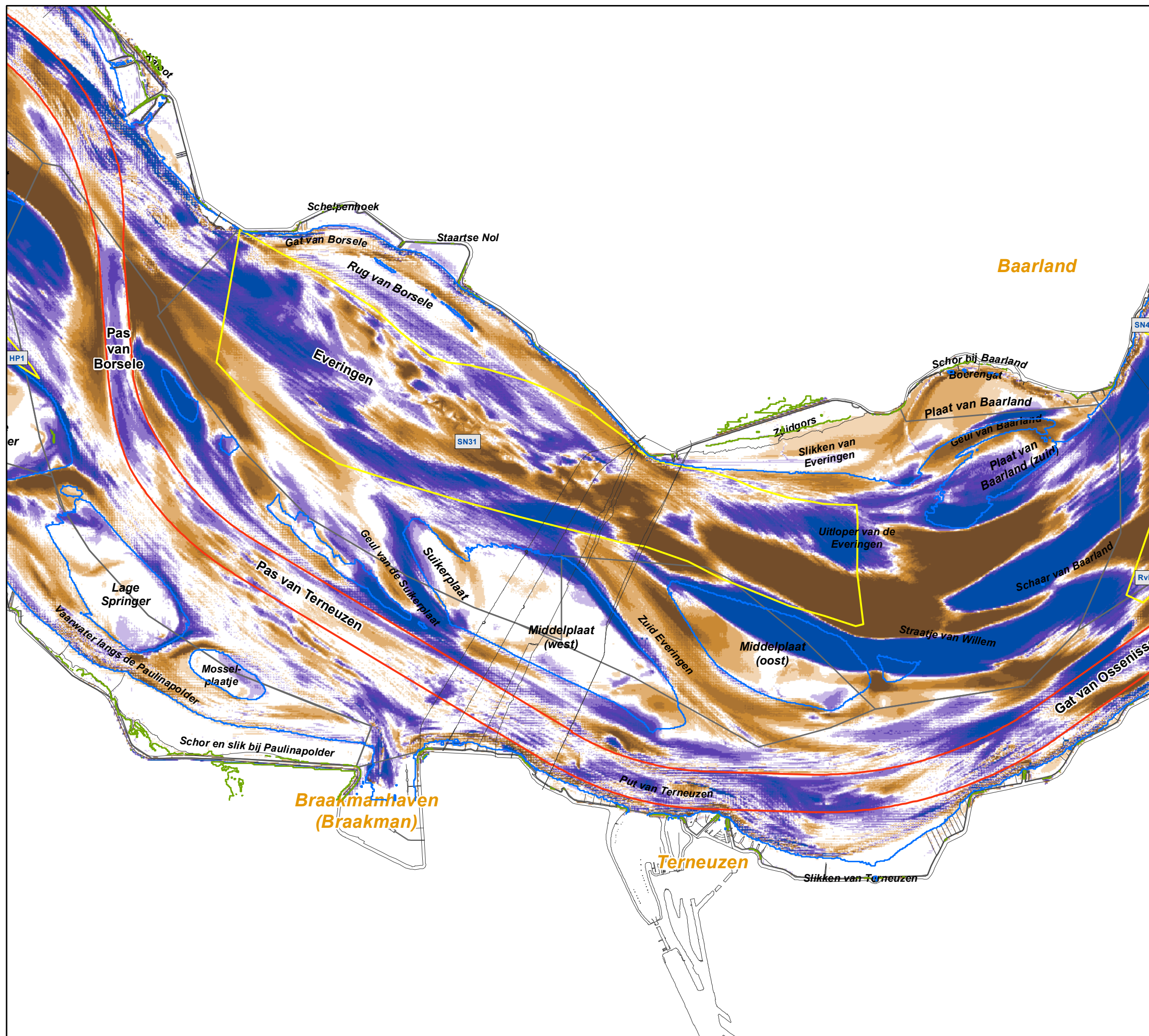
- RvB Stortzone
- Macrocellen
- Vaargeul
- ~ LW
- ~ HW

## verschil 2017-2009 (m)



0 0.5 1 1.5 2 km





**VLAAMSE OVERHEID**  
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

## Monitoringprogramma Flexibel Storten

Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

## Verschilkaart Westerschelde 2017 - 2009 Macrocel 3

11353\_031-35\_190131\_V\_WES2017-2009\_fig31-35Datum: 31/01/2019  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API Figuur 32



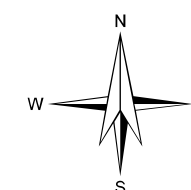
Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be

## Legende

- RVB Stortzone
- Macrocellen
- Vaargeul
- ~ LW
- ~ HW

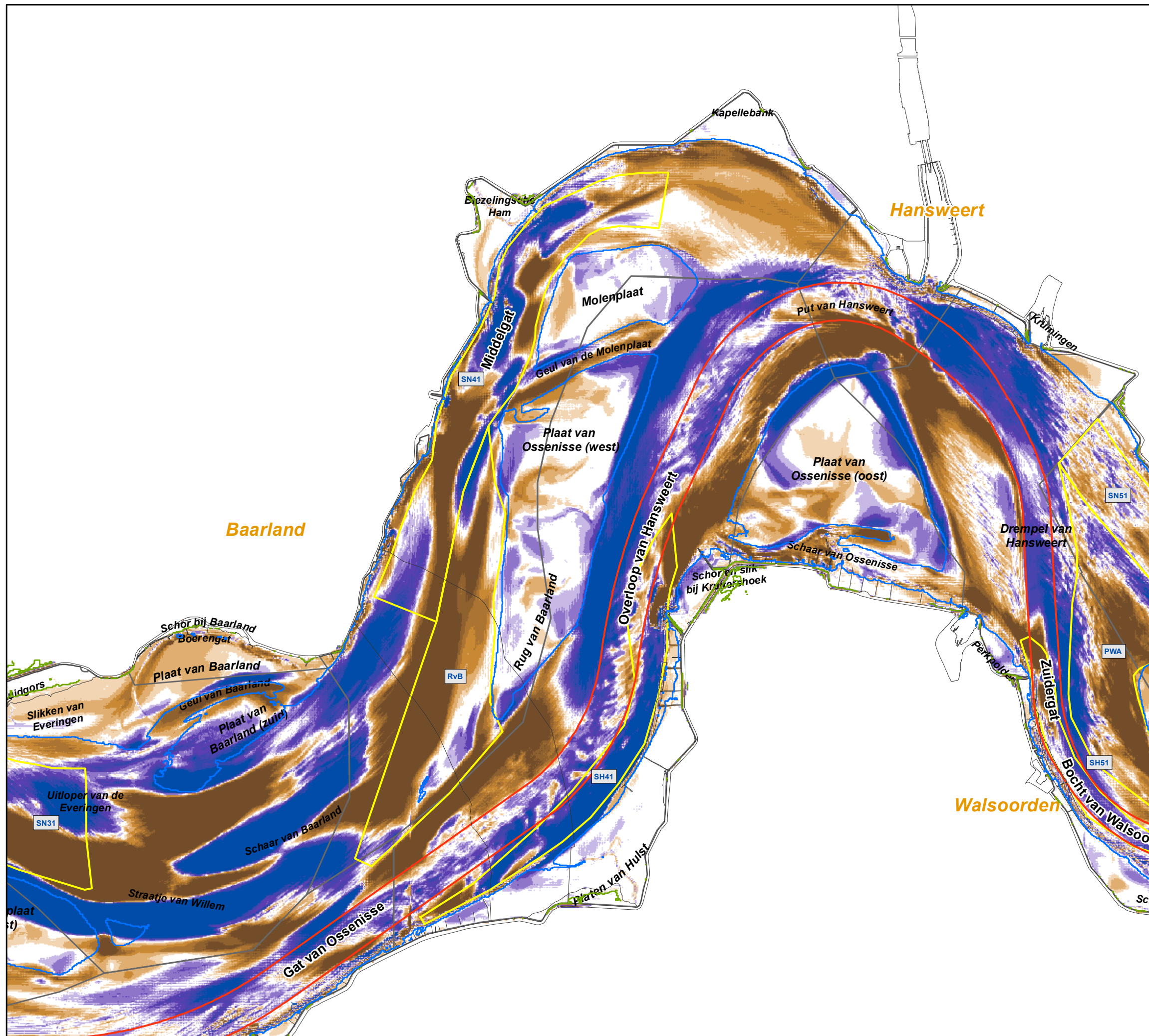
## verschil 2017-2009 (m)

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



0 0.5 1 1.5 2 km





**VLAAMSE OVERHEID**  
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

### Monitoringprogramma Flexibel Storten

Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

### Verschilkaart Westerschelde 2017 - 2009 Macrocel 4

11353\_031-35\_190131\_V\_WES2017-2009\_fig31-35 Datum: 31/01/2019  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API Figuur 33



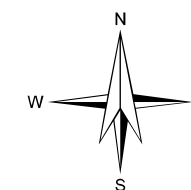
Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be

### Legende

- RvB Stortzone
- Macrocellen
- Vaargeul
- ~ LW
- ~ HW

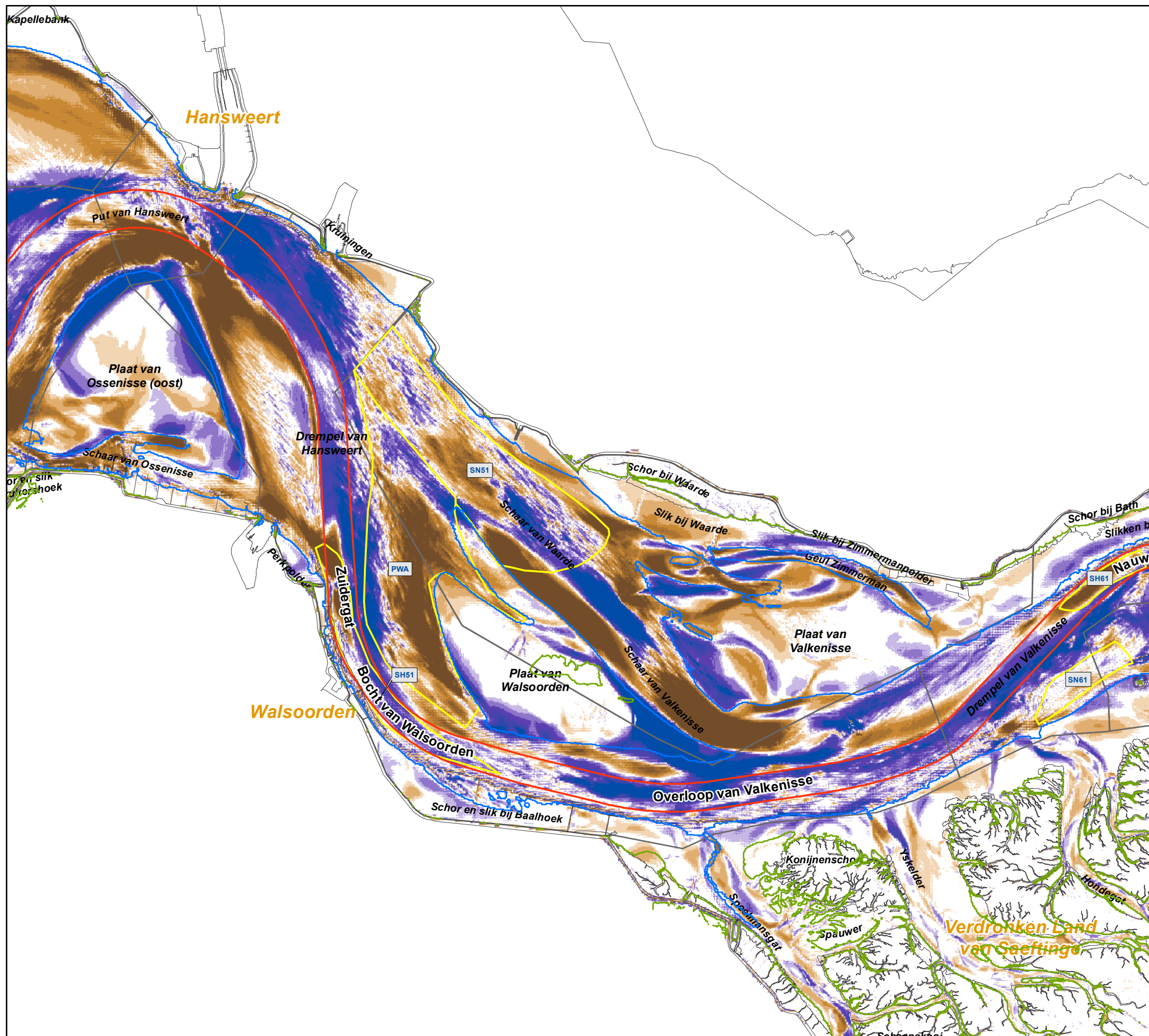
#### verschil 2017-2009 (m)

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



0 0.5 1 1.5 2 km





**VLAAMSE OVERHEID**

Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

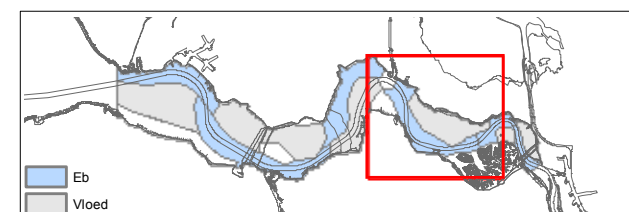
## Monitoringprogramma Flexibel Storten

Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

## Verschilkaart Westerschelde 2017 - 2009 Macrocel 5

11353\_031-35\_190131\_V\_WES2017-2009\_fig31-35 Datum: 31/01/2019  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API

Figuur 34



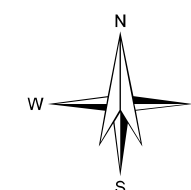
Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be

## Legende

- RvB Stortzone
- Macrocellen
- Vaargeul
- LW
- HW

## verschil 2017-2009 (m)

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



0 0.5 1 1.5 2 km





VLAAMSE OVERHEID

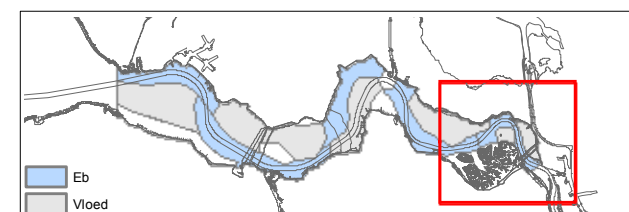
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

## Monitoringprogramma Flexibel Storten

Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

### Verschilkaart Westerschelde 2017 - 2009 Macrocel 6 & 7

11353\_031-35\_190131\_V\_WES2017-2009\_fig31-35 Datum: 31/01/2019  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API Figuur 35



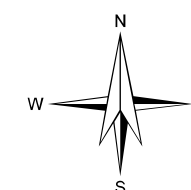
Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be

## Legende

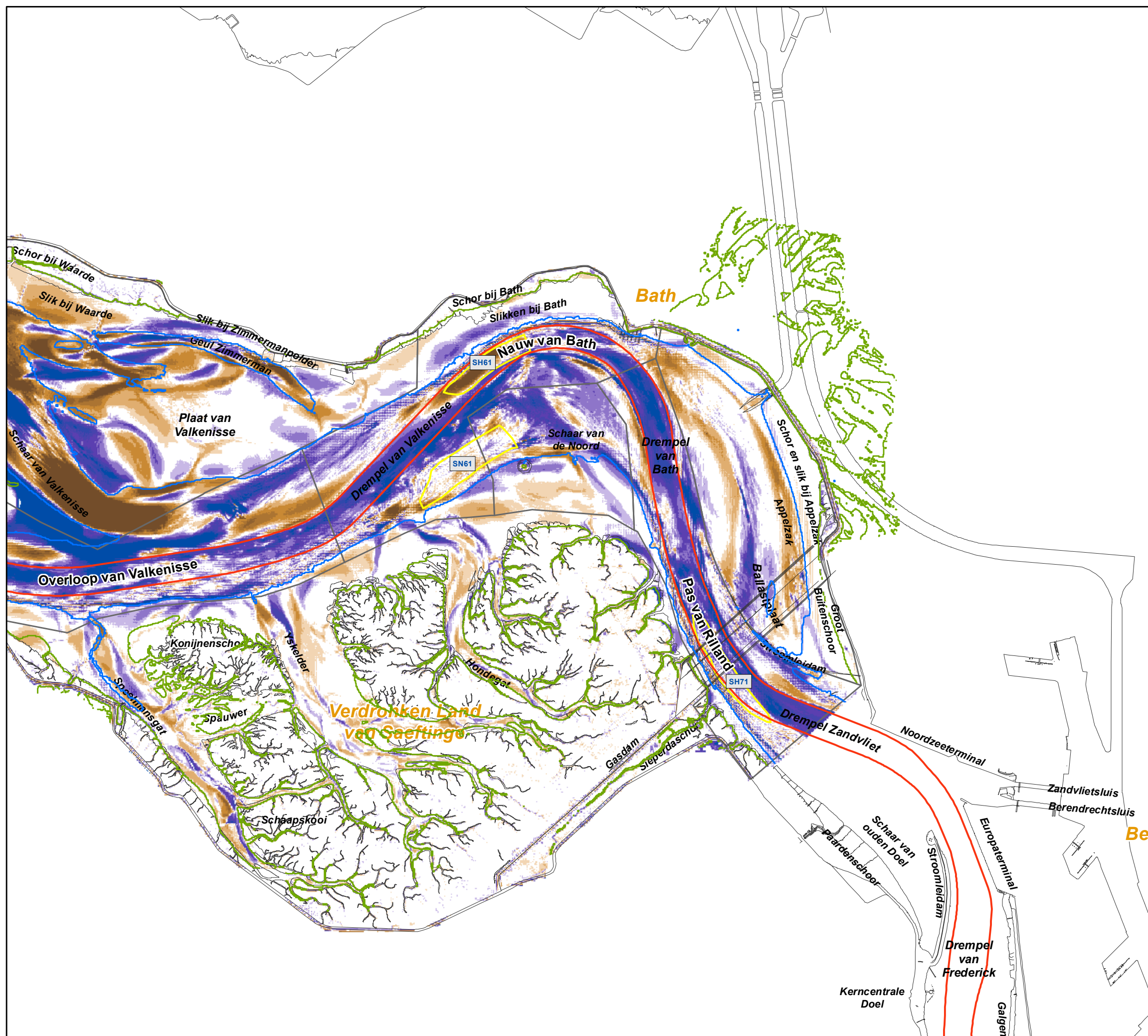
- Stortzone
- LW
- HW
- Macrocellen
- Vaargeul

### verschil 2017-2009 (m)

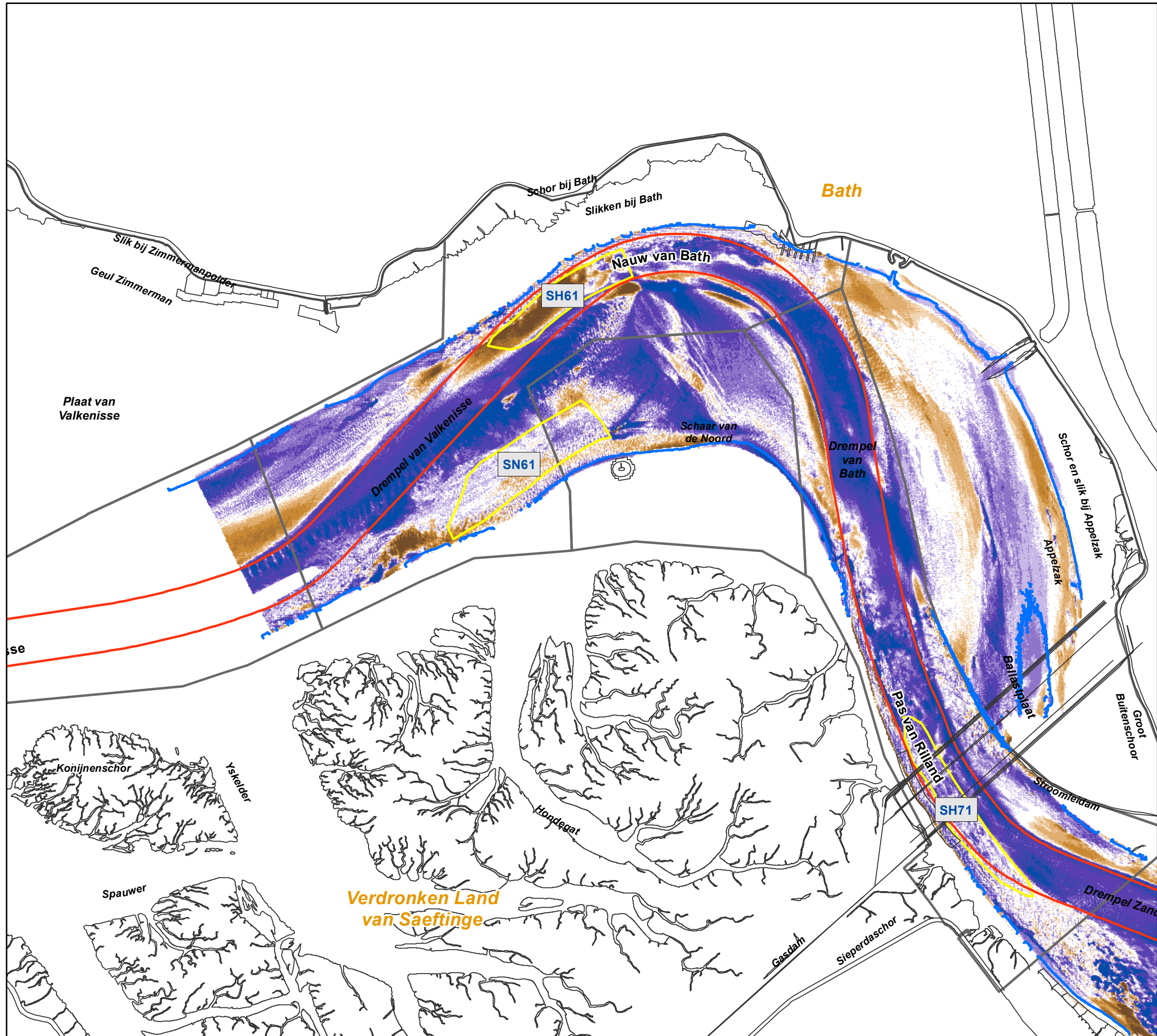
- > +2.51
  - +2.01 - +2.50
  - +1.51 - +2.00
  - +1.01 - +1.50
  - +0.51 - +1.00
  - +0.25 - +0.50
  - 0.25 - +0.25
  - 0.49 - -0.25
  - 0.99 - -0.50
  - 1.49 - -1.00
  - 1.99 - -1.50
  - 2.49 - -2.00
  - < -2.50
- verondieping
- verdieping



0 0.5 1 1.5 2 km





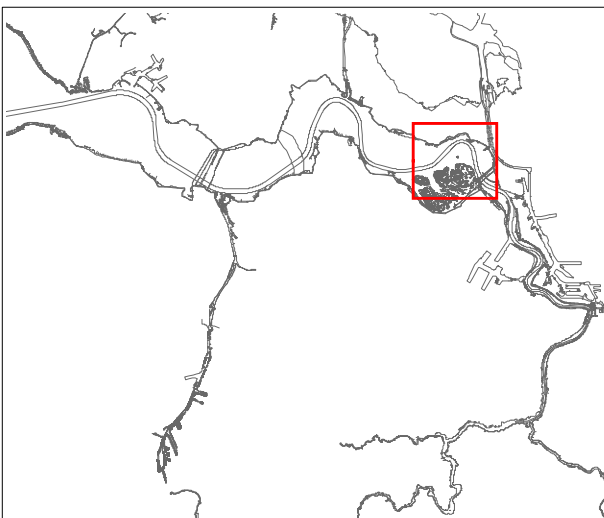


**Monitoringprogramma Flexibel Storten**

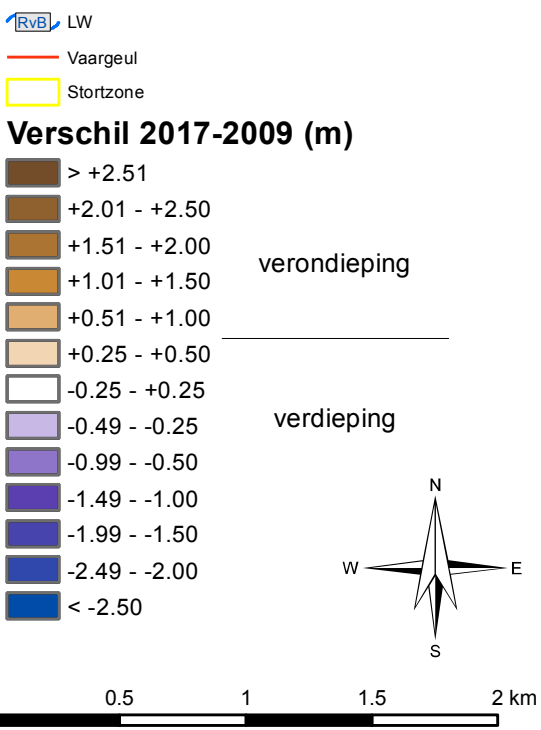
Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

**Verschilkaart 2017-2009  
Beneden - Zeeschelde  
Bath - Saeftinge**

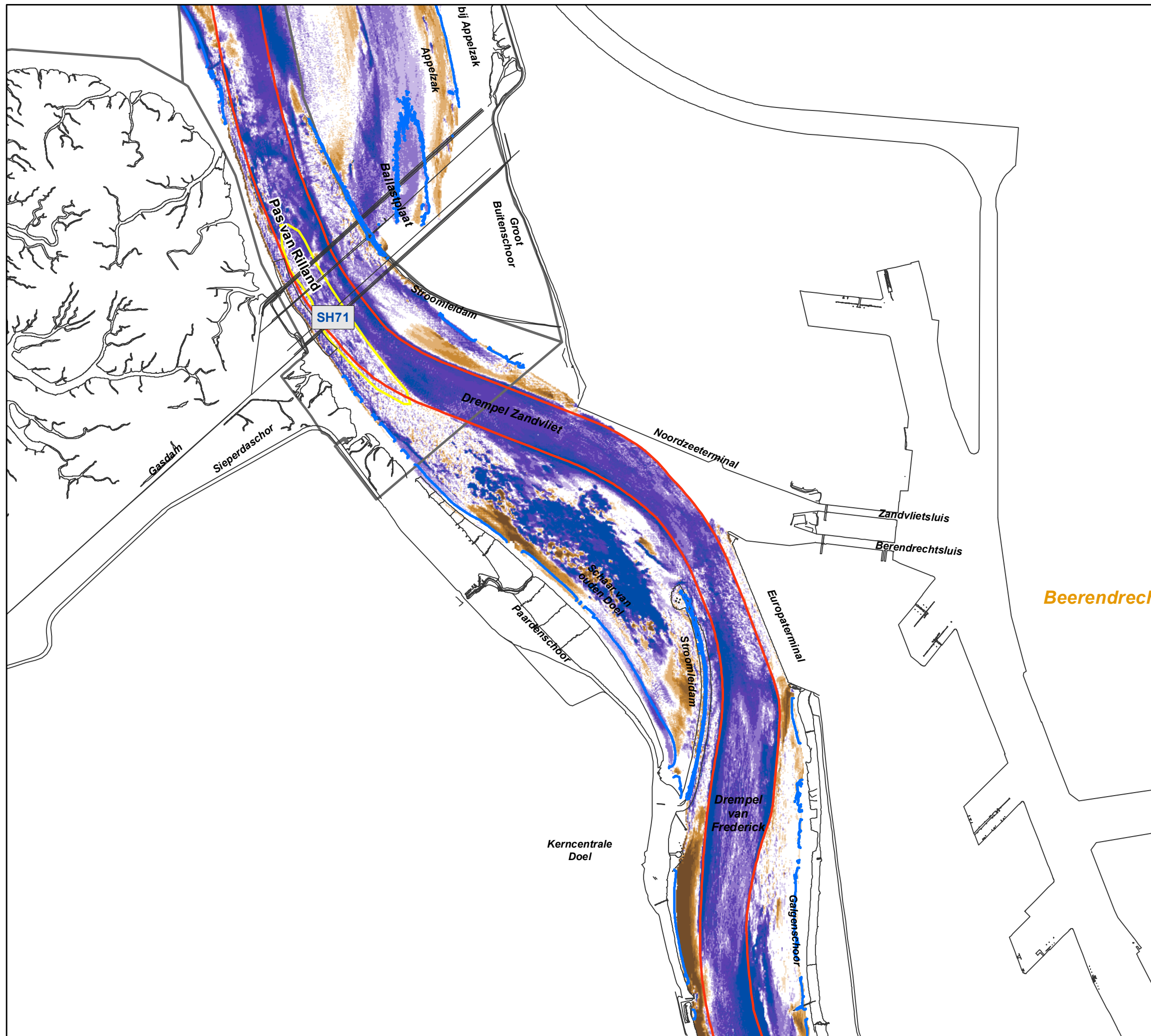
11353\_116-121\_190131\_V\_BEZ2017-2009\_fig116-121 Datum: 31/01/2019  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API Figuur 116



**Legende**







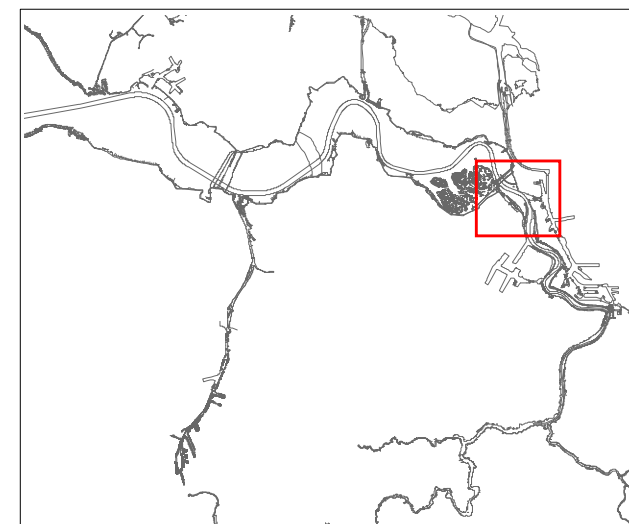
**VLAAMSE OVERHEID**  
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

## Monitoringprogramma Flexibel Storten

Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

## Verschilkaart 2017-2009 Beneden - Zeeschelde Saeftinge - Doel

11353\_116-121\_190131\_V\_BEZ2017-2009\_fig116-121 Datum: 31/01/2019  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API Figuur 117



Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be

## Legende

RvB LW

Vaargeul

Stortzone

### Verschil 2017-2009 (m)

> +2.51

+2.01 - +2.50

+1.51 - +2.00

+1.01 - +1.50

+0.51 - +1.00

+0.25 - +0.50

-0.25 - +0.25

-0.49 - -0.25

-0.99 - -0.50

-1.49 - -1.00

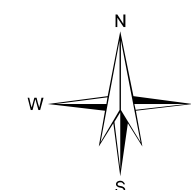
-1.99 - -1.50

-2.49 - -2.00

< -2.50

verondieping

verdieping



0 0.5 1 1.5 2 km

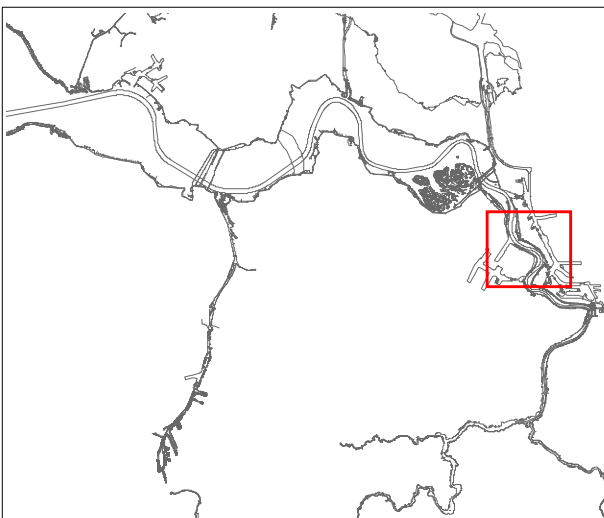





**Monitoringprogramma Flexibel Storten**  
Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

**Verschilkaart 2017-2009**  
**Beneden - Zeeschelde**  
**Doel - Filip**

11353\_116-121\_190131\_V\_BEZ2017-2009\_fig116-121 Datum: 31/01/2019  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API Figuur 118

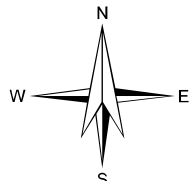


**Legende**

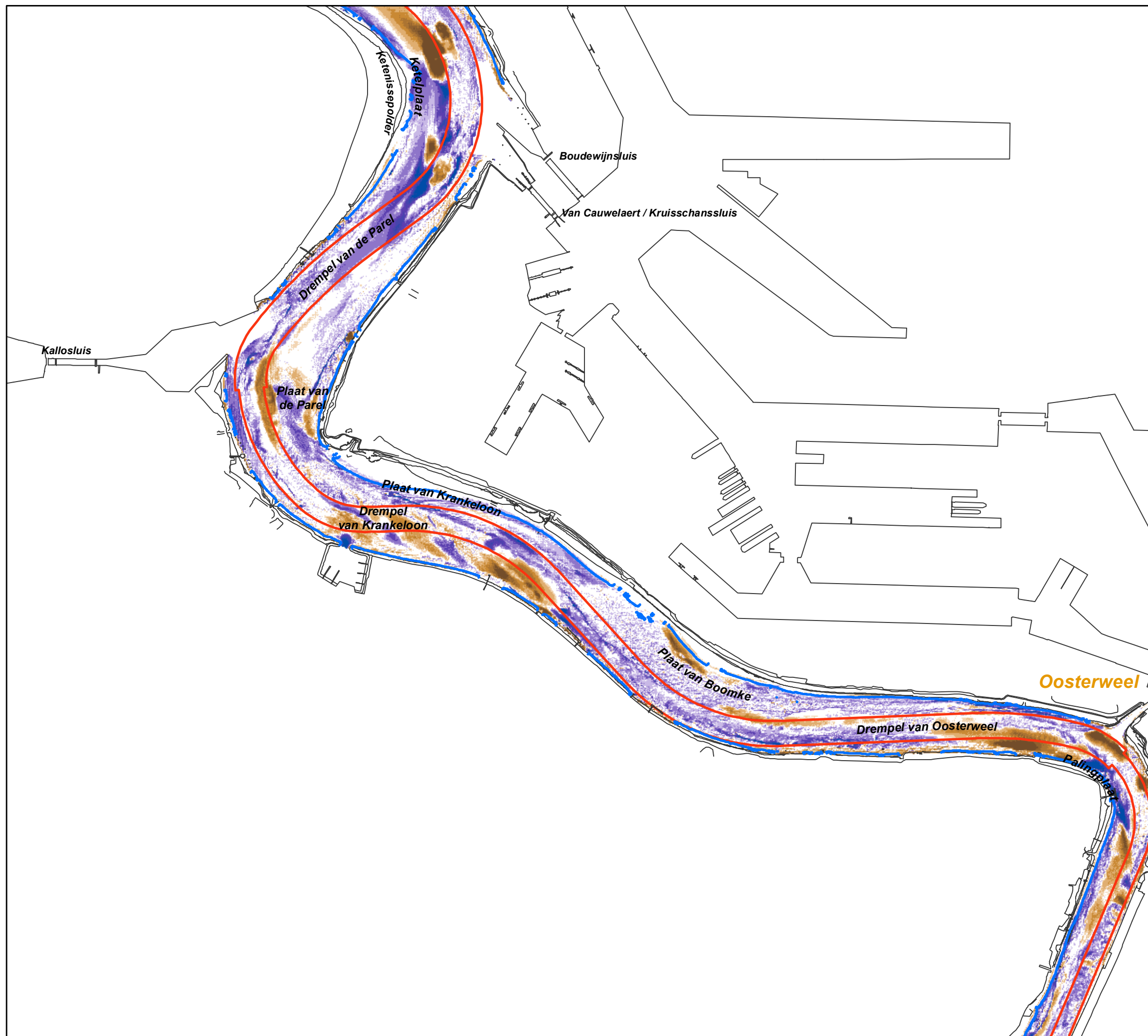
 LW  
— Vaargeul  
□ Stortzone

**Verschil 2017-2009 (m)**

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



0 0.5 1 1.5 2 km



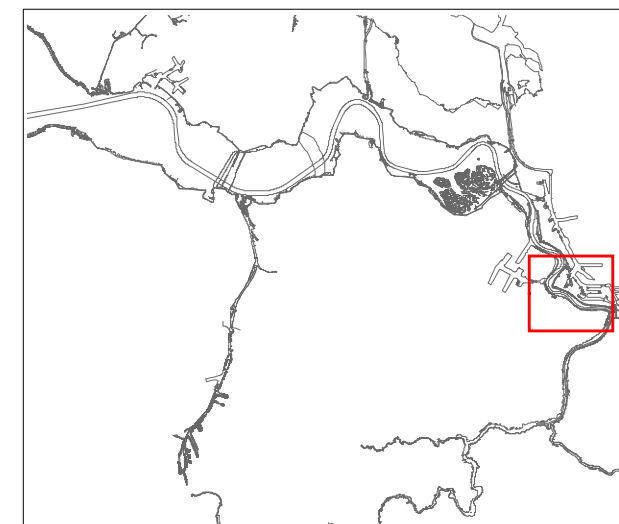
**VLAAMSE OVERHEID**  
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

## Monitoringprogramma Flexibel Storten

Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

## Verschilkaart 2017-2009 Beneden - Zeeschelde Filip - Oosterweel

11353\_116-121\_190131\_V\_BEZ2017-2009\_fig116-121 Datum: 31/01/2019  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API Figuur 119



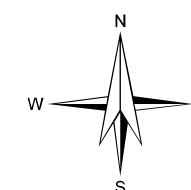
Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be

## Legende

LW  
— Vaargeul  
— Stortzone

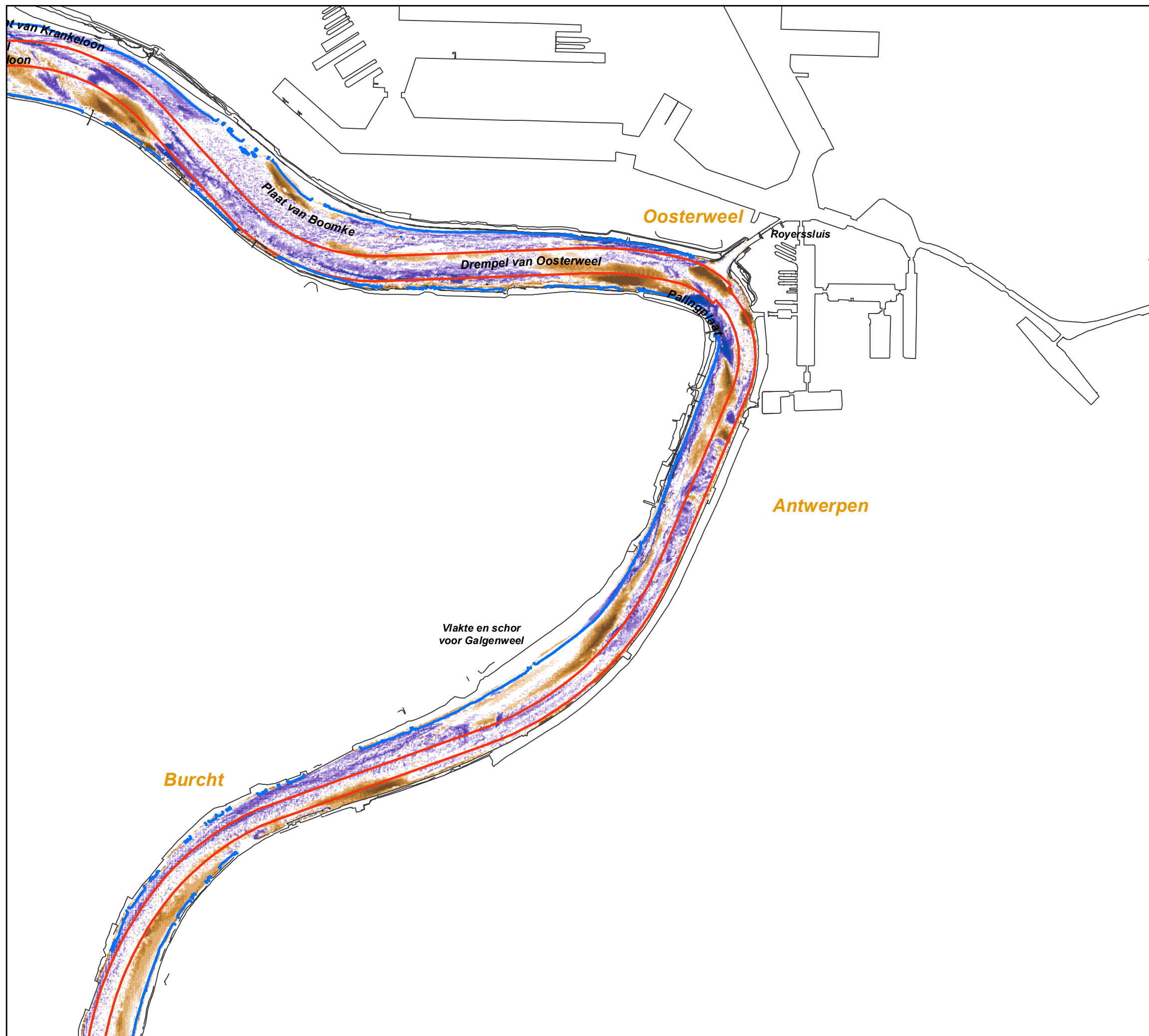
## Verschil 2017-2009 (m)

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



0 0.5 1 1.5 2 km





**VLAAMSE OVERHEID**  
Departement Mobiliteit en Openbare Werken  
Afdeling Maritieme Toegang

## Monitoringprogramma Flexibel Storten

Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

## Verschilkaart 2017-2009 Beneden - Zeeschelde Rede van Antwerpen

11353\_116-121\_190131\_V\_BEZ2017-2009\_fig116-121 Datum: 31/01/2019  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API Figuur 120



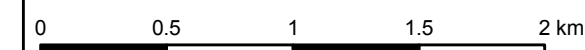
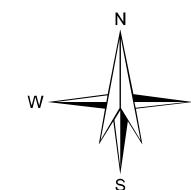
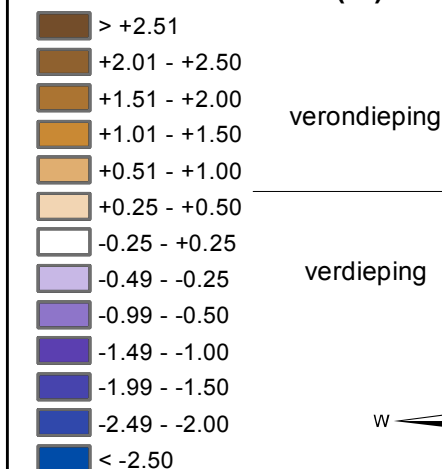
Van Immerseelstraat 66  
2018 Antwerpen  
Tel +32 3 270 92 20  
E-mail: info@imdc.be

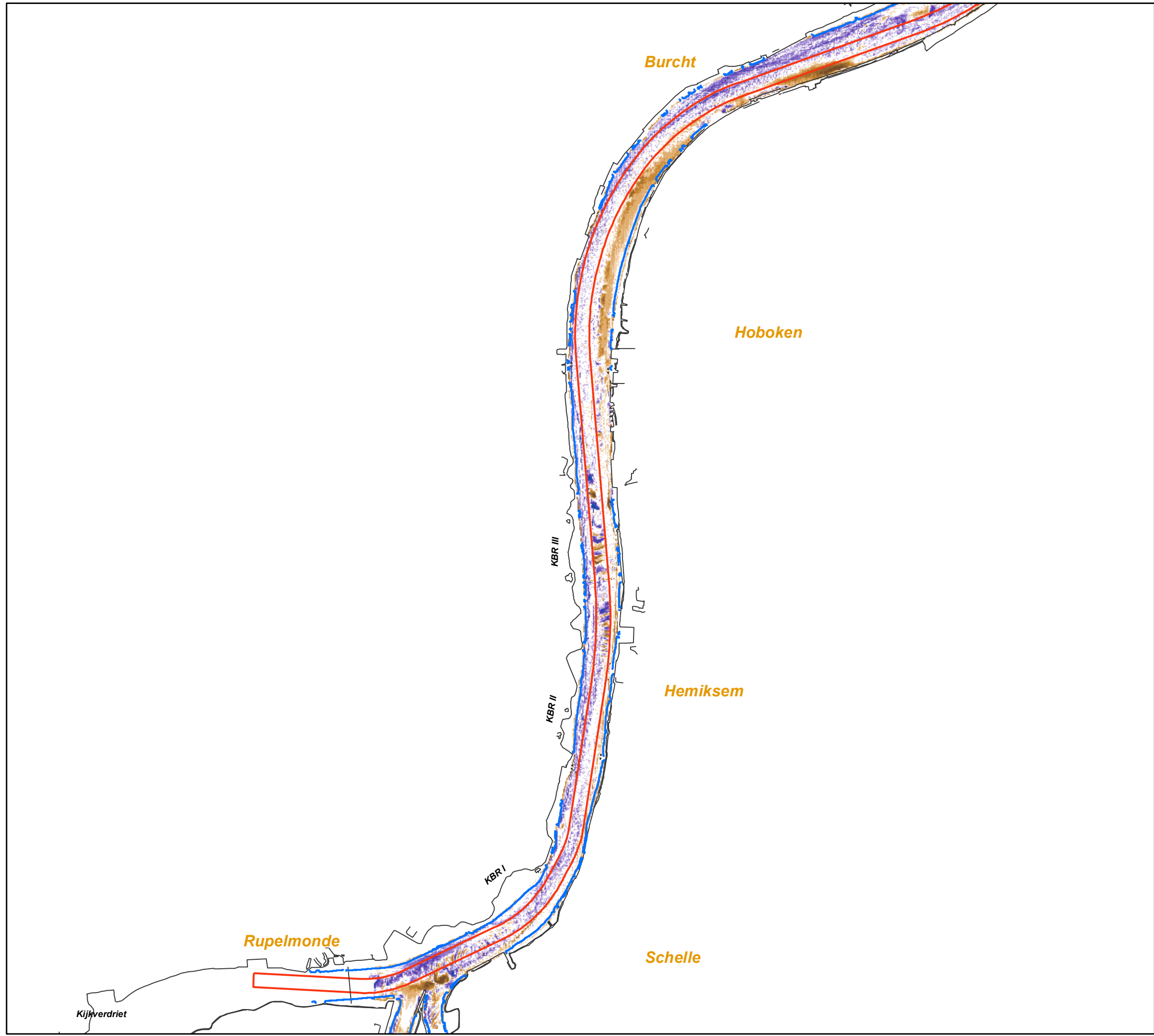
## Legende

RvB LW

Vaargeul  
Stortzone

### Verschil 2017-2009 (m)



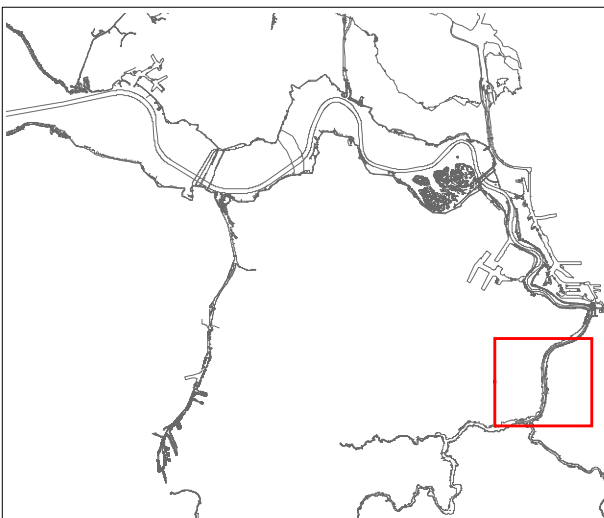


**Monitoringprogramma Flexibel Storten**

Voortgangsrapportage 2016-2017:  
Data- en analyserapport

**Verschilkaart 2017-2009  
Beneden - Zeeschelde  
Burcht - Rupelmonde**

11353\_116-121\_190131\_V\_BEZ2017-2009\_fig116-121 Datum: 31/01/2019  
Rapport nr. I/RA/11498/18.126/API Figuur 121



**Legende**

LW  
— Vaargeul  
□ Stortzone

**Verschil 2017-2009 (m)**

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

0 0.5 1 1.5 2 km