



Vaarwegbeheer 2016-2021 Bestelopdracht 6: Flexibel Storten 2018-2019

Statusrapport na start verdiepingsstorten - jaar 9

Vlaamse Overheid
Afdeling Maritieme Toegang


RAPPORT 23 september 2019 - versie 1.0




Colofon

International Marine & Dredging Consultants

Adres: Van Immerseelstraat 66, 2018 Antwerpen, België

: + 32 3 270 92 95

: + 32 3 235 67 11

Email: info@imdc.be

Website: www.imdc.be

Document Identificatie

Project	Vaarwegbeheer 2016-2021 Bestelopdracht 6: Flexibel Storten 2018-2019
Titel rapport	Statusrapport na start verdiepingsstorten - jaar 9
Opdrachtgever	Vlaamse Overheid - Afdeling Maritieme Toegang
Contactpersoon	Jürgen Suffis, +32 3 222 08 13, jurgen.suffis@mow.vlaanderen.be
Datum	23/09/2019
Projectref.	11498
Rapportref.	I/RA/11498/19.074/API
Besteknummer	MT/01357_06
Trefwoorden	

Auteur	Nazicht	Goedgekeurd
Aline Pieterse	Gijsbert van Holland	Gijsbert van Holland
Project ingenieur	Hoofdingenieur	Hoofdingenieur

Copyright © IMDC 2019, Alle rechten voorbehouden. Deze publicatie of delen mogen niet worden gekopieerd, gereproduceerd of verzonden in welke vorm of op welke manier dan ook, digitaal of anderszins zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van IMDC. De inhoud van deze publicatie zal door de klant vertrouwelijk worden behandeld, tenzij anders schriftelijk overeengekomen. Verwijzing naar een deel van deze publicatie dat tot verkeerde interpretatie kan leiden, is verboden.

Classificatie			
<input type="checkbox"/> niet geclassificeerd	<input type="checkbox"/> intern	<input checked="" type="checkbox"/> beperkt	<input type="checkbox"/> confidentieel

Versie	Datum	Omschrijving	Auteur	Nazicht	Goedgekeurd
1.0	23/09/2019	Concept	API	GVH	GVH
2.0					

Samenvatting

In het kader van de stortstrategie Flexibel Storten wordt de rapportage en morfologische analyse van de monitoring van de plaatrandstortingen voorgesteld. Voorliggend rapport betreft een statusrapportage 9 jaar na de aanvang van de plaatrandstortingen.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	8
1.1	Doel van de Studie	8
1.2	Overzicht van de studie	8
1.3	Opbouw van het rapport	9
2	Definitie To	10
3	Overzicht Bagger- en stortvolumes	11
3.1	Baggeractiviteiten	11
3.2	Stortactiviteiten	11
4	Voorwaarden Protocol	16
4.1	Instandhouding meergeulenstelsel	16
4.1.1	Het watervolume in de nevengeul	16
4.1.2	Overige variabelen	17
4.2	Ecologische winst plaatrandstortingen	18
4.2.1	Stabiliteit plaatrandstortingen	18
4.2.2	Ontwikkeling laagdynamisch gebied	28
4.3	Behoud van het oppervlak ecologisch waardevol gebied	30
4.3.1	Hoogte slikken en platen	30
4.3.2	Stroomsnelheid plaatranden	31
4.3.3	Sedimentsamenstelling	31
4.3.4	Schorranderosie	32
4.3.5	Ecotopenkaart	32
5	Referenties	34

Lijst van Tabellen

Tabel 3-1: Maximaal vergunde stortcapaciteit (in m ³ in situ) voor de eerste vergunningsperiode (2010-2015).	12
Tabel 3-2: Maximaal vergunde stortcapaciteit (in m ³ in situ) voor de tweede vergunningsperiode (2015-2022).	12
Tabel 3-3: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m ³) tussen 12 februari 2010 en 11 februari 2011 (vergunningsjaar 1), per macrocel.	12
Tabel 3-4: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m ³) tussen 12 februari 2011 en 11 februari 2012 (vergunningsjaar 2), per macrocel.	13
Tabel 3-5: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m ³) tussen 12 februari 2012 en 11 februari 2013 (vergunningsjaar 3), per macrocel.	13
Tabel 3-6: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m ³) tussen 12 februari 2013 en 11 februari 2014 (vergunningsjaar 4), per macrocel.	13
Tabel 3-7: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m ³) tussen 12 februari 2014 en 11 februari 2015 (vergunningsjaar 5), per macrocel.	13
Tabel 3-8: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m ³) tussen 12 februari 2010 en 11 februari 2015 (vergunningsjaar 1 tem 5), per macrocel.	14
Tabel 3-9: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m ³) tussen 12 februari 2015 en 11 februari 2016 (vergunningsjaar 6), per macrocel.	14

Tabel 3-10: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m ³) tussen 12 februari 2016 en 11 februari 2017 (vergunningjaar 7), per macrocel.	14
Tabel 3-11: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m ³) tussen 12 februari 2017 en 11 februari 2018 (vergunningjaar 8), per macrocel.	14
Tabel 3-12: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m ³) tussen 12 februari 2018 en 11 februari 2019 (vergunningjaar 9), per macrocel.	15
Tabel 4-1: Raai per macrocel.	18
Tabel 4-2: Gewenste hoeveelheden specie per jaar na beëindigen storten verdiepingsspecie (stabiliteit plaatrandstorting).	19
Tabel 4-3: Samenvatting van de stabiliteit van de plaatrandstortingen op Hooge Platen West. Volumes in m ³ . Toetswaarden voor de verschillende vergunningsjaren staan in vet afgedrukt. Grote peilingen worden in de nummering met ‘-GP’ aangeduid.	20
Tabel 4-4: Samenvatting van de stabiliteit van de plaatrandstortingen op Hooge Platen Noord. Volumes in m ³ . Toetswaarden voor de verschillende vergunningsjaren staan in vet afgedrukt. Grote peilingen worden in de nummering met ‘-GP’ aangeduid.	22
Tabel 4-5: Samenvatting van de stabiliteit van de plaatrandstortingen op de Plaat van Walsoorden. Toetswaarden staan in vet afgedrukt.	24
Tabel 4-6: Samenvatting van de stabiliteit van de plaatrandstortingen op de Rug van Baarland. Toetswaarden staan in vet afgedrukt.	26
Tabel 4-7: Toetswaarden stabiliteit plaatrandstortingen ten opzichte van de start van de verruiming.	28
Tabel 4-8: Toetswaarden stabiliteit plaatrandstortingen ten opzichte van de start van de tweede vergunningsperiode.	28
Tabel 4-9: Toetswaarden laagdynamisch areaal ter hoogte van de plaatranden (oppervlaktes in hectares).	29
Tabel 4-10: Sedimentatie- en erosienorm per hoogteklasse.	31
Tabel 4-11: Ontwikkeling van de ecotopenarealen.	33

Lijst van Figuren

Figuur 4-1: Verloop van het dagelijks en cumulatief volume gestort materiaal (m ³) en het volumeverschil op basis van de peilingen (ten opzicht van de beginsituatie) (m ³) voor de stortzone Hooge Platen West.	21
Figuur 4-2: Verloop van de stabiliteit (%) van het gestorte volume en het cumulatief stortvolume (m ³) voor de stortzone Hooge Platen West.	21
Figuur 4-3: Verloop van het dagelijks en cumulatief volume gestort materiaal en het volumeverschil op basis van de peilingen (ten opzicht van de beginsituatie) voor de stortzone Hooge Platen Noord.	23
Figuur 4-4: Verloop van de stabiliteit (%) van het gestorte volume en het cumulatief stortvolume (m ³) voor de stortzone Hooge Platen Noord.	23
Figuur 4-5: Verloop van het dagelijks en cumulatief volume gestort materiaal en het volumeverschil op basis van de peilingen (ten opzicht van de beginsituatie) voor de stortzone aan de Plaat van Walsoorden.	25
Figuur 4-6: Verloop van de stabiliteit (%) van het gestorte volume en het cumulatief stortvolume (m ³) voor de stortzone aan de Plaat van Walsoorden.	25
Figuur 4-7: Verloop van het dagelijks en cumulatief volume gestort materiaal en het volumeverschil op basis van de peilingen (ten opzicht van de beginsituatie) voor de complete stortzone aan de Rug van Baarland.	27
Figuur 4-8: Verloop van de stabiliteit (%) van het gestorte volume en het cumulatief stortvolume (m ³) voor de complete stortzone aan de Rug van Baarland.	27
Figuur 4-9: Ontwikkeling laag-dynamisch gebied op de plaatranden (totaal).	29

Lijst van Afkortingen

Afkorting	Verklaring
AMT	Afdeling Maritieme Toegang
HPN	Hooge Platen Noord
HPW	Hooge Platen West
IMDC	International Marine and Dredging Consultants
MONEOS	Monitoring Effecten Ontwikkelingsschets Schelde-estuarium 2010
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NV	Standaarddeviatie
OG	Ondergrens
PWA	Plaat van Walsoorden
RTK	Real Time Kinematic
RVB	Rug van Baarland
RWS	Rijkswaterstaat
TAW	Tweede Algemene Waterpassing
WG	Waarschuwingsgrens
WL	Waterbouwkundig Laboratorium

1 Inleiding

Op 12 februari 2010 is gestart met de 3e verruiming van de Westerschelde. Daarbij, en het onderhoud dat hierop volgt, wordt een flexibele stortstrategie toegepast. De werkzaamheden zijn opgevolgd door middel van onder andere bathymetrische peilingen, analyse van de geulvolumes, stroom-snelheidsmetingen en analyse van bodemstalen.

Dit statusrapport geeft een overzicht van beschikbare resultaten van het achtste jaar na de start van de verruiming van de Westerschelde. Het rapport volgt de opbouw van het rapport 'Implementatie van het Protocol Voorwaarden voor flexibel storten-kwaliteitsparameters' (IMDC, 2011a).

Verder sluit voorliggend rapport aan bij het rapport 'Bepaling van de To situatie voor flexibel storten' (IMDC, 2011b) waarin de beschikbare gegevens voor bepaling van de To situatie voor flexibel storten kort besproken worden, en vervolgens

- het 'Statusrapport na start verdiepingsstorten - jaar 1' (IMDC, 2011c);
- het 'Statusrapport na start verdiepingsstorten - jaar 2' (IMDC, 2012);
- het 'Statusrapport na start verdiepingsstorten - jaar 3' (IMDC, 2013);
- het 'Statusrapport na start verdiepingsstorten - jaar 4' (IMDC, 2014);
- het 'Statusrapport na start verdiepingsstorten - jaar 5' (IMDC, 2015);
- het 'Statusrapport na start verdiepingsstorten - jaar 6' (IMDC, 2016);
- het 'Statusrapport na start verdiepingsstorten - jaar 7' (IMDC, 2017);
- het 'Statusrapport na start verdiepingsstorten - jaar 8' (IMDC, 2018);

waarin het overzicht van alle beschikbare resultaten per jaar over de periode van de eerste zeven jaren na de start van de verruiming van de Westerschelde wordt gegeven.

De toetsing van de kwaliteitsparameters genoemd in het Protocol (Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie, 2008) vindt plaats op basis van de resultaten uit dit statusrapport door het Overleg flexibel storten. De toetsing wordt gerapporteerd in een toetsingsverslag. Het statusrapport is een bijlage bij het toetsingsverslag.

1.1 Doel van de Studie

Voorliggend rapport kadert in een grotere studieopdracht. De opdracht voorziet in het leveren van analyses, inhoudelijke rapportering en opmaak van afgeleide producten op basis van de monitoringdata die gegenereerd worden in het kader van de effectmonitoring uit OS2010 in het algemeen en het monitoringsprogramma Moneos-T (Schrijver en Plancke, 2008, 2015) in het bijzonder.

1.2 Overzicht van de studie

Dit rapport maakt deel uit van een reeks rapporten die samen de volledige studie beschrijven. Sinds 2010 worden reeds (twee)maandelijks rapporten, jaarlijkse statusrapporten, tweejaarlijkse voortgangsrapportages en aanvullende nota's en adviezen geproduceerd.

Binnen project Vaarwegbeheer 2016-2021 - Bestelopdracht 6: Flexibel Storten 2018-2019, met besteknummer MT/01357_06, worden vanaf eind 2018 de volgende deeltaken uitgewerkt:

- Tweemaandelijksse rapportages van de opvolging van bagger- en stortactiviteiten in 2018-2019;
- Nota's inzake adviezen en analyse monitoringsgegevens;
- **Statusrapport na start verdiegingsstorten na negen jaar (dit rapport).**

1.3 Opbouw van het rapport

Voorliggend rapport geeft de beschikbare resultaten weer van de parameters die bepaald werden in het Protocol voorwaarden voor flexibel storten voor het jaar 2018-2019.

In dit eerste hoofdstuk wordt de opdracht gesitueerd. In het volgende hoofdstuk wordt het begrip To geduid, omdat het begrip in het kader van flexibel storten in verschillende contexten gebruikt wordt. Het derde hoofdstuk geeft een overzicht van de bagger- en stortvolumes van de voorbije negen vergunningsjaren.

Het vierde en laatste hoofdstuk is opgebouwd volgens de structuur van het rapport 'Implementatie van het Protocol Voorwaarden voor flexibel storten - kwaliteitsparameters' (IMDC, 2011a). In een eerste luik komen de resultaten van de instandhouding van het meergeulenstelsel aan bod. Het volgende luik geeft de resultaten weer van de ecologische winst van de plaatrandstortingen. In het laatste hoofdstuk worden de resultaten van de parameters voor het behoud van het oppervlak ecologisch waardevol gebied gerapporteerd.

De rapportage gebeurt steeds op basis van de meest recente beschikbare gegevens. Door een verschillende meet- en rapportagefrequentie van de verschillende types beschikbare data komt het voor dat de gebruikte gegevens in dit rapport verschillende periodes binnen een vergunningsjaar of zelfs een verschillend vergunningsjaar vertegenwoordigen.

De toetsing van de resultaten is opengelaten, omdat die buiten de doelstellingen van dit rapport valt. Hiervoor wordt verwezen naar het verslag van het Overleg flexibel storten over de 'Toetsing kwaliteitsparameters 2018' waarvan voorliggend rapport een bijlage vormt.

2 Definitie To

Het begrip To wordt in het kader van het “flexibel storten” voor verschillende toepassingen gebruikt. Om begripsverwarring te vermijden, worden hieronder de diverse mogelijkheden geschetst.

To als tijdstip van eerste meting

Wanneer in het kader van flexibel storten herhaaldelijk op dezelfde plaats een bepaalde parameter opgemeten wordt, worden de verschillende meetcampagnes genummerd. De eerste meting gebeurt normaliter voor de eerste storting. Deze eerste meting krijgt dan ook het “volgnummer” To. Wanneer er een nieuwe meting gedaan wordt, loopt de nummering verder op: T1, T2, ...

To als referentiesituatie voor de opstart van het project “flexibel storten”

De natuurlijke ontwikkelingen aan de betreffende plaatranden in de Westerschelde voorafgaande aan de 3e verruiming, zijn beschreven in het rapport ‘Bepaling van de To situatie voor flexibel storten’ (IMDC, 2011b). Het begrip To duidt hier dus op een referentiesituatie die aanwezig is in deze gebieden omwille van natuurlijke (en antropogene) invloeden. Deze To bevat zowel statische als dynamische parameters en geeft in feite weer hoe de natuurlijke ontwikkeling van de plaatranden de voorbije jaren (of zelfs tientallen jaren) evolueerden.

To als referentiesituatie van de systeemevaluatie

In het kader van de systeemevaluaties is de To-situatie de situatie zoals vastgelegd in het T2009-rapport dat de systeemtoestand van het Schelde-estuarium beschrijft tot het jaar 2009 (T2009 Consortium, 2013).

3 Overzicht Bagger- en stortvolumes

3.1 Baggeractiviteiten

De aanlegbaggerspecie bedroeg ongeveer 7,7 miljoen m³ voor het volledige project van de verdieping van de Westerschelde, verspreid over diverse drempels en lokale plaatranden. Alle specie werd gebaggerd met een sleeophopperzuiger. Sinds maart 2011 zijn de verdiepingswerken beëindigd.

De huidige baggerwerken worden uitgevoerd voor het onderhoud van de vaargeul. In het **Milieueffectrapport Verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde** (Consortium Arcadis-Technum, 2007) werd een onderhoudsvolume van 10 à 11 miljoen m³ tot 2001 vermeld, vlak na de tweede verruiming, om daarna af te nemen tot 6,4 miljoen m³ in 2006. Het MER houdt rekening met ongeveer 11,7 miljoen m³ onderhoudsbaggerspecie per jaar, na de werken van de derde verruiming. In de praktijk werden volgende (in situ) baggervolumes gerealiseerd:

- Jaar 1: 13,2 miljoen m³, inclusief 7,7 miljoen m³ aanlegspecie;
- Jaar 2: 10,1 miljoen m³ ;
- Jaar 3: 8,8 miljoen m³ ;
- Jaar 4: 9,3 miljoen m³ ;
- Jaar 5: 9,0 miljoen m³ ;
- Jaar 6: 8,9 miljoen m³ ;
- Jaar 7: 9,3 miljoen m³ ;
- Jaar 8: 9,9 miljoen m³ ;
- Jaar 9: 9,4 miljoen m³.

3.2 Stortactiviteiten

De stortstrategie op de plaatranden is gericht op de realisering van de maximale ecologische winst door deze plaatrandstortingen, waarbij er sprake is van een oppervlaktetoename laagdynamisch ondiep water en intergetijdengebied.

Het totaal gestorte *in situ* volume (sinds 12 februari 2010) per plaatrandstortzone bedraagt op 11/02/2019:

- Hooge Platen West: 6,32 miljoen m³;
- Hooge Platen Noord: 4,43 miljoen m³;
- Plaat van Walsoorden: 9,04 miljoen m³;
- Rug van Baarland: 1,31 miljoen m³.

Tabel 3-1 geeft de theoretisch maximaal vergunde stortcapaciteit voor de eerste vergunning (voor de eerste 5 jaar, periode 2010-2015) en Tabel 3-2 voor de tweede vergunning (voor een periode van 7 jaar, 2015-2022) per macrocel van de Westerschelde. De Westerschelde wordt ingedeeld in 6 macrocellen en 1 mesocel (mesocel 2). Deze laatste is niet opgenomen in de tabel, omdat er geen vergunde stortzones in liggen.

De *in situ* stortvolumes zijn per vergunningsjaar samengevat in volgende reeks tabellen:

- Tabel 3-3 voor het eerste vergunningsjaar, van 12/2/2010 tot en met 11/2/2011;

- Tabel 3-4 voor vergunningsjaar 2 ;
- Tabel 3-5 voor vergunningsjaar 3 ;
- Tabel 3-6 voor vergunningsjaar 4 ;
- Tabel 3-7 voor vergunningsjaar 5 ;
- Tabel 3-8 voor vergunningsjaar 1 tot en met 5 (de eerste vergunningsperiode);
- Tabel 3-9 voor vergunningsjaar 6, het begin van de tweede vergunningsperiode 2015-2022;
- Tabel 3-10 voor vergunningsjaar 7 ;
- Tabel 3-11 voor vergunningsjaar 8 ;
- Tabel 3-12 voor vergunningsjaar 9.

Er dient opgemerkt te worden dat sinds 2014 stortingen worden uitgevoerd van reguliere onderhoudsbaggerspecie uit de hoofdvaargeul in stortzones die geen deel uitmaken van de volumes die gerapporteerd worden in het kader van de reguliere stortactiviteiten (basisvergunning onderhoud hoofdvaargeul). Het betreffen hierbij stortingen in proefstortzones Put van Hansweert, Inloop van Ossenissee en Suikerplaat en stortingen aan de geulwand van het Gat van Ossenissee.

Tabel 3-1: Maximaal vergunde stortcapaciteit (in m³ 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
Totaal	24 500 000	22 000 000	19 700 000	66 200 000

Tabel 3-2: Maximaal vergunde stortcapaciteit (in m³ 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	21 700 000	2 800 000	3 400 000	27 900 000
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
Totaal	34 300 000	30 800 000	16 800 000	81 900 000

Tabel 3-3: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m³) tussen 12 februari 2010 en 11 februari 2011 (vergunningsjaar 1), per macrocel.

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
Totaal	113 010	2 688 363	9 877 960	12 679 332

Tabel 3-4: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m³) tussen 12 februari 2011 en 11 februari 2012 (vergunningsjaar 2), per macrocel.

12-02-2011 tot en met 11-02-2012 (jaar 2)				
Macrocel	Hoofdgeul	Nevengeul	Plaatrand(en)	Totaal
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
Totaal	5 095 563	2 489 796	2 503 472	10 088 830

Tabel 3-5: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m³) tussen 12 februari 2012 en 11 februari 2013 (vergunningsjaar 3), per macrocel.

12-02-2012 tot en met 11-02-2013 (jaar 3)				
Macrocel	Hoofdgeul	Nevengeul	Plaatrand(en)	Totaal
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
Totaal	4 395 105	3 261 418	893 027	8 549 550

Tabel 3-6: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m³) tussen 12 februari 2013 en 11 februari 2014 (vergunningsjaar 4), per macrocel.

12-02-2013 tot en met 11-02-2014 (jaar 4)				
Macrocel	Hoofdgeul	Nevengeul	Plaatrand(en)	Totaal
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
Totaal	5 790 156	2 557 013	623 568	8 970 738

Tabel 3-7: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m³) tussen 12 februari 2014 en 11 februari 2015 (vergunningsjaar 5), per macrocel.

12-02-2014 tot en met 11-02-2015 (jaar 5)				
Macrocel	Hoofdgeul	Nevengeul	Plaatrand(en)	Totaal
1	--	1 600 337	86 817	1 687 154
3	--	1 233 267	--	1 233 267
4	3 321 339	0	0	3 321 339
5	835 220	0	453 337	1 288 556
6	206 565	0	--	206 565
7	0	--	--	0
Totaal	4 363 124	2 833 604	540 154	7 736 881

Tabel 3-8: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m³) tussen 12 februari 2010 en 11 februari 2015 (vergunningsjaar 1 tem 5), per macrocel.

12-02-2010 tot en met 11-02-2015				
Macrocel	Hoofdgeul	Nevengeul	Plaatrand(en)	Totaal
1	--	5 382 188	6 932 439	12 314 628
3	--	5 463 487	--	5 463 487
4	14 552 452	0	1 305 019	15 857 470
5	3 207 079	2 984 518	6 200 722	12 392 319
6	1 997 428	0	--	1 997 428
7	0	--	--	
Totaal	19 756 958	13 830 193	14 438 180	48 025 331

Tabel 3-9: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m³) tussen 12 februari 2015 en 11 februari 2016 (vergunningsjaar 6), per macrocel.

12-02-2015 tot en met 11-02-2016 (jaar 6)				
Macrocel	Hoofdgeul	Nevengeul	Plaatrand(en)	Totaal
1	--	1 112 663	666 315	1 778 979
3	--	1 254 603	--	1 254 603
4	4 070 391	0	0	4 070 391
5	594 883	0	604 390	1 199 273
6	139 494	0	--	139 494
7	94 624	--	--	94 624
Totaal	4 899 392	2 367 266	1 270 705	8 537 363

Tabel 3-10: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m³) tussen 12 februari 2016 en 11 februari 2017 (vergunningsjaar 7), per macrocel.

12-02-2016 tot en met 11-02-2017 (jaar 7)				
Macrocel	Hoofdgeul	Nevengeul	Plaatrand(en)	Totaal
1	--	486 969	1 051 828	1 538 797
3	--	770 911	--	770 911
4	3 476 940	--	--	3 476 940
5	444 980	--	399 271	844 251
6	149 055	--	--	149 055
7	177 449	--	--	177 449
Totaal	4 248 424	1 257 879	1 451 099	6 957 403

Tabel 3-11: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m³) tussen 12 februari 2017 en 11 februari 2018 (vergunningsjaar 8), per macrocel.

12-02-2017 tot en met 11-02-2018 (jaar 8)				
Macrocel	Hoofdgeul	Nevengeul	Plaatrand(en)	Totaal
1	--	860 999	1 029 731	1 890 730
3	--	647 505	--	647 505
4	3 136 772	--	--	3 136 772
5	739 729	--	158 342	898 071
6	420 016	--	--	420 016
7	91 833	--	--	91 833
Totaal	4 388 351	1 508 504	1 188 073	7 084 929

Tabel 3-12: Samenvatting gestorte in-situ volumes (in m³) tussen 12 februari 2018 en 11 februari 2019 (vergunningsjaar 9), per macrocel.

12-02-2018 tot en met 11-02-2019 (jaar 9)				
Macrocel	Hoofdgeul	Nevengeul	Plaatrand(en)	Totaal
1	--	596 963	1 077 117	1 674 079
3	--	818 431	--	818 431
4	3 051 587	--	--	3 051 587
5	788 431	--	1 680 169	2 468 600
6	300 729	204 513	--	505 242
7	172 797	--	--	172 797
Totaal	4 274 017	1 619 906	2 757 286	8 690 737

Aanvullend werd in vergunningsjaar 9 ca. 400 000 m³ baggerspecie gestort bij de geulwandverdediging aan het gat van Ossensisse, ca. 300 000 m³ specie aangebracht in de proefstortzone van de Suikerplaat, en ca. 17 000 m³ sediment opgespoten bij het strand van Baarland.

4 Voorwaarden Protocol

De toetsing van de resultaten gebeurt door het Overleg flexibel storten en wordt in een toetsingsverslag gerapporteerd.

4.1 Instandhouding meergeulenstelsel

Voorafgaande opmerking: De volledige resultaten betreffende dit criterium staan in de nota “Monitoring meergeulensysteem Westerschelde. Toetsing criteria nevengeul (Schrijver, 2019), dat als een afzonderlijke bijlage toegevoegd zal worden aan het toetsingsverslag opgesteld door het Overleg flexibel storten.

4.1.1 Het watervolume in de nevengeul

Benodigde gegevens

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

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

Methodiek

De toegepaste methodiek is overgenomen uit Schrijver (2019).

In het Protocol is de maximaal toelaatbare afwijking in een nevengeul 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 geldt:

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

De periode waarover het minimum, het maximum en de standaarddeviatie worden bepaald is in het Protocol gedefinieerd als vijf jaar.

Ondergrens (OG)

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

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

$$= V_{\min}(i) - NV(i) - V_{\max \text{ stort}}(i)$$

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

Waarschuwingsgrens (WG)

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

$$\begin{aligned} \forall i \in MC : WG(i) &= V_{\max}(i) - 0,8 \cdot V_{\max \text{ toelaatbaar}}(i) \\ &= V_{\max}(i) - 0,8 \cdot (V_{\max}(i) - V_{\min}(i) + NV(i) + V_{\max \text{ stort}}(i)) \\ &= 0,2 \cdot V_{\max}(i) + 0,8 \cdot (V_{\min}(i) - NV(i) - V_{\max \text{ stort}}(i)) \end{aligned}$$

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

Resultaten

Zie Schrijver (2019).

4.1.2 Overige variabelen

De hoofdgeul

Per macrocel levert RWS Dienst Zeeland, Meetadviesdienst een grafiek aan met daarop het netto volume en het netto volume gecorrigeerd met ingrepen van de hoofdgeul. Er wordt bij de hoofdgeul in tegenstelling tot de nevengeul niet gewerkt met waarschuwingsgrenzen en ondergrenzen.

Resultaten: Zie Schrijver (2019).

De Kantelindex

De kantelindex geeft de verhouding tussen de diepte van de eb- en vloedgeul, wat een weergave is voor de stabiliteit van het meergeulensysteem. Ze is gedefinieerd als:

$$\forall i \in MC : Kantelindex(i) = \ln [diepte \text{ ebgeul}(i) / diepte \text{ vloedgeul}(i)]$$

Hierbij is de diepte van de eb- of vloedgeul de gemiddelde diepte die wordt berekend door het watervolume te delen door het natte oppervlak van die geul.

De kantelindex is dus feitelijk de verhouding van de diepte van de eb- en vloedgeul.

Resultaten: Zie Schrijver (2019).

Het getijvolume

Van iedere macrocel wordt iedere 3 jaar gedurende één eb- en één vloedperiode (13 uur) de stroomsnelheid over de raai in de verticaal gemeten. Op basis van de meetgegevens wordt het getijvolume zowel in de ebgeul als in de vloedgeul berekend. Jaarlijks wordt eveneens het getijvolume berekend met behulp van een WAQUA model (ScaWest).

In Tabel 3-1 is aangegeven welke raai behoort bij een macrocel. Binnen het monitoringsprogramma worden nog andere raaien in de Westerschelde en de monding gemeten, voor een volledig overzicht wordt verwezen naar Schrijver & Plancke (2008).

Tabel 4-1: Raai per macrocel.

Macrocel	Raai
1	9
3	7
4	6
5	5a
6	2
7	1

Resultaten: Zie Schrijver (2019).

Ingrepen

De hoeveelheden van 4 soorten ingrepen worden voor iedere macrocel gepresenteerd in een grafiek. Dit betreft de hoeveelheden:

- Gebaggerd ten behoeve van aanleg en/of onderhoudsbaggerwerkzaamheden;
- Gestort ten behoeve van aanleg en/of onderhoudsbaggerwerkzaamheden;
- Zandwinning;
- Gebaggerd en/of gestort ten behoeve van het ruimen van wrakken;
- Totaal van de bovenstaande 4 ingrepen.

Resultaten: Zie Schrijver (2019).

4.2 Ecologische winst plaatrandstortingen

4.2.1 Stabiliteit plaatrandstortingen

Benodigde gegevens

Het volume van de gestorte specie wordt voor iedere plaatrand verschillende keren per jaar berekend. Hiertoe zijn de volgende (meet)gegevens nodig:

- Topo-bathymetrische opnames van de stortgebieden bij de plaatranden;
- Bagger- en stortgegevens.

Methodiek

Baggerspecie die minder goed blijft liggen dan voorzien is ongewenst. In Tabel 4-2 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, 70 % na 2 jaar, enz.). Ook de langetermijnstabiliteit (ten opzichte van de start van de verruiming) van het sediment wordt nog gerapporteerd.

Door analyse van multibeampeilingen worden volumeveranderingen aan de plaatranden berekend. De waargenomen volumeveranderingen zijn een gevolg van de stortingen die uitgevoerd worden en van natuurlijke 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 stortvolumes die door aMT geregistreerd werden.

Voor elk van de plaatrandstortzones worden hieronder resultaten weergegeven die het verloop van de stort- en peilvolumes, en van de stabiliteit tonen. De stabiliteit is bepaald als quotiënt van het gepeilde volume (= in situ bodemveranderingen) en het gestorte volume (= aangevoerde hoeveelheden, omgerekend naar in situ volume).

De To komt overeen met de start van de verdiepingsstortingen op 12 februari 2010. Vanaf dan wordt er gekeken hoe de stabiliteit van de plaatranden evolueert.

Tabel 4-2: Gewenste hoeveelheden specie per jaar na beëindigen storten verdiepingsspecie (stabiliteit plaatrandstorting).

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

Resultaten

Hooge Platen West

De eerste stortingen op de Hooge Platen West zijn uitgevoerd in 3 periodes. De eerste periode liep van 12/02/2010 tot 10/05/2010; er werd een volume van 1,95 Mm³ gestort. Kort na de stortingen (30/05/2010) was nog 97 % van het gestorte materiaal aanwezig. Na 1 jaar (T16, 16/02/2011) was dit nog 62% met een vrijwel lineaire terugval vanaf 30/05/2010.

Een tweede stortperiode (ca. 580 000 m³) liep van 11/05/2011 tot 17/07/2011 en omvatte vooral het storten van fijne onderhoudsbaggerspecie afkomstig van de Drempel van Borssele. Kort na deze bijkomende stortingen (T20, 26/07/2011) was de stabiliteit van het totale gestorte volume opnieuw gestegen tot 70%. Aan het einde van het tweede vergunningsjaar (T26, 08/02/2012) lag de stabiliteit van de gestorte specie nog steeds op 70%, alhoewel de stabiliteit tussen T20 en T26 varieerde tussen 60% en 80%.

De derde stortperiode liep van 18/06/2013 tot 25/06/2013; er werd ca. 130 000 m³ specie gestort, afkomstig van de Drempel van Vlissingen. Kort na de stortingen, bij T42 (3/07/2013) bedroeg de stabiliteit 70%. Deze stabiliteit neemt langzaam af en bedraagt op 5/02/2015 (T63) 59%.

Nadien is de stortstrategie gewijzigd en is er frequenter gestort, al zijn er tijdens deze continue stortingen ook periodes te herkennen waarin meer of minder intensief gestort werd. De eerste storting volgens deze strategie werd uitgevoerd op 27/03/2015. Periodes waarin meer intensief gestort werd zijn te herkennen tussen van oktober tot en met december 2015, in juli tot eind november 2016 en van juni 2017 tot en met september 2017.

Tijdens vergunningsjaren 6, 7, en 8 waren de gestorte sedimenten grotendeels afkomstig van de Drempel van Borssele (ca. 1,70 miljoen m³) en de Pas van Terneuzen

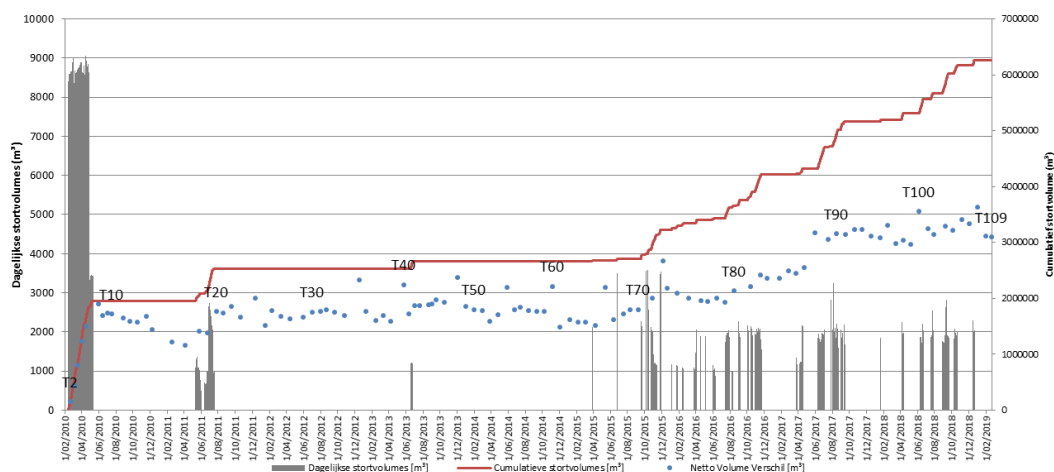
(ca. 679 000 m³). Aan het einde van vergunningsjaar 6 (T74, 24/01/2016) bedroeg de totale stabiliteit 64%. Tegen het einde van vergunningsjaar 7 (T85, 27/02/2017) is deze verder gedaald tot 59%, maar na vergunningsjaar 8 (T96, 14/02/2018) is de totale stabiliteit sinds de start van de eerste vergunning weer gestegen tot 63%.

In het negende vergunningsjaar (12/02/2018 - 11/02/2019) werd ca. 1 077 000 m³ (in-situ) baggermateriaal afkomstig van de Drempel van Borssele (ca. 850 000 m³) en de Pas van Terneuzen (ca. 227 000 m³) op de plaatrandstortzone Hooge Platen West aangebracht. **De stabiliteit sinds de start van de tweede vergunning bedraagt 39% aan het eind van het negende vergunningsjaar (T109, 20/02/2019).** De totale stabiliteit na 9 jaar (sinds de start van de eerste vergunning) bedraagt 49%.

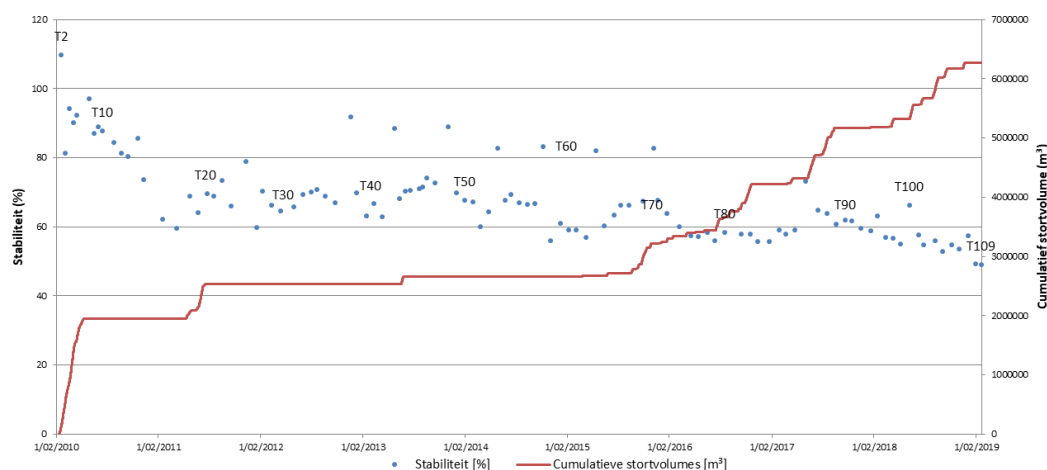
Het verloop van de stortingen en de gepeilde volumever verschillen wordt weergegeven in Figuur 4-1. De totale stabiliteit (t.o.v. To) van de gestorte baggerspecie is voorgesteld in Figuur 4-2. De stabiliteit op enkele bovenvermelde tijdstippen wordt samengevat in Tabel 4-3.

Tabel 4-3: Samenvatting van de stabiliteit van de plaatrandstortingen op Hooge Platen West. Volumes in m³. Toetswaarden voor de verschillende vergunningsjaren staan in vet afgedrukt. Grote peilingen worden in de nummering met 'GP' aangeduid.

Datum	Peiling	Gepeild	Gestort tov. 11/02/2010	Stabiliteit t.o.v. To
04/02/2010	To	0	0	100%
12/02/2010	T _{start}	Aanvang plaatrandstorting		
30/05/2010	T7-GP	1 898 215	1 952 569	97%
16/02/2011	T16	1 214 198	1 952 569	62%
26/07/2011	T20	1 761 692	2 532 354	70%
08/02/2012	T26	1 783 120	2 532 354	70%
20/08/2012	T32-GP	1 790 500	2 532 354	71%
13/02/2013	T37	1 597 878	2 532 354	63%
3/07/2013	T42	1 871 435	2 660 047	70%
31/01/2014	T50	1 799 806	2 660 047	68%
24/06/2014	T55	1 799 835	2 660 047	68%
5/02/2015	T63	1 572 337	2 660 047	59%
17/07/2015	T68	1 721 697	2 712 388	63%
24/01/2016	T74	2 099 818	3 280 757	64%
17/11/2016	T82-GP	2 423 173	4 185 663	58%
27/02/2017	T85	2 491 431	4 216 086	59%
1/06/2017	T88-GP	3 170 560	4 323 931	73%
14/02/2018	T96	3 312 116	5 245 817	63%
7/06/2018	T100-GP	3 560 241	5 373 942	66%
20/02/2019	T109	3 100 200	6 322 934	49%



Figuur 4-1: Verloop van het dagelijks en cumulatief volume gestort materiaal (m^3) en het volumeverschil op basis van de peilingen (ten opzicht van de beginsituatie) (m^3) voor de stortzone Hooge Platen West.



Figuur 4-2: Verloop van de stabiliteit (%) van het gestorte volume en het cumulatief stortvolume (m^3) voor de stortzone Hooge Platen West.

Hooge Platen Noord

De stortingen op Hooge Platen Noord zijn in verschillende fasen uitgevoerd. De stortingen werden gestart op 5/05/2010. Op 25/01/2011 (T17) was het gepeilde en gestorte volume ($3,47 \text{ Mm}^3$) bijna gelijk (stabiliteit 101%). Sindsdien is nog verder gestort, maar minder intensief.

In de eerste peiling na de laatste stortingen (T23, 02/08/2011) bedroeg de stabiliteit 104%; er was $4,006 \text{ Mm}^3$ gestort, terwijl in de peilingen een volumetoename van $4,16 \text{ Mm}^3$ werd geregistreerd. Na twee jaar (T29, 17/02/2012) is het volumeverschil verder toegenomen als gevolg van natuurlijke sedimentatie, tot $4,22 \text{ Mm}^3$ wat een stabiliteit van 105% oplevert. Tijdens het derde vergunningsjaar werd in ondiep water gestort tussen de plaatrand en de oostelijke aangelegde arm om dit deel van het gebied verder te verondiepen. De omvang van deze stortingen was te klein om gelijktijdige autonome erosie tegen te gaan, waardoor het peilvolumeverschil en de gehele stabiliteit licht afnam. Gedurende het vierde vergunningsjaar werden geen verdere stortingen uitgevoerd op de plaatrand. De stabiliteit van de stortingen fluctueert tussen 100% en 105%. Enkel bij grote peilingen T43 (25/05/2013) en T49

(3/12/213) ligt het opgemeten volume hoger, op 108% resp. 107%. De stabiliteit bij peiling T51 (11/02/2014) bedraagt 103%. Gedurende het vijfde vergunningsjaar werd bijna 87 000 m³ extra baggerspecie gestort ten oosten van de oorspronkelijk aangelegde dam op de oostelijke zandtong. Ondanks de extra stortingen onderging de stabiliteit een beperkte daling. Bij het einde van de vijfde vergunningsjaar (T64, 3/02/2015) bedroeg deze 101%.

Tijdens het zesde vergunningsjaar zijn zeer beperkte bijkomende stortingen uitgevoerd op de plaatrand Hooge Platen Noord (18 333 m³). In deze periode is meer sediment geërodeerd, waardoor de stabiliteit ten opzicht van de start van de tweede vergunningsperiode 'netto' kleiner is dan nul (-3 016%). Bij peiling T71 (7/03/2016) bedraagt de stabiliteit op de Hooge Platen Noord 84% ten opzichte van het begin van de stortingen in 2010.

In oktober en november van het zevende vergunningsjaar is ca. 144 000 m³ sediment aangebracht op het zuidelijke deel van de oostelijke zandtong door middel van rainbowing, vlak tegen de Hooge Platen aan. De totale stabiliteit bij toetspeiling T84 (1/03/2017) bedroeg 82%. Na het rainbowen zijn geen sedimenten meer aangebracht, en aan het eind van het achtste vergunningsjaar (T91, 28/12/2017) bedraagt de stabiliteit ten opzichte van To, 75%.

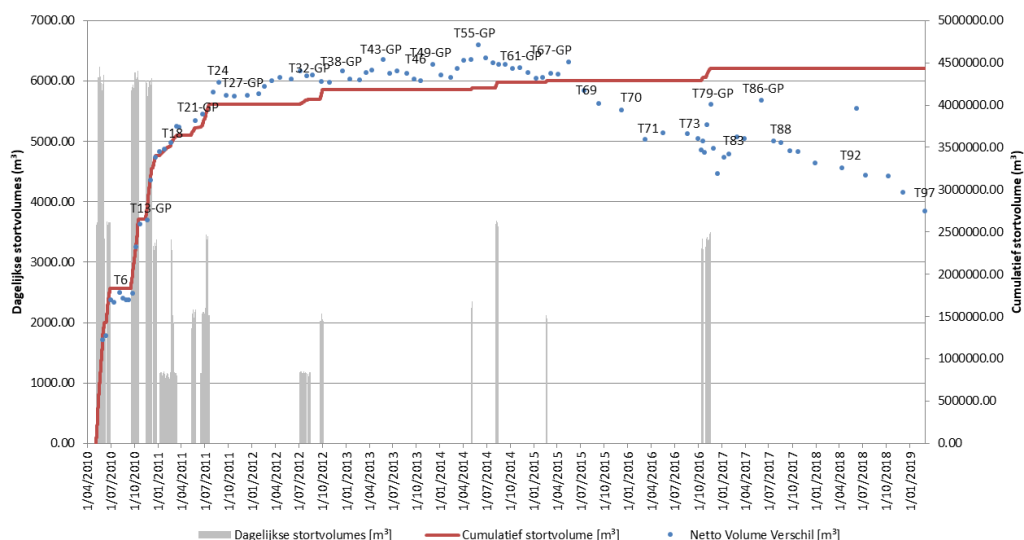
In het negende vergunningsjaar zijn geen bijkomende stortingen uitgevoerd. **De stabiliteit ten opzichte van To bij toetspeiling T97 (28/02/2019) bedraagt 62%.** Echter kan niet het volledige oppervlak nog ingepeild worden, waardoor de sedimenten die zich hoger in de stortzone hebben verplaatst niet worden meegenomen in de stabiliteitsberekeningen, wat mogelijk (een deel van) de afname van de stabiliteit sinds 2015 verklaart. Voor de tweede vergunningsperiode kan de stabiliteit van de stortingen niet berekend worden, in verband met het kleine stortvolume in deze periode en de afname van het peiloppervlak.

Het verloop van de stortingen en de gepeilde volumever verschillen wordt weergegeven in Figuur 4-3. De stabiliteit van de gestorte baggerspecie is voorgesteld in Figuur 4-4. De stabiliteit op enkele bovenvermelde tijdstippen wordt samengevat in Tabel 4-4.

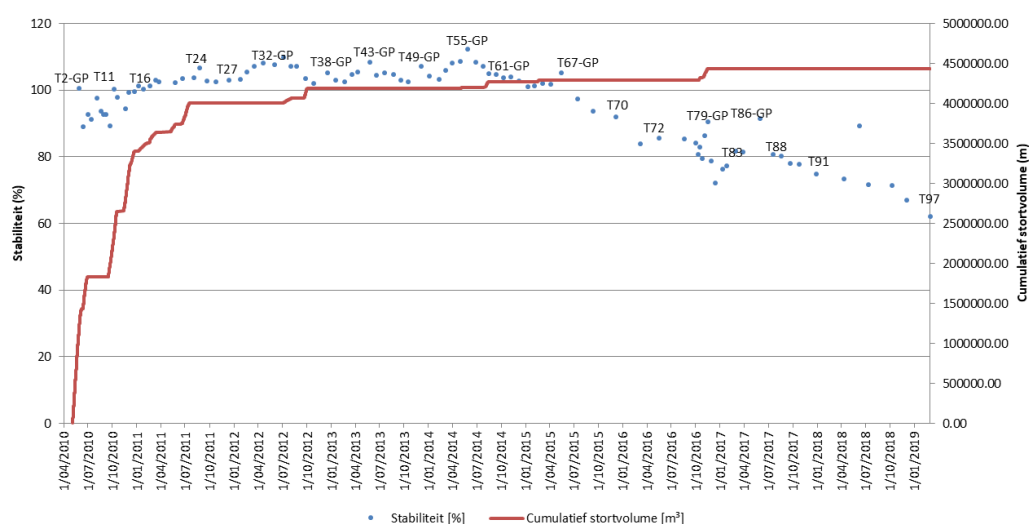
Tabel 4-4: Samenvatting van de stabiliteit van de plaatrandstortingen op Hooge Platen Noord. Volumes in m³. Toetswaarden voor de verschillende vergunningsjaren staan in vet afgedrukt. Grote peilingen worden in de nummering met '-GP' aangeduid.

Datum	Peiling	Gepeild	Gestort	Stabiliteit t.o.v. To
25/04/2010	To		0	100%
5/05/2010	T _{start}	Aanvang plaatrandstorting		
25/01/2011	T17	3 481 438	3 468 262	100%
25/05/2011	T21	3 815 873	3 735 451	102%
2/08/2011	T23	4 157 902	4 005 770	104%
17/02/2012	T29	4 219 753	4 005 770	105%
23/08/2012	T36	4 359 163	4 007 044	107%
21/02/2013	T41	4 295 173	4 185 575	103%
23/08/2013	T46	4 379 044	4 185 575	105%
11/02/2014	T51	4 323 818	4 185 575	103%
30/04/2014	T54	4 543 146	4 185 575	109%
28/05/2014	T55	4 717 440	4 203 675	112%
24/07/2014	T57	4 501 377	4 203 675	107%
15/08/2014	T58	4 483 488	4 272 392	105%
3/02/2015	T64	4 327 670	4 272 392	101%
15/07/2015	T68	4 172 766	4 290 725	97%
7/03/2016	T71	3 619 251	4 290 725	84%
17/11/2016	T79-GP	4 014 136	4 434 497	91%

Datum	Peiling	Gepeild	Gestort	Stabiliteit t.o.v. To
01/03/2017	T84	3 625 483	4 434 497	82%
01/06/2017	T86-GP	4 054 468	4 434 497	91%
28/12/2017	T91	3 317 316	4 434 497	75%
12/04/2018	T92	3 254 386	4 434 497	73%
9/10/2018	T95	3 163 177	4 434 497	71%
28/02/2019	T97	2 748 558	4 434 497	62%



Figuur 4-3: Verloop van het dagelijks en cumulatief volume gestort materiaal en het volumeverschil op basis van de peilingen (ten opzicht van de beginsituatie) voor de stortzone Hooge Platen Noord.



Figuur 4-4: Verloop van de stabiliteit (%) van het gestorte volume en het cumulatief stortvolume (m³) voor de stortzone Hooge Platen Noord.

Plaat van Walsoorden

De stortingen aan de Plaat van Walsoorden zijn in meerdere periodes uitgevoerd. De eerste periode liep van 12/02/2010 tot 25/09/2010. In totaal werd 3,72 Mm³ gestort. De eerste hierop volgende peiling is T16 (2/10/2010) waaruit blijkt dat 74% van de gestorte

specie stabiel was. Ongeveer een jaar na het starten van de plaatrandstortingen, op 8/2/2011 (T22) bleek nog steeds 74% van de gestorte specie aanwezig.

De tweede stortperiode liep van 16/10/2011 tot 28/11/2011 en omvatte een volume van ruim 820 000 m³. Twee jaar na het start van de plaatrandstortingen was de totale stabiliteit van gestorte specie 62%. Tijdens het derde vergunningsjaar werd verder gestort in de zuidelijke vloedsehaar op de plaatrand. Dit heeft geleid tot een volumetoename maar niet tot een toename van de totale stabiliteit. Tijdens het vierde vergunningsjaar werden stortingen uitgevoerd in de periode augustus-september 2013. Tussen T57 (31/07/13) en T62 (25/10/2013) is 496 000 m³ gestort. Bij T67 (17/02/2014) was het netto volume-effect van de stortingen reeds verdwenen: de stabiliteit bedroeg 40%. Ook gedurende het vijfde vergunningsjaar werd ca. 450 000 m³ gestort. Tot deze aanvullende stortingen daalde de stabiliteit verder van 40% op het einde van het vierde vergunningsjaar tot 29% bij T76 (22/10/2014), net voor de stortingen. Door de extra stortingen was de stabiliteit opnieuw gestegen tot 33% bij T80 (24/02/2015).

Tijdens het zesde vergunningsjaar werd ca. 604 000 m³ sediment op de plaatrand gestort. De stortingen waren geconcentreerd op de grens tussen de diepe en de ondiepe plaatpunt, ten westen van het eerder aangelegde sedimentlichaam. De stabiliteit bedroeg op het einde van het zesde vergunningsjaar (T89, 3/02/2016) 37%. In het begin van het zevende vergunningsjaar werd nog eens 400 000 m³ aangebracht langs de grens tussen de diepe en de ondiepe plaatpunt. Bij peiling T97 (20/02/2017) bedroeg de stabiliteit sinds het begin van de opvolging 40%. In het achtste vergunningsjaar werd ca. 158 000 m³ baggerspecie op de plaatrandstortzone gestort, voor de noordelijke vloedsehaar. De totale stabiliteit aan het einde van het achtste jaar (T104, 10/02/2018) bedroeg 48%.

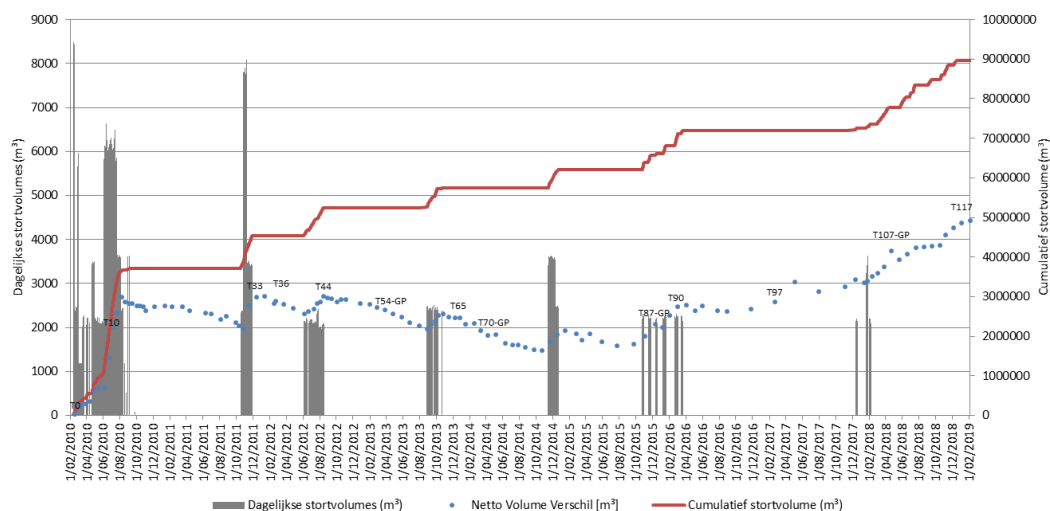
In het negende vergunningsjaar is opnieuw intensiever gestort in de plaatrandstortzone Plaat van Walsoorden, met een totaal volume van 1 680 000 m³. De totale stabiliteit ten opzichte van het begin van de eerste vergunningsperiode bedraagt aan het eind van het negende jaar (T117, 4/02/2019) 54%. **Ten opzichte van de start van de tweede vergunning bedraagt de stabiliteit van de plaatrandstortingen bij deze toetspeiling 100%.** De stabiliteit van de stortingen is sinds 2015 dus toegenomen.

Het verloop van de stortingen en de gepeilde volumeverschillen wordt weergegeven in Figuur 4-5. De stabiliteit van de gestorte baggerspecie is voorgesteld in Figuur 4-6. Enkele belangrijke tijdstippen worden samengevat in Tabel 4-5.

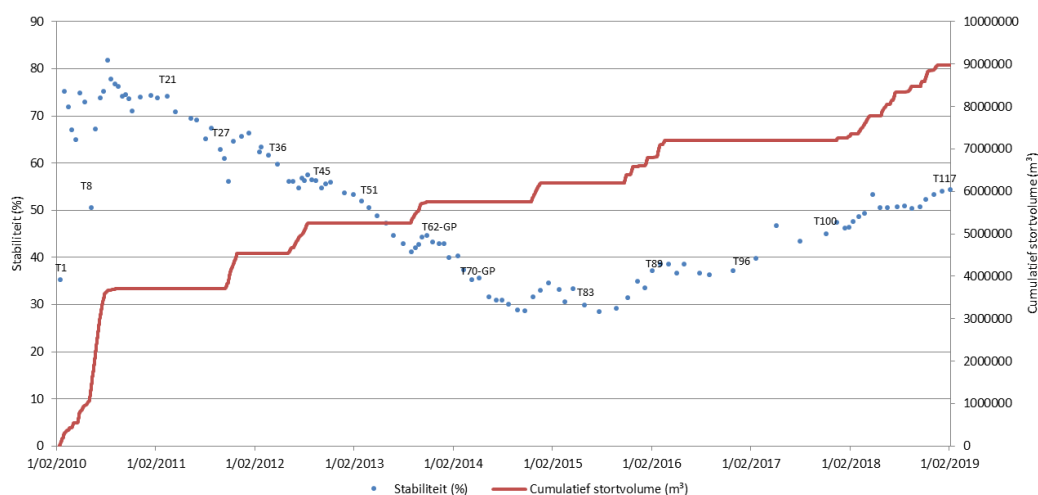
Tabel 4-5: Samenvatting van de stabiliteit van de plaatrandstortingen op de Plaat van Walsoorden. Toetswaarden staan in vet afgedrukt.

Datum	Peiling	Gepeild	Gestort	Stabiliteit t.o.v. To
1/02/2010	To	0	0	100%
12/02/2010	T _{start}	Aanvang plaatrandstortingen		
2/10/2010	T16	2 760 957	3 717 468	74%
8/02/2011	T22	2 746 777	3 717 468	74%
12/10/2011	T30	2 268 680	3 717 467	61%
15/12/2011	T33	2 983 328	4 538 290	66%
17/02/2012	T35	2 832 188	4 538 290	62%
29/08/2012	T45	2 963 865	5 251 512	56%
27/02/2013	T52	2 726 383	5 251 512	52%
31/07/2013	T57	2 258 471	5 251 512	43%
8/10/2013	T61	2 534 326	5 724 504	44%
17/02/2014	T67	2 318 163	5 747 386	40%
22/10/2014	T76	1 644 899	5 747 386	29%
24/02/2015	T80	2 063 831	6 200 722	33%

Datum	Peiling	Gepeild	Gestort	Stabiliteit t.o.v. To
24/07/2015	T84	1 766 896	6 200 722	28%
3/02/2016	T89	2 533 047	6 805 113	37%
27/06/2016	T94	2 641 890	7 204 383	37%
20/02/2017	T97	2 864 491	7 204 383	40%
4/05/2018	T98-GP	3 365 820	7 204 383	47%
10/02/2018	T104	3 504 337	7 362 725	48%
23/07/2018	T110	4 242 919	8 348 376	51%
4/02/2019	T117	4 919 548	9 042 893	54%



Figuur 4-5: Verloop van het dagelijks en cumulatief volume gestort materiaal en het volumeverschil op basis van de peilingen (ten opzicht van de beginsituatie) voor de stortzone aan de Plaat van Walsoorden.



Figuur 4-6: Verloop van de stabiliteit (%) van het gestorte volume en het cumulatief stortvolume (m³) voor de stortzone aan de Plaat van Walsoorden.

Rug van Baarland

De stortingen op de rand van de Rug van Baarland zijn verspreid in de tijd uitgevoerd. In totaal werd 1,31 Mm³ gestort over een periode van 2 jaar.

Eén jaar na de start van de verdiepingswerken (T9, 02/02/2011) bleek dat de stabiliteit van de gestorte specie bijna 250% was, wat betekent dat naast de stortingen ook natuurlijke netto sedimentatie optreedt. Er werd op het Overleg Flexibel Storten besloten verder te storten. Na bijna twee jaar (T19, 26/01/2012) is de stabiliteit toegenomen tot 268%. Uit de gegevens en de grafiek in Figuur 4-8 blijkt wel dat deze waarde in het jaar daarvoor schommelde tussen 240 en 280%.

Om de natuurlijke processen te monitoren, is besloten op het Overleg Flexibel Storten van 28/02/2012 om gedurende het derde vergunningsjaar niet verder in dit gebied te storten. Tijdens het derde vergunningsjaar heeft de autonome sedimentatie zich voortgezet. Op 08/02/2013 (T30) bedroeg de stabiliteit binnen het stortgebied 343%. Ook in het vierde vergunningsjaar werden geen stortingen uitgevoerd, de autonome sedimentatie zet zich onverminderd voort en de stabiliteit bedraagt reeds 480%. Op 21/01/2015 (T47), aan het einde van het vijfde vergunningsjaar, werd een stabiliteit opgemeten van 573%. De eerstvolgende peiling werd opgenomen drie maanden na het begin van het zevende vergunningsjaar en deze gaf een stabiliteit van 723%, wat een jaar later (in het achtste vergunningsjaar) was toegenomen tot 874% (T51, 22/05/2017).

De meest recente peiling werd uitgevoerd drie maanden na het begin van het negende vergunningsjaar (T52, 10/05/2018). Het opgemeten volume was bij deze peiling 947% van het totale gestorte volume in deze zone. Deze waarde komt niet overeen met de 'stabiliteit van de gestorte baggerspecie', maar geeft de sterk autonome sedimentatietrend weer. Om die reden is de waarde ook niet in het toetsverslag opgenomen.

Het verloop van de stortingen en de gepeilde volumeverschillen wordt weergegeven in Figuur 4-7. De stabiliteit van de gestorte baggerspecie is voorgesteld in Figuur 4-8. Enkele belangrijke tijdstippen worden samengevat in Tabel 4-6.

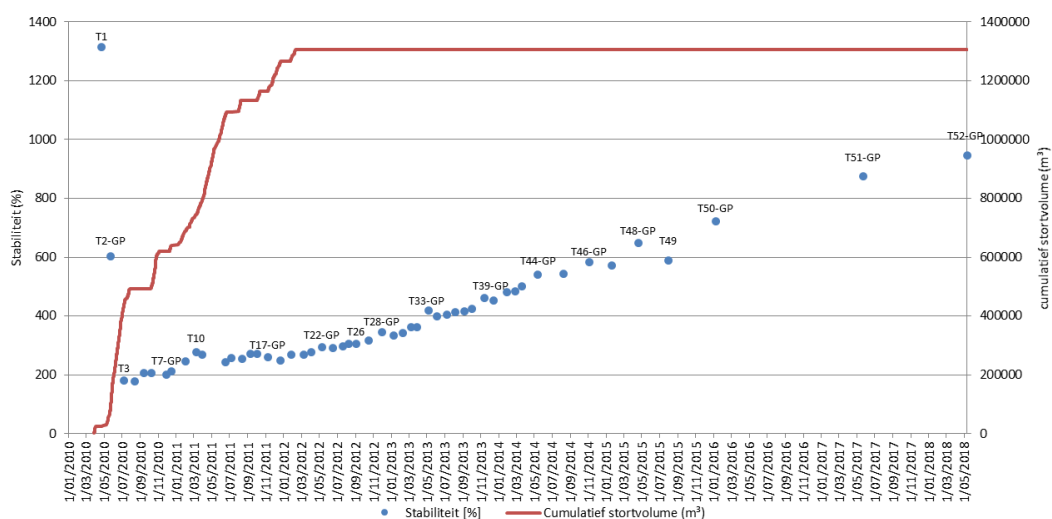
Tabel 4-6: Samenvatting van de stabiliteit van de plaatrandstortingen op de Rug van Baarland. Toetswaarden staan in vet afgedrukt.

Datum	Peiling	Gepeild	Gestort	Stabiliteit
12/02/2010	T0	0	0	100%
29/03/2010	T _{start}	Aanvang plaatrandstortingen		
2/02/2011	T9	1 697 903	688 780	247%
26/01/2012	T19	3 413 582	1 272 388	268%
08/02/2013	T30	4 474 282	1 305 019	343%
29/01/2014	T41	6 261 111	1 305 019	480%
21/01/2015	T47	7 474 768	1 305 019	573%
7/01/2016	T50*	9 439 865	1 305 019	723%
22/05/2017	T51*	11 408 663	1 305 019	874%
10/05/2018	T52*	12 352 664	1 305 019	947%

* Grote peilingen, waarbij tot een ondieper niveau is ingepeild



Figuur 4-7: 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 Rug van Baarland.



Figuur 4-8: Verloop van de stabiliteit (%) van het gestorte volume en het cumulatief stortvolume (m³) voor de complete stortzone aan de Rug van Baarland.

Toetswaarden

De toetswaarden voor de stabiliteit van de gestorte specie na 9 jaar worden samengevat in Tabel 4-7. De toetsing gebeurt echter ten opzichte van de start van de tweede vergunningsperiode. De berekende stabiliteit voor elk van de plaatrandstortzones sinds de start van de tweede vergunning wordt weergegeven in Tabel 4-8. De toetspeiling voor het vijfde vergunningsjaar wordt hierbij als start van de tweede vergunningsperiode aangenomen. Voor het negende vergunningsjaar bedraagt de opgelegde grenswaarde conform het protocol 50 % (Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie, 2014).

Tabel 4-7: Toetswaarden stabiliteit plaatrandstortingen ten opzichte van de start van de verruiming.

Stortzone	To	Toetspeiling	Gepeild volume-verschil (m³)	Gestort volume (m³)	Stabiliteit t.o.v. start verruiming (%)
HPW	4/02/2010 (To)	20/02/2019 (T109)	3 100 200	6 322 934	49%
HPN	25/04/2010 (To)	28/02/2019 (T97)	2 748 558	4 434 497	62%
PWA	1/02/2010 (To)	4/02/2019 (T117)	4 919 548	9 042 893	54%
RVB	12/02/2010 (To)	10/05/2018 (T52)	12 352 664	1 305 019	Nvt
Grenswaarde conform protocol					Nvt

Tabel 4-8: Toetswaarden stabiliteit plaatrandstortingen ten opzichte van de start van de tweede vergunningsperiode.

Stortzone	Start 2de vergunning	Toetspeiling	Gepeild volume-verschil (m³)	Gestort volume (m³)	Stabiliteit t.o.v. start 2 ^{de} periode
HPW	5/02/2015 (T63)	20/02/2019 (T109)	1 438 063	3 662 887	39%
HPN	8/01/2015 (T64)	28/02/2019 (T97)	-1 571 996	162 105	< 0%
PWA	24/02/2015 (T80)	4/02/2019 (T117)	2 855 717	2 842 171	100%
RVB	21/01/2015 (T47)	10/05/2018 (T52)	4 524 390	0	Nvt
Grenswaarde conform protocol					50%

4.2.2 Ontwikkeling laagdynamisch gebied

Benodigde gegevens

De totale oppervlakte “laagdynamisch gebied nabij de plaatranden” wordt ca. één maal per twee jaar afgeleid uit de ecotopenkaart. Hiertoe zijn de volgende (meet)gegevens nodig:

- Ecotopenkaarten van 2008 en 2010 voor het vastleggen van de To;
- Ecotopenkaarten van 2011, 2012, 2015, 2016, en 2018 ;

Er zijn geen ecotopenkaarten opgenomen in de jaren 2013, 2014 en 2017.

Methodiek

Op basis van de ecotopenkaarten 2010, 2011, 2012, 2015, 2016, en 2018 wordt de totale oppervlakte laagdynamisch gebied nabij de plaatranden bepaald. Als gewenste ontwikkeling wordt aangemerkt een geleidelijke toename van de oppervlakte laagdynamisch gebied met 114 hectare, binnen 5 jaar na start van de werkzaamheden. De berekende waarde wordt geplot in een grafiek waarin ook boven- en ondergrenzen zijn opgenomen. Na de eerste 5 vergunningsjaren wordt stabilisatie verwacht.

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

De To stemt overeen met het laagdynamisch areaal vastgesteld in de ecotopenkaart 2010 en is weergegeven in Tabel 4-9.

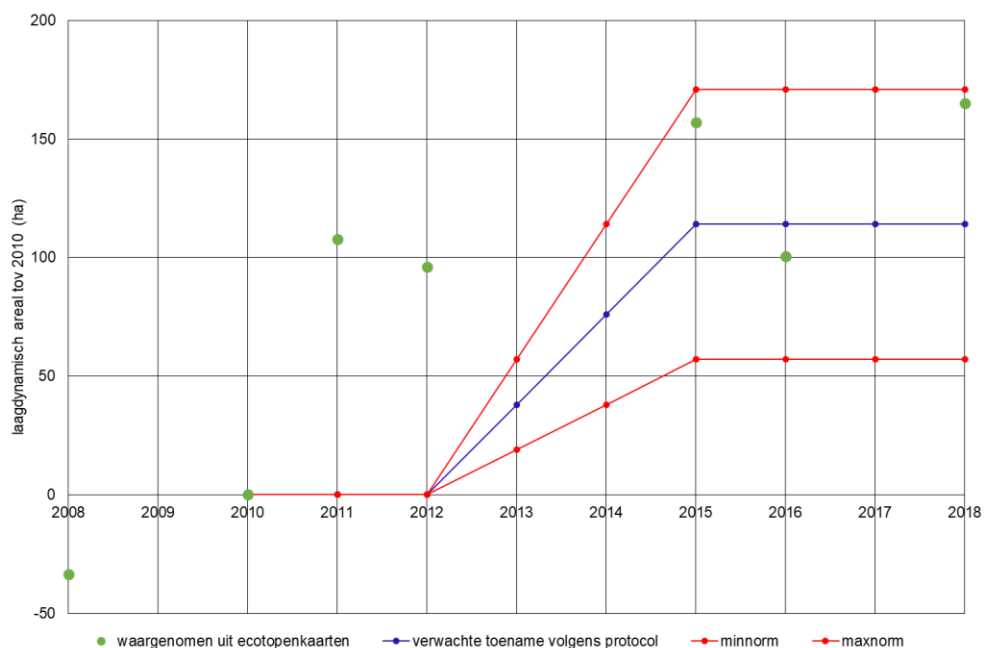
Resultaten

De waargenomen arealen en veranderingen worden per plaat en als geheel weergegeven in Tabel 4-9.

Tabel 4-9: Toetswaarden laagdynamisch areaal ter hoogte van de plaatranden (oppervlaktes in hectares).

	2010	2011	2012	2015	2016**	2018	2018-2010	Gewenste toename 2015*
HPN	259	285	279	310	256	271	12	39
HPW	12	39	24	11	1	1	-11	
RvB	59	90	98	133	135	177	118	64
PWA	67	91	92	87	107	114	47	11
Totaal	397	505	493	541	499	562	165	114

* De gewenste areaaltoenames per plaat zijn overgenomen uit de nota Plaatrandstortingen (Plancke et al., 2008). ** De areaal oppervlaktes voor 2016 werden overgenomen van Afdeling Maritieme Toegang (2017)



Figuur 4-9: Ontwikkeling laag-dynamisch gebied op de plaatranden (totaal).

Ter hoogte van de Rug van Baarland werden slechts beperkte volumes baggerspecie gestort in 2010 en 2011. De verdere evolutie van dit gebied na de stortingen wordt hoofdzakelijk bepaald door een sterke autonome sedimentatie. Wanneer de autonome

toename aan laagdynamisch areaal bij de Rug van Baarland buiten beschouwing wordt gelaten, is er in totaal 48 ha laagdynamisch gebied bijgekomen (HP en PWA samen). In de Nota Plaatrandstoringen (Plancke *et al.*, 2008) werd bepaald dat bij de Hooge Platen en Plaat van Walsoorden samen 50 ha laagdynamisch areaal te verwachten was ten gevolge van de plaatrandstoringen.

4.3 Behoud van het oppervlak ecologisch waardevol gebied

4.3.1 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 4x maal per jaar bepaald. In 2017 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. Sindsdien wordt het eerste en derde kwartaal gemeten.

Methodiek

Ecologisch waardevol gebied is ook laagdynamisch gebied aan de oevers van de Westerschelde, dus niet enkel aan de platen. Hiervan dienen de arealen bepaald te worden. Uitgangspunt is dat de oppervlakte laagdynamisch gebied niet mag afnemen. Hierbij geldt dat een ongewenste hoogteverandering een verandering van 5 centimeter of meer per jaar is. Deze grens geldt gemiddeld over de plaatrand. De actuele waarde wordt bepaald uit de afzonderlijke punten.

De RTK-raai hoogtemetingen worden per raai in een grafiek weergegeven, inclusief de gegevens van de voorgaande 10 jaren.

De RTK-punt hoogtemetingen worden in een grafiek weergegeven over een periode van de laatste 10 jaar indien de bijbehorende geomorfologische codering van het meetpunt is gewijzigd t.o.v. de vorige meting.

Voor de To-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 voorlopig een analysemethodiek toe om de hoogteveranderingen in het litoraal grafisch weer te geven, vertrekkende vanuit volgende idee:

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

Voor deze indeling wordt gebruik gemaakt van 4 hoogteklassen op basis van droogvalduur (dvd) (zie Tabel 4-10). 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 9 jaar nog steeds toepasbaar als signaalparameter. Wel is het in de praktijk mogelijk dat eenzelfde meetpunt het ene jaar een overschrijding vertoont die er het jaar daarna niet meer is. De interpretatie op iets grotere ruimtelijke schaal samen met andere metingen en visuele veldwaarnemingen is daarom belangrijk, evenals het beschouwen van een wat langere periode.

Tabel 4-10: Sedimentatie- en erosienorm per hoogteklaas.

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, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d) en in de datarapportage Opvolging Effecten Flexibel Storten 2018 (Jentink et al., 2019). In de nota 'Toelichting op de resultaten toetsing criterium sedimentatie/erosie plaathoogtes' (Schrijver, 2018) worden op de resultaten van de sedimentatie-erosie metingen verder besproken.

4.3.2 Stroomsnelheid plaatranden

De stroomsnelheid en -richting wordt regelmatig bepaald. De stroomsnelheid wordt in raaien gemeten die uit drie vaste punten op de plaat bestaan en daarnaast één meetpunt in de stortzone voor de plaat. Per meetraai wordt de relatie weergegeven tussen het tijverschil (rijzing en daling) en de daarbij behorende maximale stroomsnelheid (vloedsnelheid, ebsnelheid). In jaar 9 naar de verdiepingswerken zijn geen stroommetingen uitgevoerd op de hier beschouwde plaatrandstortzones.

4.3.3 Sedimentsamenstelling

Benodigde gegevens

De sedimentsamenstelling wordt sinds 2015 bepaald op basis van een manuele lutum classificatie op de punten waar een RTK-punt hoogtemeting wordt uitgevoerd (2 maal per jaar). Dit is verschillend van voorgaande jaren.

Methodiek

Er bestaat geen criterium of methodiek voor analyse van de data.

Resultaten

Zie Jentink (2018a, 2018b, 2018c, 2018d) schen Jentink et al. (2019).

Toetsing

In het Protocol wordt geen toetswaarde genoemd voor sedimentsamenstelling. Tevens is de bemonsteringsstrategie niet voorzien om dezelfde punten jaar na jaar te volgen. Een daadwerkelijke toetsing gebeurt daarom niet voor deze parameter. De parameter

wordt door het Overleg flexibel storten impliciet meegenomen bij de interpretatie van ontwikkelingen.

4.3.4 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

Voor dit criterium werd een methode ontwikkeld om te kunnen evalueren of er een wijziging is in de snelheid waartegen schorranden eroderen.

Jaarlijks wordt de positie van de schorranden bepaald. Van iedere schorrand wordt het profiel gemeten in de laatste 10 jaar weergegeven in een grafiek. De actuele positie wordt vergeleken met de bestaande trend. Deze is bepaald over de laatste 10 jaar. Indien de schorranden sneller eroderen dan voor de verruiming (trendbreuk), is dit een negatieve evolutie.

Indien een schorklif aanwezig is, wordt ook de afstand van het schorklif ten opzichte van het raainulpunt weergegeven, alsook de klifhoogte. Voor de afstand van de klif, wordt enerzijds de ligging van (bijvoorbeeld) de NAP en NAP+1 m lijnen uitgezet. Uit de gemiddelde ligging van deze lijnen kan worden afgeleid of het voorland stabiel is, erodeert of sedimenteert. Bij erosie zal de gemiddelde afstand afnemen, bij sedimentatie toenemen. Er wordt hierbij verwacht dat wijzigingen sneller zichtbaar worden ter hoogte van het voorland, en dat het klif trager reageert.

Resultaten

Zie Jentink et al. (2019).

4.3.5 Ecotopenkaart

Benodigde gegevens

Het totaal areaal ecologisch waardevol gebied wordt bepaald aan de hand van de ecotopenkaarten van de Westerschelde van de jaren 2010, 2011, 2012, 2015, 2016 en 2018.

Methodiek

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 To situatie is de toestand die als uitgangspunt vastgesteld is in 2010. Er wordt opgemerkt dat voor het laagdynamisch zacht substraat in het sublitoraal enkel het areaal in het ondiepe sublitoraal wordt aangemerkt als ecologisch waardevol gebied. Het areaal laagdynamisch zacht substraat in het diepe sublitoraal wordt dus niet in de berekening meegenomen.

Resultaten

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

Tabel 4-11: Ontwikkeling van de ecotopenarealen.

Ecotoop	2011	2012	2015	2016	2018	2010-2018	2016-2018
LD fijnzandig hoog litoraal	335	298	316	281	277	-37	-4
LD fijnzandig laag litoraal	210	203	206	207	279	65	72
LD fijnzandig middelhoog litoraal	2061	2004	2174	1820	1889	-19	69
LD slibrijk hoog litoraal	297	247	267	286	335	34	49
LD slibrijk laag litoraal	125	118	119	155	146	12	-9
LD slibrijk middelhoog litoraal	965	1060	969	1154	1172	138	18
LD zacht substraat in het ondiepe sublitoraal	441	465	463	494	522	90	28
Totaal	4433	4395	4515	4398	4620	282	222

5 Referenties

aMT (2017). Agenda toetsoverleg 2017.

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

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

IMDC (2011b). Bepaling van de To situatie voor flexibel storten - Monitoringprogramma flexibel storten. I/RA/11353/11.003/MSM.

IMDC (2011c). Monitoringprogramma flexibel storten. Statusrapport na start verdiepingsstorten - jaar 1. I/RA/11353/11.013/MSM.

IMDC (2012). Statusrapport na start verdiepingsstorten - jaar 2. Monitoringprogramma Flexibel Storten.

IMDC (2013). Monitoringprogramma Flexibel Storten (periode 2). Deelopdracht 2: Statusrapport na start verdiepingsstorten - jaar 3. I/RA/11353/13.102/DDP.

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

IMDC (2015). Monitoringprogramma flexibel storten. Statusrapport na start verdiepingsstorten - jaar 5. Deelopdracht 8, Monitoringprogramma flexibel storten. I/RA/11353/15.075/MGO.

IMDC (2016). Monitoringprogramma flexibel storten. Deelopdracht 9: Statusrapport na start verdiepingsstorten - jaar 6. I/RA/11353/16.064/MGO.

IMDC (2017). Vaarwegbeheer 2016-2021 - Bestelopdracht 1: Flexibel Storten 2017. Statusrapport 7 jaar na de aanvang van de plaatrandstortingen. I/RA/11498/17.107/MGO/.

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

Jentink R. (2018a). Opvolging Effecten Flexibel Storten. Halfjaar rapportage Rug van Baarland, eerste halfjaar 2018. Rijkswaterstaat Zeeland, 7210A/KR-RVB-1-2018.

Jentink R. (2018b). Opvolging Effecten Flexibel Storten. Halfjaar rapportage Hoogeplaten Noord. Eerste halfjaar 2018. Rijkswaterstaat Zeeland, 7210A/KR-HPN-1-2018.

Jentink R. (2018c). Opvolging Effecten Flexibel Storten. Halfjaar rapportage Hoogeplaten West. Eerste halfjaar 2018. Rijkswaterstaat Zeeland, 7210A/KR-HPW-1-2018.

Jentink R. (2018d). Opvolging Effecten Flexibel Storten. Halfjaar rapportage Plaat van Walsoorden. Eerste halfjaar 2018. Rijkswaterstaat Zeeland, 7210A/KR-PVW-1-2018.

Jentink R., de Klerk J. & Schrijver M. (2019). Opvolging effecten Flexibel Storten, Datarapportage 2018. Rijkswaterstaat, 7210A/DR-2018-01.

Plancke Y., Sas M., Heinis F. & Ides S. (2008). Nota Plaatrandstortingen. Verruiming vaargeul Westerschelde. WL2008R791_06_rev2.

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

Schrijver M. (2019). Monitoring meergeulensysteem Westerschelde. Toetsing criteria nevengeulen. Rijkswaterstaat Zeeland, 7210A/MMGW-2019-01.

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

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.

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

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

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