



Monitoringprogramma Beneden-Zeeschelde

Voortgangsrapport 2022-2023

Vlaamse Overheid
Afdeling Maritieme Toegang

RAPPORT 11 februari 2025 - versie 3.0



Colofon

International Marine & Dredging Consultants

Adres: Van Immerseelstraat 66, 2018 Antwerpen, België

☎: + 32 3 270 92 95

Email: info@imdc.be

Website: www.imdc.be

Document Identificatie

Project	Monitoringprogramma Beneden-Zeeschelde
Titel rapport	Voortgangsrapport 2022-2023
Opdrachtgever	Vlaamse Overheid - Afdeling Maritieme Toegang
Contactpersoon Opdrachtgever	Frederik Roose, frederik.roose@mow.vlaanderen.be
Datum	11/02/2025
Rapportref.	I/RA/11640/24.177/API
Rapportlocatie	K:\PROJECTS\11\11640_P018454-RO_AMT_Vwb_2021-2025\11640-004-Baggeroverleg_2023-2024\11640-00403_Voortgangsrapport 2023-2024\10-Rap\RA24177_Voortgangsrapport_BeZS_2022_2023\RA24177_Voortgangsrapport_BeZS_2022-2023_v3.0.docx
Besteknummer	MT/02323_C1_04
Trefwoorden	-
Auteur(s)	Marco Moretto, projectingenieur

Nazicht	Gijsbert van Holland	Hoofdingenieur	
Goedgekeurd	Aline Pieterse	Senior ingenieur	

Copyright © IMDC 2025, 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

niet geclassificeerd
 intern
 beperkt
 confidencieel

Versie	Datum	Omschrijving	Auteur	Nazicht	Goedgekeurd
1.0	27/09/2024	Concept	MMO	API	API
2.0	18/10/2024	Concept na opmerkingen aMT	MMO	API	API
3.0	11/02/2025	Finaal	MMO	API/GVH	API

Samenvatting

Dit voortgangsrapport geeft een overzicht van de ontwikkelingen in de Beneden-Zeeschelde, specifiek met betrekking tot de onderhoudsbaggerwerken tijdens de jaren 2022 en 2023 van de geldende vergunning. Deze vergunning loopt van 12 januari 2017 tot en met 12 januari 2037. De bagger- en stortvolumes van het vaarwegonderhoud, zowel voor zand als slib, zijn in zowel 2022 als 2023 onder het jaarlijks maximaal vergunde volume gebleven. Het gebaggerde volume aan zand (ongeveer 1,5 Mm³) is vergelijkbaar gebleven met de voorgaande jaren (2015-2021). Echter, het volume aan slib toont een duidelijke afname, met 1,8 Mm³ in 2022 en 2,0 Mm³ in 2023, tegenover 2,5 Mm³ in de jaren daarvoor. Het zwaartepunt van de zandige baggerwerken lag in beide jaren bij de Drempel van Zandvliet, terwijl het grootste volume zand gestort werd bij Schaar van Ouden Doel. Voor slib was het zwaartepunt van de baggerwerken gelegen bij het Deurganckdok en de toegangsecul naar de Kallosluis en de toegangsecul naar de Zandvliet- en Berendrechtsluis. Stortzone Oosterweel werd in 2022 en 2023 niet gebruikt door een tijdelijke aanpassing in verband met de Oosterweelwerken.

De monitoring toont aan dat de zwevende stof gehalten in de Beneden-Zeeschelde in 2022 en 2023 lager waren dan de voorgaande jaren. De ontpoldering van de Hedwige-Prosperpolder en de spoeling door de hoge afvoerdebieten (in zomer 2021) zijn hier waarschijnlijke verklaringen voor, maar ook het niet storten bij Oosterweel of het toepassen van een minimaal bovendebiet tijdens droge perioden (cfr. het Vlaams Reactief Afwegingskader voor prioritair watergebruik) dragen hier mogelijk aan bij. Er zijn geen ernstige zuurstoftekorten waargenomen in de Beneden-Zeeschelde voor 2022 en 2023. De waterbodempkwaliteit voldeed algemeen aan de voorwaarden voor verspreiding van baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde. Er zijn voor de zone Beneden-Zeeschelde in 2022 en 2023 meerdere studies uitgevoerd met betrekking tot de sedimentbalans, de chemische kwaliteit van het sediment.

Op basis van de uitkomsten van de monitoring is er geen aanleiding om de stortstrategie in de Beneden-Zeeschelde te wijzigen.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
1.1	De opdracht	7
1.2	Doel van het rapport	7
1.2.1	De vergunning	7
1.3	Leeswijzer	8
2	Voortgang van de werkzaamheden	9
2.1	Onderhoudsbaggerwerken	9
2.1.1	Zand	9
2.1.2	Slib	11
2.2	Ontwikkelingen in de Beneden Zeeschelde	13
3	Resultaten monitoring	15
3.1	Zwevende stof	15
3.1.1	Continue metingen	15
3.1.2	Periodieke metingen	18
3.2	Zuurstof	22
3.2.1	Periodieke metingen	23
3.2.2	Continue metingen	23
3.3	Waterbodemkwaliteit	24
4	Resultaten van studies en proefprojecten	27
4.1	Studies	27
4.1.1	Sedimentbalans	27
4.1.2	Chemische kwaliteit sediment	28
4.1.3	Havenontwikkelingen	29
4.2	Proefprojecten	29
5	Voorstel voor ...	30
5.1	Aanpassing van de stortstrategie	30
5.2	Monitoring	30
5.3	Nader onderzoek	30
6	Referenties	31

Lijst van Tabellen

Tabel 2-1: Zand bagger/stort volumes in Beneden Zeeschelde voor het jaar 2022 in m ³ V' of gepeild volume.	10
Tabel 2-2: Zand bagger/stort volumes in Beneden Zeeschelde voor het jaar 2023 in m ³ V' of gepeild volume.	11
Tabel 2-3: Slib bagger/stort volumes in Beneden Zeeschelde voor 2022 in m ³ V'.	12
Tabel 2-4: Slib bagger/stort volumes in Beneden Zeeschelde voor 2023 in m ³ V'.	12
Tabel 3-1: Overzicht jaarstatistiek (2022) voor SSC (in mg/l) tijdens KHW/KLW (minimum) en vloed/eb (gemiddeld/maximum) voor de verschillende afwaartse meetstations (Plancke <i>et al.</i> , 2023a).	16
Tabel 3-2: Overzicht jaarstatistiek (2023) voor SSC (in mg/l) tijdens KHW/KLW (minimum) en vloed/eb (gemiddeld/maximum) voor de verschillende afwaartse meetstations (Van Goethem <i>et al.</i> , 2024).	17

Lijst van Figuren

Figuur 2-1: Onderhoud zand (m ³ gepeild zand) in de Beneden-Zeeschelde van 2010 tot 2023.	9
Figuur 2-2: Stortvolume zand (m ³ gepeild zand) per stortlocatie van 2010 tot 2023.	10
Figuur 2-3: Stortvolume slib in m ³ V' per stortlocatie van 2010 tot 2023.	11
Figuur 2-4: Onderhoud slib in de Beneden-Zeeschelde van 2010 tot 2023.	12
Figuur 2-5: Overzichtskarta Beneden-Zeeschelde.	13
Figuur 3-1: Locatie van Moneos-metposten in de Zeeschelde met continue monitoring van fysische parameters (Plancke et al., 2023a).	16
Figuur 3-2: Variatie van SSC te Oosterweel en dagelijkse storthoeveelheid slib voor 2022 (Plancke et al., 2023a).	17
Figuur 3-3: Variatie van SSC te Oosterweel en dagelijkse storthoeveelheid slib voor 2023 (Van Goethem et al., 2024).	18
Figuur 3-4: Meetlocaties voor de halftij-ebvaarten (Plancke et al., 2023a).	19
Figuur 3-5: Sedimentconcentratie nabij de bodem (mg/l) bij halftij-eb langsheen de Zeeschelde, zwarte lijn geeft afbakening Beneden-Zeeschelde weer (Van Goethem et al., 2024).	19
Figuur 3-6: Maandelijks gemiddelde en zesmaandelijks glijdend gemiddelde zwevende stof concentratie in de Zeeschelde in MTZ1. De streeplijn geeft het gemiddelde weer over de periode 1996-2008 en 2009-2020 (Maris et al., 2023).	20
Figuur 3-7: Overzicht van de locaties voor de systeemmonitoring in OMES, blauwe bollen metingen op dag 1 (Maris et al., 2023).	20
Figuur 3-8: Gemiddelde zwevende stofconcentratie (SPM) gemeten over de volledige waterkolom in MTZ1a (km 60-80) op basis van dieptestalen. Gepresenteerd zijn alle meetpunten (grijs) en een glijdend gemiddelde over 6 maanden (zwart) (IMDC, 2024b).	21
Figuur 3-9: Jaargemiddelde SPM concentratie over de volledige waterkolom op basis van dieptestalen samen met de zoetwaterafvoer te Schelle en jaartotalen stortvolumes in de Beneden-Zeeschelde (IMDC, 2024b).	22
Figuur 3-10: Surface plot voor opgeloste zuurstof. Groene stippen duiden op zuurstof oververzadiging, de zwarte contouren markeren zones waar zuurstof onder de EMSE criterium duikt (Maris et al., 2024).	23
Figuur 3-11: Opgeloste zuurstof op basis van continue data voor verschillende stations. Blauw: >5 mg/l (zomer) of >6 mg/l (winter); Oranje: <5 mg/l (zomer) of <6 mg/l (winter); Rood: <2,5 mg/l (Maris et al., 2023).	24
Figuur 3-12: Opgeloste zuurstof op basis van continue data voor Kruike. Blauw: >5 mg/l (zomer) of >6 mg/l (winter); Oranje: <5 mg/l (zomer) of <6 mg/l (winter); Rood: <2,5 mg/l (Maris et al., 2024).	24
Figuur 3-13: Bemonsteringzones Beneden-Zeeschelde 2023 Toetsing volgens VLAREM (Vlaamse Milieumaatschappij, 2023).	26

1 Inleiding

1.1 De opdracht

Analyses en rapportering van monitoring- en modelleringsgegevens in het kader van het proces vaarwegbeheer worden voorbereid en geleverd in het kader van Deelopdracht 4 “Data-analyse en rapportering van toepassing binnen het formeel Baggeroverleg voor de vergunning van het vaargeulonderhoud van de Westerschelde” binnen het project “Meervoudige raamovereenkomst plan- en projectvoorbereiding infrastructuur en baggerwerken in en aan de vaarweg” (Bestek MT/02323_C1_04). Binnen dit proces worden alle activiteiten verricht die nodig zijn om lopende en geplande omgevingsvergunningen te verwerven en behouden met betrekking tot alle onderhoudsbaggeractiviteiten die gebeuren in en langs de vaargeul waarvoor afdeling Maritieme Toegang bevoegd is. Hiervoor wordt ook voor de Beneden-Zeeschelde tenminste iedere twee jaar een voortgangsrapport opgeleverd. Voorliggend rapport beslaat de jaren 2022 en 2023.

1.2 Doel van het rapport

Afdeling Maritieme Toegang (aMT) van het Departement Mobiliteit en Openbare Werken voert onderhoudsbaggerwerken uit in de Beneden-Zeeschelde om de toegankelijkheid te garanderen. Voor het terugstorten van de specie in de Beneden-Zeeschelde is een vergunning verleend aan aMT.

Onderdeel van deze vergunning is de stortstrategie, waarin staat dat er:

Tweejaarlijks een Voortgangsrapportage moet worden opgesteld als onderdeel van het Monitoringprogramma Beneden-Zeeschelde.

Dit rapport bevat:

- *De voortschrijdende historiek van de meetgegevens*
- *De evolutie in de gemeten grootheden*
- *De interpretatie hiervan in relatie tot de stortactiviteiten*

Op basis van de waargenomen ontwikkelingen binnen de monitoring, zoals turbiditeit, en de resultaten van studies en proefprojecten doet het Voortgangsrapport voorstellen voor mogelijke aanpassingen van de stortstrategie, de monitoring, of nader onderzoek, inclusief nieuwe technieken en mogelijkheden.

1.2.1 De vergunning

In 2017 werden vergunningen (Prov. Milieuvergunningen voor Oost-Vlaanderen en Antwerpen) verleend, die in 2020 beperkt werden aangepast in het kader van de toekomstige Oosterweelwerken en zijn samengevoegd onder één Vlaamse omgevingsvergunning (OMV_2018128729).

Het terugstorten van de onderhoudsbaggerspecie, door aMT, wordt onder de volgende stortstrategie gedaan:

Terugstorten van maximum 10.000.000 m³ per jaar onderhoudsspecie en specie afkomstig van kleine aanleg baggerwerken, waarvan maximaal 7.000.000 m³ per jaar in de provincie Antwerpen en maximaal 7.000.000 m³ per jaar in de provincie Oost-Vlaanderen welke afgezet worden op de stortzones:

voor de **zandfractie**:

- Schaar van Ouden Doel
- Parelputten (=Kalloputten) (maximaal 400.000 m³/jaar of ca. 30%)
- Put van Wintam (maximaal 200.000 m³/jaar)

voor de **slibrijke** specie:

- Punt van Melsele: tijdens eb;
- Ketelputten: tijdens vloed;
- Oosterweel (niet in gebruik door aMT tijdens Oosterweelwerken)

Gedurende de werken in de Zeeschelde i.f.v. de bouw van de Oosterweelverbinding kan niet gestort worden in de vergunde stortzone Oosterweel door aMT. Sinds 2021 wordt door aMT effectief niet meer gestort in zone Oosterweel, hoewel de bagger- en stortactiviteiten van de Oosterweel-verbinding nog niet zijn gestart. De start van deze activiteiten is gepland voor eind 2024.

Het is belangrijk te vermelden dat binnen deze vergunning kan worden teruggevallen op de strategie van voor 2017 (Schaar van Ouden Doel als stortzone voor zand, Punt van Melsele en Oosterweel voor slib) bij ongewenste ontwikkelingen zoals verhoogde troebelheid.

Om baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde te mogen terugstorten moet voldaan worden aan milieuhygiënische kwaliteitseisen, zoals in de vergunning gedefinieerd in de acceptatiecriteria. Hiervoor wordt jaarlijks waterbodemonderzoek uitgevoerd, waarbij wordt gecontroleerd of de toetsingswaarden voor verschillende stoffen worden overschreden. Ook de aanwezigheid van PFAS in de baggerzones wordt gemonitord.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de voortgang van de werkzaamheden over de jaren 2022 en 2023 besproken, respectievelijk voor zand en slib. Verder wordt er ingegaan op de overige ontwikkelingen die in de Beneden-Zeeschelde hebben plaatsgevonden in de gerapporteerde periode. Resultaten van de monitoring worden besproken in hoofdstuk 3. Hierbij is er vooral ingegaan op de ontwikkelingen met betrekking tot zwevende stof, zuurstof en waterbodemkwaliteit in de Beneden Zeeschelde.

Er worden studies uitgevoerd die betrekking hebben op de Beneden Zeeschelde. In hoofdstuk 4 worden de belangrijkste resultaten en conclusies van een selectie aan studies besproken die sinds 2022 zijn gepubliceerd en die bovendien een link hebben met het onderhoud in de Beneden-Zeeschelde.

Naar aanleiding van dit rapport worden enkele voorstellen gedaan voor aanpassing of bijsturing van de stortstrategie en monitoring. Deze zijn te vinden in hoofdstuk 5.

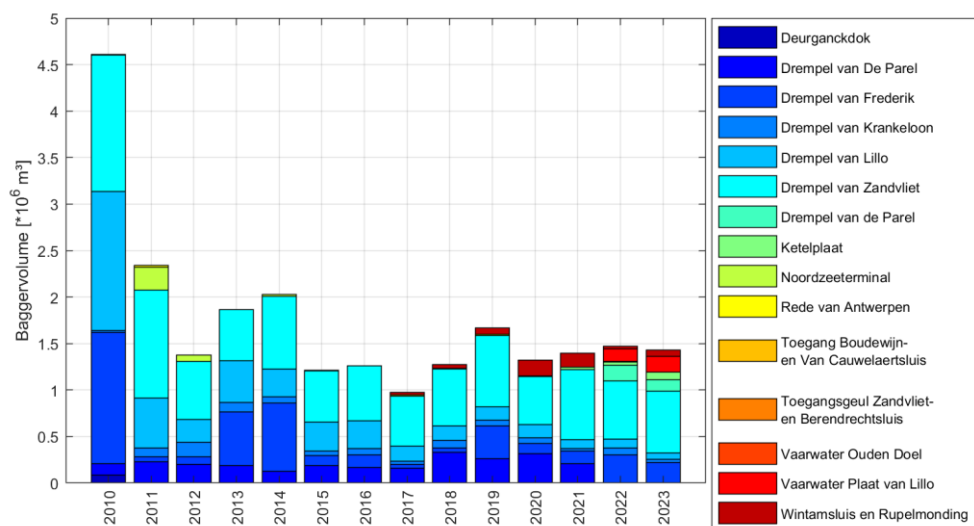
2 Voortgang van de werkzaamheden

2.1 Onderhoudsbaggerwerken

De bagger- en stortzones en de belangrijkste locaties langs de Beneden Zeeschelde worden getoond in Figuur 2-5.

2.1.1 Zand

Het onderhoudsvolume zand in de Beneden-Zeeschelde bedraagt sinds de derde verruiming gemiddeld circa 1,5 Mm³ (Figuur 2-1), en is de laatste 2 jaren ook niet toegenomen, met 1,5 en 1,4 Mm³ respectievelijk voor 2022 en 2023 (Tabel 2-1 en Tabel 2-2).



Figuur 2-1: Onderhoud zand (m³ gepeild zand) in de Beneden-Zeeschelde van 2010 tot 2023.

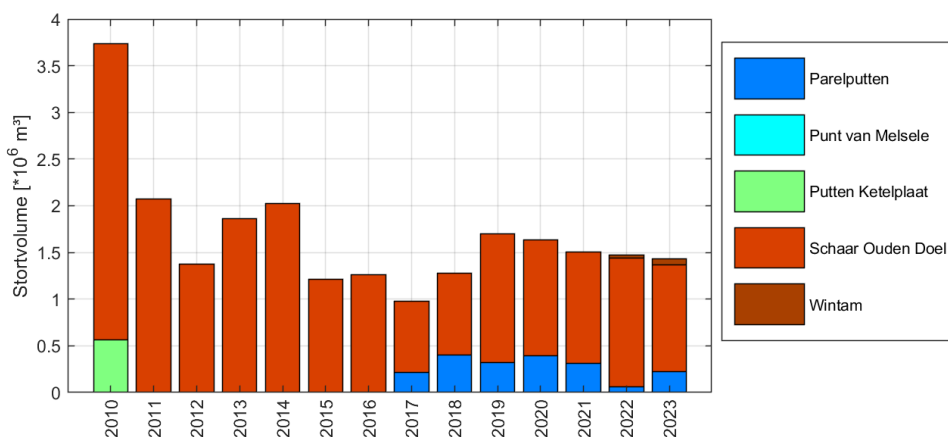
Het gebaggerde zand in de Beneden-Zeeschelde werd tot 2017 bijna uitsluitend gestort in de Schaar van Ouden Doel, maar onder de nieuwe stortvergunning wordt sinds 2017 ook zand gestort in de Parelputten (Figuur 2-2). Het zwaartepunt van de stortingen lag in 2022 en 2023 nog steeds bij Schaar van Ouden Doel, met respectievelijk 1,4 Mm³ en 1,1 Mm³ gestort zand (V' of gepeild volume m³)¹.

In 2023 werd er ook aanzienlijk meer gestort bij de Parelputten, voornamelijk afkomstig van de Drempel van De Parel. De drie meest gebaggerde zones in beide jaren waren, in volgorde van belangrijkheid, Drempel van Zandvliet, Drempel van Frederik en Vaarwater Plaat van Lillo.

¹ De bagger- en storthoeevelheden zijn in de baggerstatistiek (databank Beheer Maritieme Werken) voor de Beneden Zeeschelde uitgedrukt in m³ gepeild of equivalent (of gereduceerd) volume (V') voor zand. Voor slib wordt enkel m³ equivalent (of gereduceerd) volume (V') toegepast.

Indien het gebaggerde materiaal zand betreft dat duidelijk bezinkt in het beun van het baggerschip dan worden de volumes geregistreerd als gepeilde volumes. Betreft het echter zandig materiaal dat moeilijk bezinkt in het beun dan wordt het volume geregistreerd als gereduceerd volume (V'), weliswaar als type zand.

Het equivalent volume V' is het **volume slib** omgerekend naar een bulkdensiteit van 2 ton per m³ op basis van het waargenomen beunvolume en de beunmassa. Dit zijn eveneens de eenheden die gebruikt worden in de rapportages in het kader van diverse vergunningen.



Figuur 2-2: Stortvolume zand (m³ gepeild zand) per stortlocatie van 2010 tot 2023.

Tot en met 2016 vond er ter hoogte van de Schaar van Ouden Doel zandwinning plaats van 1,5 à 2 Mm³ per jaar. Sinds 1 juli 2017 is de toegestane hoeveelheid verlaagd met één derde en sindsdien is het zandwinnvolume afgenomen tot ca. 0,8 Mm³ per jaar, 815 326 m³ voor 2022 en 769 755 m³ voor 2023 (IMDC, 2024a). De zandwinning vindt plaats om de stortcapaciteit van zandige specie ter hoogte van de Schaar van Ouden Doel op peil te houden. Aangezien de hoeveelheid gestort zand de zandwinning overtreft, is er cumulatief een positieve instroom aan zand ter hoogte van Schaar van Ouden doel.

Tabel 2-1: Zand bagger/stort volumes in Beneden Zeeschelde voor het jaar 2022 in m³ V' of gepeild volume.

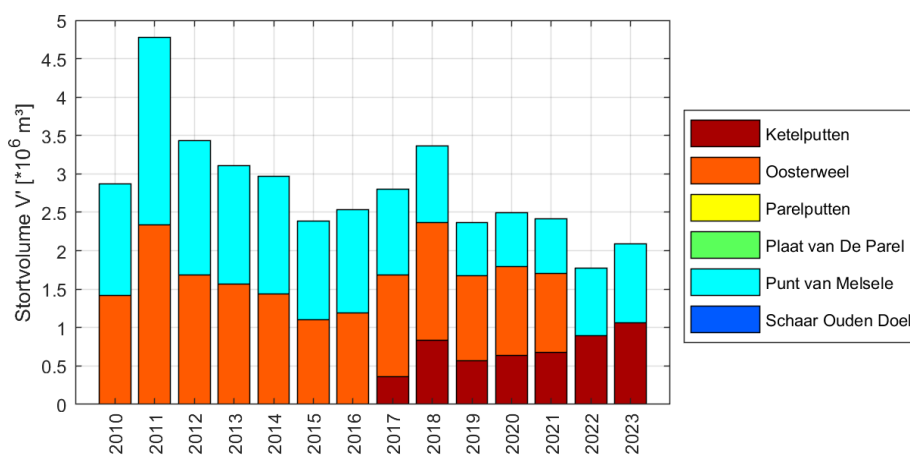
Baggerzone	Stortzone			
	Parelputten	Schaar Ouden Doel	Wintam	TOTAAL
Drempel van De Parel	45 130	128 814		173 944
Drempel van Frederik		303 070		303 070
Drempel van Krankeloon	13 263	62 276		75 539
Drempel van Lillo		90 758		90 758
Drempel van Zandvliet		625 608		625 608
Ketelplaat		34 055		34 055
Rede van Antwerpen	2 878			2 878
Toegangsgeul Zandvliet/Berendrechtsluis		3 283		3 283
Vaarwater Plaat van Lillo		131 861		131 861
Wintamsluis en Rupelmonding			32 634	32 634
TOTAAL	61 270	1 379 725	32 634	1 473 629

Tabel 2-2: Zand bagger/stort volumes in Beneden Zeeschelde voor het jaar 2023 in m³ V' of gepeild volume.

Baggerzone	Stortzone			
	Parelputten	Schaar Ouden Doel	Wintam	TOTAAL
Drempel van De Parel	122 581			122 581
Drempel van Frederik		217 670		217 670
Drempel van Krankeloon	34 978			34 978
Drempel van Lillo	34 651	32 999		67 650
Drempel van Zandvliet	10 767	654 259		665 056
Ketelplaat	12 878	69 247		82 125
Rede van Antwerpen	3 337			3 337
Vaarwater Plaat van Lillo		170 387		170 387
Wintamsluis en Rupelmonding			69 385	69 385
TOTAAL	219 191	1 144 562	69 385	1 433 137

2.1.2 Slib

In 2021 werd er in de stortzone “Oosterweel” nog ongeveer 1,0 Mm³ V' gestort (Figuur 2-3). Vanaf 2022 wordt gewerkt met de tijdelijke aanpassing in de stortstrategie (sectie 1.2.1) in functie van de werken in verband met de Oosterweel-verbinding, waardoor er in 2022 en 2023 geen stortingen van onderhoudsbaggerspecie plaatsvonden in stortzone Oosterweel.

Figuur 2-3: Stortvolume slib in m³ V' per stortlocatie van 2010 tot 2023.

Het zwaartepunt van de slibrijke baggerwerken ligt ter hoogte van het Deurganckdok en de toegangsheuvel naar de Kallosluis en de toegangsheuvel naar de Zandvliet- en Berendrechtshuis. Samen bedragen deze ca. 70-75% van het totaal volume aan slib in de Beneden Zeeschelde. In de vaargeul zelf is Drempel van Frederik de belangrijkste baggerzone, voor beide jaren, met respectievelijk 311 000 en 344 000 m³ V'. In 2022 en 2023 werden slechts twee stortlocaties gebruikt: Ketelputten (bij vloed) en Punt van Melsele (bij eb) (Tabel 2-3 en Tabel 2-4). In beide jaren werd er ongeveer evenveel gestort op beide locaties, respectievelijk per locatie 0,9 Mm³ V' in 2022 en 1,0 Mm³ V' in 2023.

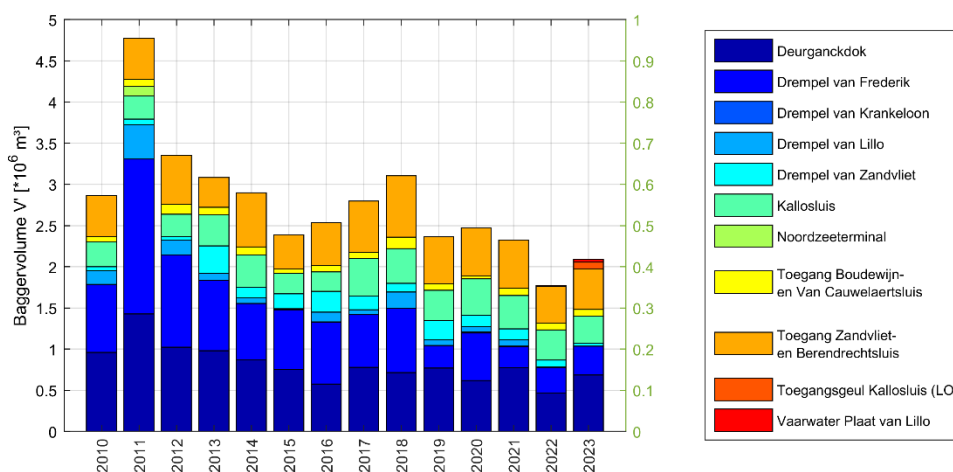
In vergelijking met de jaren voordien (2015-2021), waar het gemiddelde onderhoudsvolume slib algemeen ca. 2,5 Mm³ V' was, komt het onderhoud van slib voor de laatste 2 jaar lager uit (Figuur 2-4).

Tabel 2-3: Slib bagger/stort volumes in Beneden Zeeschelde voor 2022 in m³ V'.

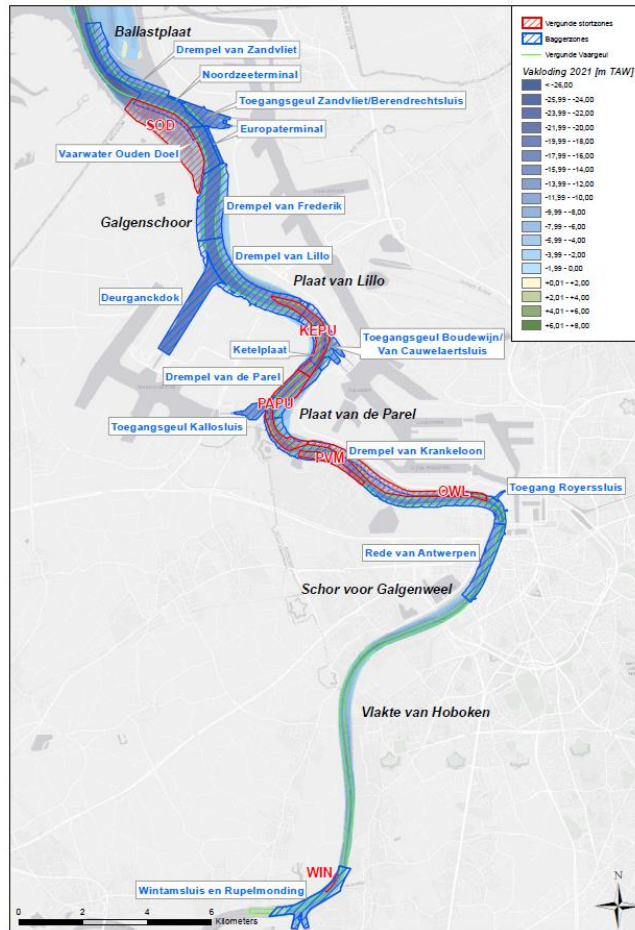
Baggerzone	Stortzones		
	Ketel putten	Punt van Melsele	Totaal
Deurganckdok	249 796	216 528	466 324
Drempel van Frederik	165 544	145 938	311 482
Drempel van Krankeloon	3 162	2 294	5 456
Drempel van Zandvliet	36 580	46 164	82 744
Toegang Boudewijn- en Van Cauwelaertsluis	42 360	37 333	79 693
Toegangsgemaal Kallosluis (Kallosluis)	159 596	206 307	365 903
Toegang Zandvliet- en Berendrechtsluis	234 083	214 185	448 268
Vaarwater Plaat van Lillo		10 835	10 835
Totaal	891 121	879 584	1 770 705

Tabel 2-4: Slib bagger/stort volumes in Beneden Zeeschelde voor 2023 in m³ V'.

Baggerzone	Stortzones		
	Ketel putten	Punt van Melsele	Totaal
Deurganckdok	374 592	309 147	683 739
Drempel van Frederik	166 032	183 754	349 786
Drempel van Zandvliet	10 184	30 173	40 357
Toegang Boudewijn- en Van Cauwelaertsluis	49 267	30 465	79 732
Toegangsgemaal Kallosluis (Kallosluis)	125 144	203 937	329 081
Toegangsgemaal Kallosluis - LO	41 555	38 452	80 007
Toegang Zandvliet- en Berendrechtsluis	270 430	221 501	491 931
Vaarwater Plaat van Lillo	23 567	11 832	35 399
Totaal	1 019 216	990 809	2 090 032



Figuur 2-4: Onderhoud slib in de Beneden-Zeeschelde van 2010 tot 2023.



Figuur 2-5: Overzichtskartaat Beneden-Zeeschelde.

2.2 Ontwikkelingen in de Beneden Zeeschelde

In deze sectie wordt een beknopt overzicht gegeven van de ontwikkelingen die hebben plaatsgevonden in de Beneden Zeeschelde over de periode 2022-2023 en die mogelijk impact kunnen hebben op de toekomstige ingrepen.

[Hedwige-Prosperpolder](#) is ontpolderd (dijk afgegraven) in oktober 2022 en maakt deel uit van het Sigmaplan (aan de Belgische zijde, <https://www.sigmaplan.be>). Door een geul en een afgegraven dijk stroomt er sinds oktober van 2022 opnieuw water van de Zeeschelde het voormalige poldergebied binnen. Door de ontpoldering ontstaat er 465 hectare nieuwe getijdennatuur, waarvan 295 ha op Nederlands grondgebied en 170 ha op Vlaams grondgebied.

Bij [Fort Filip](#) is een strekdam aangelegd (eind juli 2021) om meer intergetijdennatuur te creëren. De transformatie van de site maakt deel uit van het Sigmaplan, dat naast bescherming tegen overstromingen ook tot doel heeft om de riviernatuur te herstellen. Om de effecten van de inrichting te beoordelen, werd een monitoringprogramma opgezet waarbij data van vóór de ingreep (referentiejaar 2019, T_0) wordt vergeleken met gegevens uit latere jaren. Het monitoringrapport van het INBO beslaat de periode van 2019 tot 2022, twee jaar na de voltooiing van de werken. Het rapport beschrijft ontwikkelingen op het gebied van watervogels, vegetatie, sedimentkarakteristieken, geomorfologie, macrobenthos en hyperbenthos (Van de Meutter *et al.*, 2023).

De [ontpoldering bij Lillo](#), uitgevoerd in 2012, is een belangrijk project binnen het Sigmaphan. Door een opening in de bestaande dijk werd een gebied van ongeveer 10 hectare opnieuw blootgesteld aan getijdenwerking, waardoor slikken en schorren zich konden ontwikkelen. De komende jaren ondergaat het dorp Lillo, na goedkeuring van het Masterplan Lillo in 2022, een complete make-over.

Opwaarts van de zone Beneden-Zeeschelde, opwaarts van Rupelmonde, zijn er verschillende ontpolderingen/GOGs (gecontroleerd overstromingsgebied) uitgevoerd in 2022-2023. Zo is de [ontpoldering Klein Broek](#) uitgevoerd in 2023 en [GOG Grote Vijver](#) is operationeel sinds mei 2022.

Het gecontroleerd overstromingsgebied (GOG) [Kruibeke-Bazel-Rupelmonde](#) (KBR) is onderdeel van het Sigmaphan. Met een oppervlakte van ongeveer 600 hectare is KBR het grootste overstromingsgebied in Vlaanderen. Het gebied biedt bescherming tegen overstromingen door overtollig water op te vangen tijdens stormvloed en hoge rivierafvoeren. Het gebied werd officieel in gebruik genomen in september 2014.

Meetpaal Lillo is niet meer actief sinds midden september 2022, vanwege een aanvaring van de meetpaal door een binnenschip (Plancke *et al.*, 2023a). De meetpaal werd hierdoor onherstelbaar beschadigd en er worden tijdelijk geen metingen meer uitgevoerd.

Na het opstellen van het Vlaams Reactief Afwegingskader voor prioritair watergebruik, wordt meer gestuurd door de Vlaamse Waterweg om ook tijdens droge periodes steeds een drempelwaarde van 2 m³/s voor het 7-dagen debiet of 16 m³/s voor het 6-maanden debiet bij Melle naar de Zeeschelde te leiden, om het zwevend stofgehalte onder de 200 mg/l te houden (VMM, 2021). Dit heeft ertoe geleid dat, hoewel 2022 droger was dan 2020, de diepere dalen in het wekelijkse gemiddelde debiet minder uitgesproken zijn.

De wachtsteiger bij de Ketelplaat bevindt zich in de Beneden-Zeeschelde nabij Lillo, ter hoogte van boei 97 aan de linkeroever. Deze steiger is ontworpen om binnenvaartschepen een veilige wachtplaats te bieden tijdens hun vaart op de Schelde. De bouw van de wachtsteiger begon in augustus 2019 en werd voltooid eind juni 2020. In het kader van de aanleg is een analyse uitgevoerd naar de recente morfologische ontwikkelingen nabij de wachtsteiger ter hoogte van de Ketelplaat in de Beneden-Zeeschelde (Plancke *et al.*, 2021).

Burchtse Weel is een getijdennatuurgebied gelegen aan de Linkeroever van de Schelde, tussen de dorpen Burcht en Linkeroever. Het gebied maakt deel uit van de Beneden-Zeeschelde en is ontstaan door de natuurlijke dynamiek van de rivier, wat heeft geleid tot de vorming van slikken en schorren. In 2018 werd een studie uitgevoerd naar de waterstanden en sedimentatie in Burchtse Weel (Smolders *et al.*, 2019). Deze studie benadrukte de rol van het gebied in de sedimentatieprocessen van de Schelde en de invloed van getijdenwerking op de ecologische waarde van het gebied. In augustus 2023 startte aannemer Stadsbader met rooiwerken aan de Burchtse Weel. Deze werkzaamheden maken deel uit van de aanleg van een nieuwe tuimeldijk, bedoeld om de waterveiligheid in het gebied te verbeteren ([artikel](#)).

De Waterbus, actief sinds 2017 op de Beneden-Zeeschelde, biedt een duurzaam alternatief voor vervoer in de regio Antwerpen. Echter, de hoge snelheid van deze schepen kan leiden tot aanzienlijke golfslag, wat mogelijk bijdraagt aan oevererosie en daarmee de stabiliteit van de oevers beïnvloedt. Om aan de groeiende vraag te voldoen, zijn er plannen om de capaciteit van de Waterbus te vergroten. Verdere studies en passende maatregelen zijn nodig om de impact van de Waterbus op de oevers te minimaliseren en de duurzaamheid van zowel het transportmiddel als het milieu te waarborgen.

3 Resultaten monitoring

In dit hoofdstuk worden resultaten van de monitoring besproken. Hierbij is er vooral ingegaan op de ontwikkelingen met betrekking tot zwevende stof, zuurstof en waterbodempkwaliteit in de Beneden Zeeschelde.

3.1 Zwevende stof

Zoals aangegeven in de vergunning, vallen de waargenomen ontwikkelingen in de monitoring van de turbiditeit (zwevende stof) onder het Voortgangsrapport. Er wordt beroep gedaan op de MONEOS-jaarboeken 2022 (Plancke *et al.*, 2023a) en 2023 (Van Goethem *et al.*, 2024) en de OMES jaarverslagen 2022 (Maris *et al.*, 2023) en 2023 (Maris *et al.*, 2024), waarin verschillende soorten metingen aan bod komen, waaronder continue en periodieke metingen (zie respectievelijk sectie 3.1.1 en sectie 3.1.2). In de onderstaande secties wordt een samenvatting gegeven van de belangrijkste bevindingen.

De algemene verwachting in de Beneden-Zeeschelde is dat het zwevende stofgehalte (SSC) tijdens de kenteringsmomenten aanzienlijk lager is dan tijdens de vloed- en eb fase. Dit komt doordat de stroomsnelheid tijdens kentering naar nul gaat, waardoor het sediment naar de bodem zakt en de SSC-waarden dalen (Van Goethem *et al.*, 2024).

Neerslag kan resulteren in een hoog opwaarts debiet in de Beneden-Zeeschelde en kan voor een spoeling van het gebied zorgen. Hierdoor worden de zwevende stofgehalten lager, omdat het sterke debiet het sediment afvoert, wat resulteert in een vermindering van de concentratie van zwevende stoffen in het water (Maris *et al.*, 2023).

Een belangrijke parameter voor de evaluatie van het zwevende stofgehalte langsheen de Beneden-Zeeschelde is de locatie van het turbiditeitsmaximum (ETM). Het turbiditeitsmaximum (ETM) varieert met de seizoenen, een afwaartse migratie bij hogere afvoer wat typisch is voor de winterperiode (Van Goethem *et al.*, 2024). De verplaatsing van het maximum door een toename/afname van de afvoer kan verantwoordelijk zijn voor een stijging/daling van het SSC op specifieke locaties.

3.1.1 Continue metingen

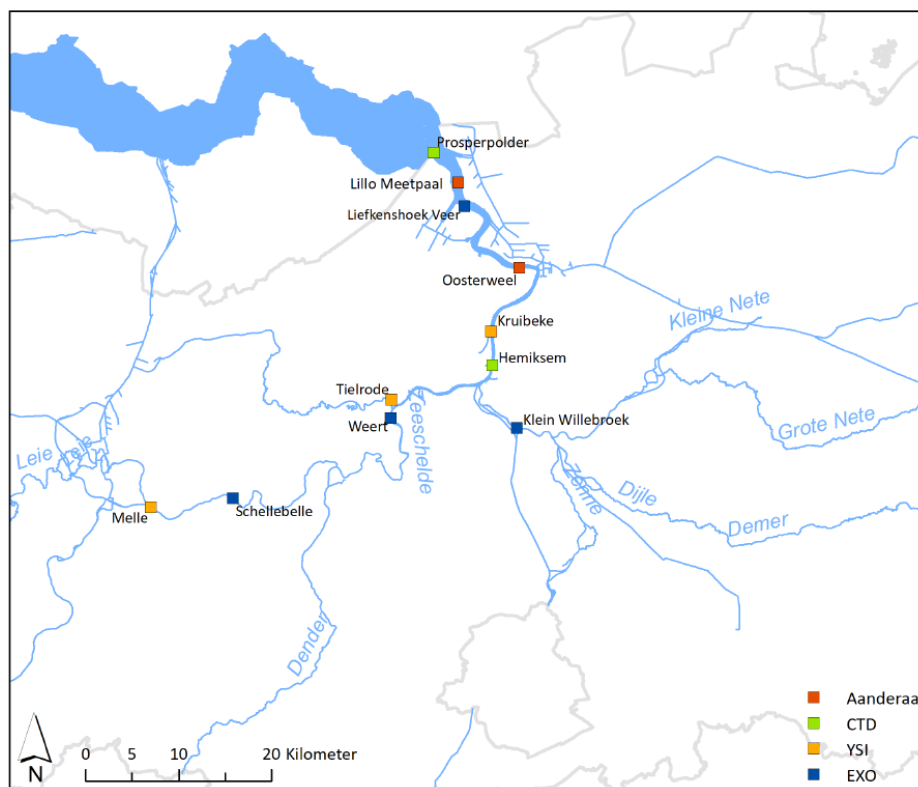
Op verschillende locaties in de Beneden-Zeeschelde worden continue metingen van turbiditeit uitgevoerd (Figuur 3-1). Het turbiditeitssignaal wordt omgezet naar zwevende stofgehalte (SSC, uitgedrukt in mg/l). Deze gegevens zijn gerapporteerd in de MONEOS-jaarboeken 2022 (Plancke *et al.*, 2023a) en 2023 (Van Goethem *et al.*, 2024). De continue metingen geven inzicht over het jaarlijkse verloop, inclusief seizoenvariatie, van SSC-waarden in de Beneden Zeeschelde.

In 2022 zijn de SSC-waarden voor de afwaartse stations, in mindere mate voor Kruikeke en Liefkenshoek, hoger in de winter vanwege het grotere afvoerdebiet, wat typisch is voor deze periode door de toegenomen regenval. Dit is ook waargenomen in 2020 en 2021 (Vandenbruwaene *et al.*, 2022a). Lillo meetpaal viel midden september 2022 uit, hierdoor ligt de datageschiktheid in 2022 rond de 65%. Bij het vergelijken van de absolute waarden tussen de verschillende stations is het belangrijk om op te merken dat de positie van het meetinstrument in de waterkolom niet overal gelijk is. De sedimentconcentraties nabij het oppervlak zijn algemeen lager dan die nabij de bodem, zelfs op dezelfde locatie (zie ter hoogte van Lillo-meetpaal, boven en onder). In 2022 werden de hoogste gemiddelde SSC-waarden gemeten bij de Lillo Meetpaal-Onder en Oosterweel-Boven

Tabel 3-1), die te Oosterweel waarschijnlijk gerelateerd zijn aan de stortingen in de nabijheid. Ter hoogte van Kruike en Liefkenshoek worden de metingen dicht bij het wateroppervlak genomen (hoger in de waterkolom), respectievelijk 1,1 en 0,7 m onder het oppervlak. Dit kan mogelijk (deels) verklaren waarom de SSC-waarden lager liggen dan de overige stations in de Beneden-Zeeschelde.

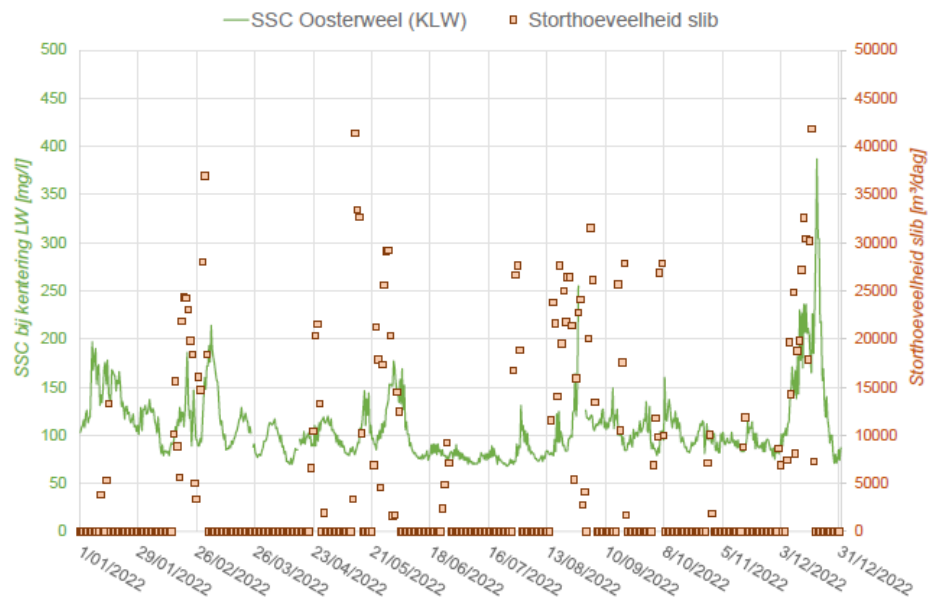
Tabel 3-1: Overzicht jaarstatistiek (2022) voor SSC (in mg/l) tijdens KHW/KLW (minimum) en vloed/eb (gemiddeld/maximum) voor de verschillende afwaartse meetstations (Plancke *et al.*, 2023a).

Station	% geschikte data	Kentering (minimum)		Eb		Vloed	
		KHW	KLW	Gemiddeld	Maximum	Gemiddeld	Maximum
Lillo Meetpaal-Boven	64,9	80 ± 47	84 ± 46	187 ± 144	344 ± 219	147 ± 87	255 ± 152
Lillo Meetpaal-Onder	65,7	105 ± 68	101 ± 63	241 ± 152	460 ± 275	186 ± 111	436 ± 262
Liefkenshoek Veer	95,6	62 ± 13	65 ± 19	112 ± 47	180 ± 97	93 ± 35	151 ± 73
Oosterweel-Boven	97,5	149 ± 100	87 ± 37	195 ± 122	311 ± 206	200 ± 135	304 ± 220
Kruike	95,2	61 ± 35	53 ± 20	106 ± 46	163 ± 96	100 ± 47	186 ± 139



Figuur 3-1: Locatie van Moneos-metposten in de Zeeschelde met continue monitoring van fysische parameters (Plancke *et al.*, 2023a).

In relatie tot de stortingen/ingrepen wordt in Figuur 3-2 de variatie in sedimentconcentratie bij kentering laagwater getoond voor het station Oosterweel. Dit is gelegen in de nabijheid van twee stortlocaties: Ketelputten (bij vloed) en Punt van Melsele (bij eb). Er is te zien dat de stortingen hoofdzakelijk plaatsvinden in 4 periodes (eind februari, mei, augustus en begin december). Tijdens deze periodes is er ook een lichte tot aanzienlijke toename te zien in de SSC, waarbij vooral tijdens de stortcampagne van december 2022 een toename in SSC zichtbaar is (van 100 mg/l tot bijna 400 mg/l). Enkele dagen na het stoppen van de stortingen zakt de SSC terug naar de waarde van voor de stortcampagne.



Figuur 3-2: Variatie van SSC te Oosterweel en dagelijkse storthoeveelheid slib voor 2022 (Plancke et al., 2023a).

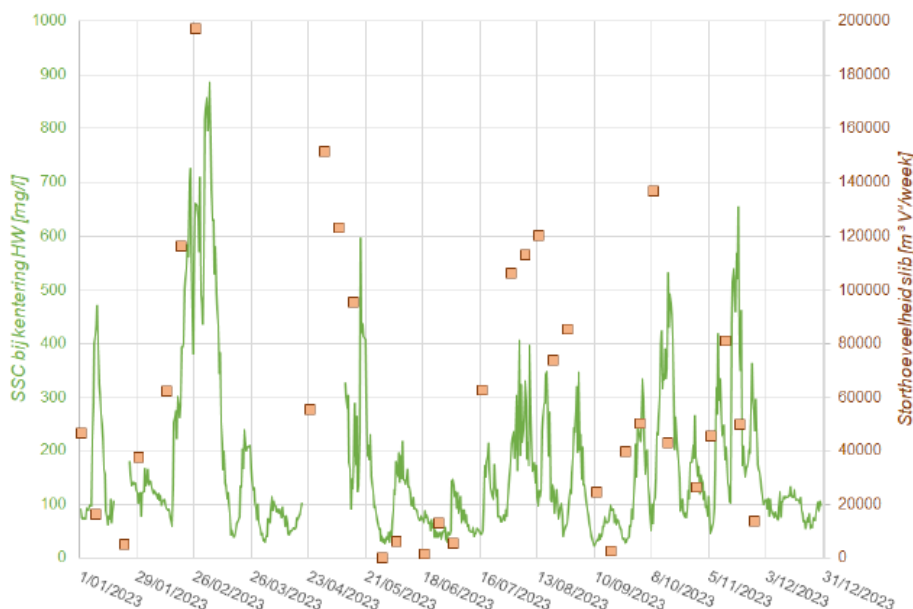
In 2023 werd er in maart een duidelijke piek aan SSC gemeten ter hoogte van alle afwaartse stations, maar deze is minder uitgesproken ter hoogte van Liefkenshoek en Kruibeke. Deze piek kan verklaard worden door de verhoogde bovenafvoer die wordt geregistreerd voor de periode van 1/03/2023 tot 1/04/2023. Bij een klassiek verloop van de bovenafvoer, zorgt de hogere bovenafvoer in de winter ervoor dat het ETM meer afwaarts (~ Beneden-Zeeschelde van Grens tot Kruibeke) komt te liggen in de winter en het voorjaar (Van Goethem et al., 2024).

Tabel 3-2: Overzicht jaarstatistiek (2023) voor SSC (in mg/l) tijdens KHW/KLW (minimum) en vloed/eb (gemiddeld/maximum) voor de verschillende afwaartse meetstations (Van Goethem et al., 2024).

Station	% geschikte data		Kentering (minimum)		% geschikte data		Eb		Vloed	
	KHW	KLW	KHW	KLW	Vloed	Eb	Gemiddeld	Maximum	Gemiddeld	Maximum
Liefkenshoek Veer	98	97,7	63 ± 12	67 ± 26	97,9	97,2	121 ± 58	201 ± 122	94 ± 35	158 ± 83
Oosterweel-Boven	92,1	91,2	134 ± 105	66 ± 31	91,2	91,2	196 ± 126	337 ± 222	206 ± 142	349 ± 262
Kruibeke	89,9	90,1	53 ± 28	52 ± 18	89,9	89,8	104 ± 36	158 ± 65	92 ± 34	162 ± 88

In relatie tot de stortingen/ingrepen zijn er in 2023, net als in 2022, dezelfde 2 stortlocaties gebruikt voor slib: Ketelputten (bij vloed) en Punt van Melsele (bij eb), en gestort over dezelfde 4 periodes. In 2023 is in totaal 2,01 Mm³ V' aan slibrijke specie in de Beneden-Zeeschelde gestort, wat 14% meer is dan in 2022, maar 15 tot 20% minder dan in 2020 en 2021 (resp. 2,49 Mm³ V' en 2,42 Mm³ V'). Tijdens de stortperiodes is er ook een lichte tot aanzienlijke toename te zien in de SSC (Figuur 3-3).

Vooraf bij Oosterweel worden zeer hoge SSC-waarden waargenomen (> 700 mg/l), wat een combinatie is van de verhoogde bovenafvoer (verplaatsing van het ETM) en de nabije stortingen. Dit is ook het geval voor 2020 en 2021 (Vandenbruwaene et al., 2022a).



Figuur 3-3: Variatie van SSC te Oosterweel en dagelijkse storthoeveelheid slib voor 2023 (Van Goethem et al., 2024).

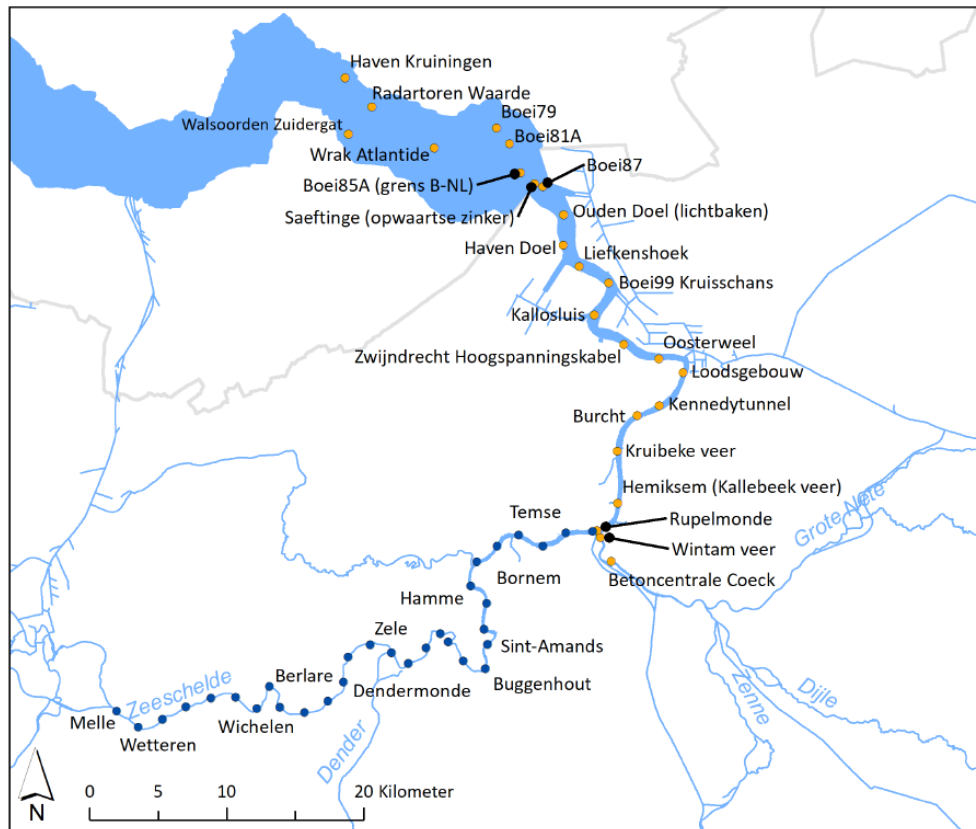
3.1.2 Periodieke metingen

De halftij-ebvaarten (seizoenslijks sinds 2015)

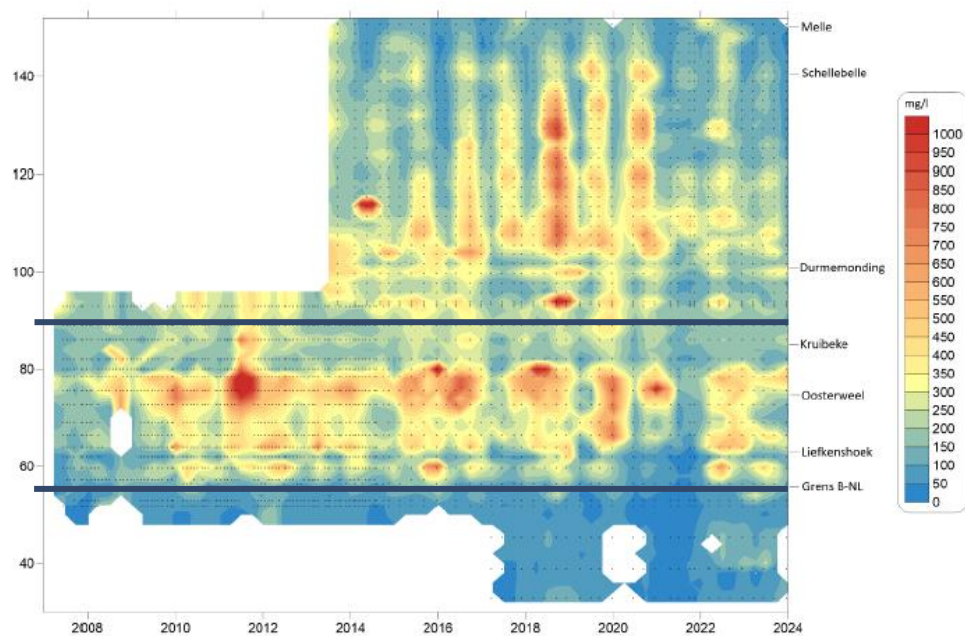
De halftij-ebvaarten zijn periodieke langsvaarten langsheen het Schelde estuarium met als doel de ruimtelijke patronen van het suspensiegehalte in beeld te brengen. De metingen worden specifiek uitgevoerd tijdens de ebfase, aangezien de stroomsnelheid en de sedimentconcentraties dan minder fluctueren. Gedurende een halftij-ebvaart worden er zowel nabij het wateroppervlak als nabij de bodem waterstalen genomen. Momenteel worden de halftij-eb vaarten seizoenslijks uitgevoerd, op 17 vaste locaties in de Beneden-Zeeschelde, 6 locaties in de Westerschelde en 31 locaties in de Boven-Zeeschelde (Figuur 3-4).

Voor zowel 2022 als 2023 zijn de sedimentconcentraties ter hoogte van het wateroppervlak over het algemeen consistent door de seizoenen heen, met een uitzondering in de winter, waar een piek tot bijna 550 mg/l wordt waargenomen in de Beneden-Zeeschelde nabij belangrijke slib stortlocaties Punt van Melsele en Ketelputten (km 60-80). Het SSC-profiel toont voor beide jaren een toename vanaf Liefkenshoek (km 60), tot en met Kruikeke waarna deze weer daalt. Op basis van de dieptestalen kunnen dezelfde patronen worden waargenomen als bij de oppervlaktedata (echter worden er hogere waarden gemeten Figuur 3-5), met de vastgestelde piek in concentraties tijdens de wintercampagne.

Wanneer de trends over de tijd bekeken worden, valt op dat de waarden stroomafwaarts van Kruikeke in 2022 hoger zijn dan in 2021 en meer in lijn liggen met de periode 2010-2016. Er zijn geen locaties met verhoogde concentratie gemeten in 2022 in de Beneden-Zeeschelde. Dit geldt zowel voor de sedimentconcentraties aan de oppervlakte als nabij de bodem. In 2023 is de sedimentconcentratie, die tijdens de halftij-eb vaarten gemeten is, lager dan in 2022. Voor 2023 is er in de Beneden-Zeeschelde een verhoogde lokale concentratie gemeten op- en afwaarts van Liefkenshoek en t.h.v. Antwerpen (Van Goethem et al., 2024).



Figuur 3-4: Meetlocaties voor de halftij-ebvaarten (Plancke et al., 2023a).



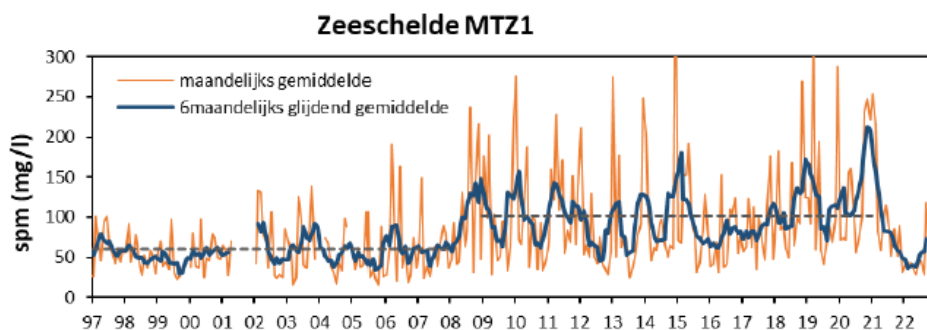
Figuur 3-5: Sedimentconcentratie nabij de bodem (mg/l) bij halftij-eb langsheen de Zeeschelde, zwarte lijn geeft afbakening Beneden-Zeeschelde weer (Van Goethem et al., 2024).

Schepstalen, oppervlakte

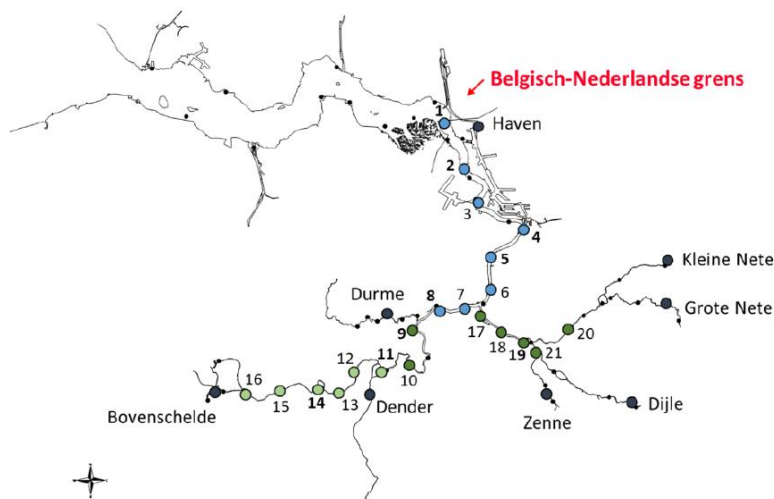
Elke OMES monitoringscampagne wordt opgedeeld in 3 vaardagen, waarvan de eerste vaardag de Beneden-Zeeschelde omvat (Figuur 3-7). UAntwerpen en IMDC monitoren zwevende stof concentraties nabij het oppervlak en bodem aan de hand van schepstalen, maandelijks, op verschillende locaties (Grens (km 59 vanaf monding), Liefkenshoek, Melsele, Antwerpen en Kruibekke en Bazel (km 92, sinds 2015)).

Maandelijks gemiddelde en zesmaandelijks glijdend gemiddelde zwevende stof concentratie in de Zeeschelde wordt weergegeven in Figuur 3-6, ter hoogte van het eerste turbiditeitsmaximum 1 (MTZ1), tussen 60-80 km (Grens tot Antwerpen), gelegen in de Beneden Zeeschelde.

Volgens het OMES-rapport van 2022 (Maris et al., 2023) werd de zomer van 2021 gekenmerkt door zeer hoge zomerdebieten, die mogelijk een groot deel van de zwevende stof uit het systeem hebben weggespoeld. De zomer van 2022 daarentegen was droog, met zeer lage zomerdebieten, vergelijkbaar met de droge zomers van 2017-2020. Toch werden de hoge zomerse SPM (Suspended Particle Matter) -pieken, zoals in voorgaande jaren, niet waargenomen (Figuur 3-6). Als mogelijke oorzaak hiervan worden de hoge debieten van de zomer van 2021 genoemd, waardoor de zwevende stof uit het systeem werd gespoeld, zodat er bij de lage debieten in de zomer van 2022 minder sediment in suspensie kon accumuleren in de Zeeschelde (Maris et al., 2023).



Figuur 3-6: Maandelijks gemiddelde en zesmaandelijks glijdend gemiddelde zwevende stof concentratie in de Zeeschelde in MTZ1. De streeplijn geeft het gemiddelde weer over de periode 1996-2008 en 2009-2020 (Maris et al., 2023).

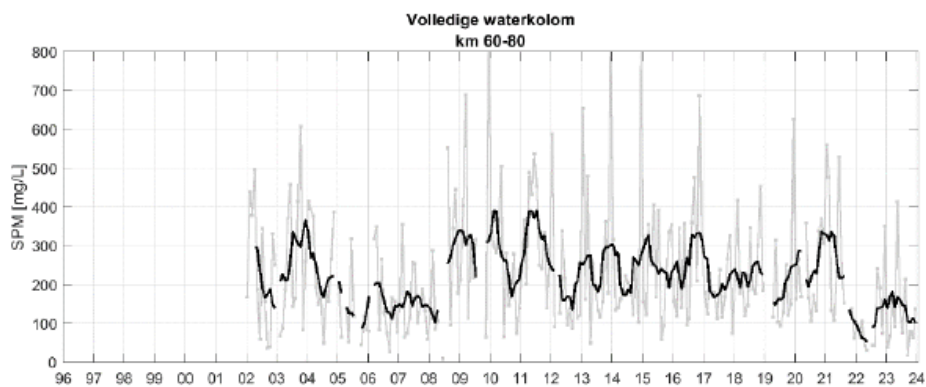


Figuur 3-7: Overzicht van de locaties voor de systeemmonitoring in OMES, blauwe bollen metingen op dag 1 (Maris et al., 2023).

Schepstalen, dieptestalen

Sinds 2002 zijn er naast oppervlaktestalen ook dieptestalen genomen, op dezelfde locaties, om de concentratie aan zwevende stof te bepalen, deze worden maandelijks gemeten (IMDC, 2024b). Per locatie worden er twee dieptestalen genomen.

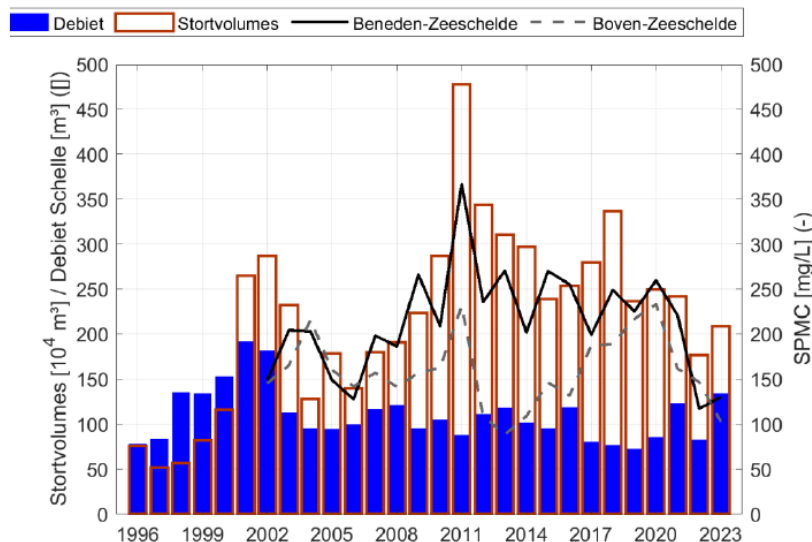
In grote lijnen vertoont het diepteprofiel van de gemiddelde SPM (Figuur 3-8), over de volledige waterkolom hetzelfde patroon als zichtbaar was in de oppervlaktestalen. In 2022 is er een verdere daling, die al in 2021 is ingezet, te zien in het begin van het meetjaar die gevolgd wordt door een sterke stijging in concentraties met maximaal bereikte waarden van ca. 210 mg/l. In 2023 wordt opnieuw een daling in SPM geregistreerd in de eerste helft van het jaar, gevolgd door een lichte stijging, met maximale concentraties van ca. 135 mg/l. In de zomer van 2022 variëren de SPM-concentraties van 90 tot 250 mg/l, wat lager is dan in voorgaande jaren. De twee turbiditeitsmaxima komen echter overeen met eerdere jaren: het eerste nabij Antwerpen (80 km) en het tweede tussen 100-130 km van de monding (MTZ2a). Na 130 km daalt de SPM sterk tot ongeveer 100 mg/l, maar blijft nog steeds hoger dan in de winter.



Figuur 3-8: Gemiddelde zwevende stofconcentratie (SPM) gemeten over de volledige waterkolom in MTZ1a (km 60-80) op basis van dieptestalen. Gepresenteerd zijn alle meetpunten (grijs) en een glijdend gemiddelde over 6 maanden (zwart) (IMDC, 2024b).

Een statistisch verband tussen een hoge concentraties zwevende stof en stortactiviteiten in de Beneden-Zeeschelde werd al eerder aangetoond (IMDC, 2016). Een voorbeeld hiervan zijn de hoge waarden in 2011 (Figuur 3-9). In de laatste jaren wordt een daling in SPM waargenomen, die is ingezet in 2021, zoals ook zichtbaar is in Figuur 3-8. Deze daling stabiliseert in 2022 en 2023.

Volgens (IMDC, 2016) worden de SPM-waarden in de zone tussen 60 en 80 km (Grens en Antwerpen, locatie MTZ1) beïnvloed door het onderhoudsbaggerwerk in de Beneden-Zeeschelde. In 2022 werd ongeveer 0,7 miljoen m³ minder slibrijk specie gestort vergeleken met de jaren 2020-2021. In 2023 werd ongeveer 2,01 miljoen m³ slibrijk specie gestort, een stijging van 300 000 m³ ten opzichte van 2022. Dit is echter nog steeds 0,3–0,5 miljoen m³ minder dan in de jaren 2011-2020. De afname kan mogelijk deels worden verklaard door het stoppen met storten op locatie 'Oosterweel' en de lagere SPM-concentraties in de waterkolom als gevolg hiervan (IMDC, 2024b).



Figuur 3-9: Jaargemiddelde SPM concentratie over de volledige waterkolom op basis van dieptestalen samen met de zoetwaterafvoer te Schelle en jaartotalen stortvolumes in de Beneden-Zeeschelde (IMDC, 2024b).

Een andere mogelijke verklaring voor de afname in baggervolumes zijn de lagere SPM-niveaus na de natte zomer van 2021 en de hogere afvoerdebieten in 2023. Ook de ontpoldering van Hedwige- en Prosperpolder in 2022-2023 kan een positief effect hebben op de SPM-waarden in de Beneden-Zeeschelde en Westerschelde (IMDC, 2024b). Ook het opstellen van het Vlaams Reactief Afwegingskader voor prioritair watergebruik, waarbij tijdens droge periodes in principe steeds een debiet van minimaal 2 m³/s bij Melle naar de Zeeschelde wordt geleid, kan indirect een invloed hebben op de hoeveelheid slib die gebaggerd moet worden in de Beneden Zeeschelde (VMM, 2021). Deze factoren samen hebben mogelijk bijgedragen aan de sterke daling van de SPM die is ingezet in 2021 en heeft aangehouden in 2022 en 2023.

3.2 Zuurstof

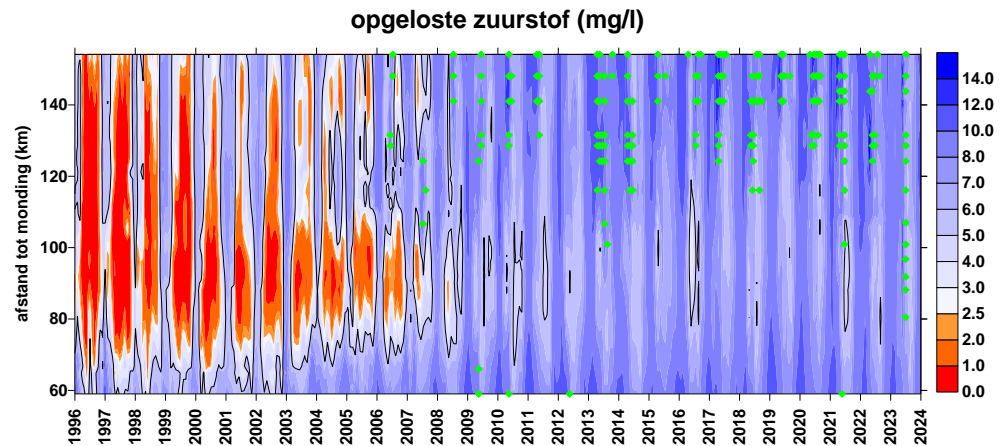
Zuurstofgehalte wordt sinds 1996 gemeten in de Beneden Zeeschelde. Ook deze metingen maken deel uit van de OMES-monitoring, waarbij gedurende 1 vaardag maandelijks (periodiek) op de verschillende locaties (6) het zuurstofgehalte gemeten wordt in de Beneden Zeeschelde. Daarnaast wordt er ter hoogte van verschillende stations in de Beneden-Zeeschelde, Kruikeke en Liefkenshoek, ook continu gemeten.

Zuurstof is essentieel voor alle hoger leven, en een goede graadmeter voor de algemene waterkwaliteit van het estuarium. Zuurstof is daarom in de Evaluatiemethodiek opgenomen als toets parameter voor waterkwaliteit en de bevindingen uit de OMES 2022 (Maris et al., 2023) en 2023 (Maris et al., 2024) rapporten worden hier kort besproken.

De ondergrens voor zuurstofgehalte in het estuarium is 2,5 mg/l (EMSE-criterium). Hieronder is sprake van een ernstig tekort aan zuurstof. Voor een goede evaluatie dient zuurstof ook in 95% van de waarnemingen (90% in de zone met sterke saliniteitsgradiënt) boven 5 mg/l uit te komen in het zomerhalfjaar, en boven 6 mg/l in het winterhalfjaar.

3.2.1 Periodieke metingen

Sinds de start van de OMES-metingen in 1995 is het zuurstofgehalte in stijgende lijn toegenomen en zijn de ernstige (<2,5 mg/l) tekorten in de Beneden-Zeeschelde (km 60-90) volledig weggewerkt (Figuur 3-10), met uitzondering van de grens met de Rupelmonding. Het jaar 2022 kenmerkte zich door droogte, zonder extreme piekdebieten. Hierdoor konden de fytoplanktonpopulaties zich ontwikkelen zonder plotselinge uitspoeling door hoge debieten (Maris *et al.*, 2023). Op basis van de maandelijkse staalnames in 2023 lijkt voor het eerst in het gehele estuarium het EMSE-criterium te zijn bereikt (Maris *et al.*, 2024).

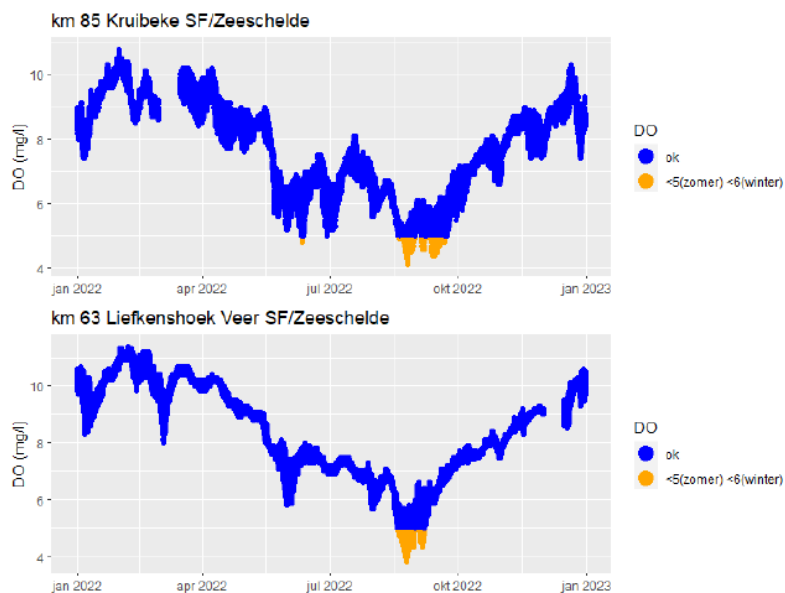


Figuur 3-10: Surface plot voor opgeloste zuurstof. Groene stippen duiden op zuurstof oververzadiging, de zwarte contouren markeren zones waar zuurstof onder de EMSE criterium duikt (Maris *et al.*, 2024).

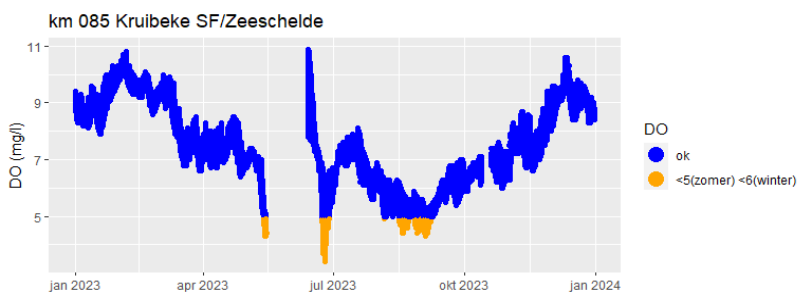
3.2.2 Continue metingen

De algemene evaluatie op basis van de continue data voor 2022 toont dat zowel in Kruikeke als Liefkenshoek enkel in augustus (en deels september) de zuurstofgraad onder de drempelwaarde van 5 mg/l kwam, maar dat dit steeds minder dan 48 uur duurde (Figuur 3-11). In 2023 toont de continue data dat de tekorten ter hoogte van Liefkenshoek zijn weggewerkt maar dat er in Kruikeke nog enkele tekorten gemeten werden. Er zijn namelijk een aantal scherpe dalingen in zuurstof begin mei, eind juni en eind augustus/begin september (Figuur 3-12), die in Kruikeke ook leiden tot het niet behalen van het zuurstofcriterium. Deze sterke afnames zijn ook elders in het estuarium opgetreden, en worden verklaard door piekdebieten. Zeer sterke neerslag leidde tot sterke stijging van het debiet, met doorspoelen van algenpopulaties en aanvoer van een grote organische belasting tot gevolg (Maris *et al.*, 2024).

Verder vertonen de stations in de Beneden-Zeeschelde een daling van de zuurstofconcentratie in de zomermaanden. Die afname in de zomermaanden in de Beneden-Zeeschelde kan worden toegeschreven aan veranderingen in het zoutgehalte en de temperatuur, die beiden de oplosbaarheid van zuurstof in water beïnvloeden (Maris *et al.*, 2023).



Figuur 3-11: Opgeloste zuurstof op basis van continue data voor verschillende stations. Blauw: >5 mg/l (zomer) of >6 mg/l (winter); Oranje: <5 mg/l (zomer) of <6 mg/l (winter); Rood: <2,5 mg/l (Maris et al., 2023).



Figuur 3-12: Opgeloste zuurstof op basis van continue data voor Kruibeke. Blauw: >5 mg/l (zomer) of >6 mg/l (winter); Oranje: <5 mg/l (zomer) of <6 mg/l (winter); Rood: <2,5 mg/l (Maris et al., 2024).

3-3 Waterbodemkwaliteit

De verleende omgevingsvergunning (2021, referentie: OMV_2018128729) voor het terugstorten omvat een uitgebreid monitoringsprogramma voor de bagger- en stortlocaties. Dit programma onderzoekt onder andere de chemische kwaliteit van de baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde tijdens de jaarlijkse waterbodemonderzoeken (Vlaamse Milieumaatschappij, 2022; Vlaamse Milieumaatschappij, 2023).

De resultaten van deze kwaliteitsgegevens worden geanalyseerd en beoordeeld om te bepalen of de waterbodem in de baggerzones voldoet aan de vergunningsvoorwaarden voor terugstorten in de toegewezen stortzones. Zoals eerder vermeld in dit rapport, wordt de zandfractie teruggestort in de stortzones Schaar van Ouden Doel, Parelputten en Put van Wintam, terwijl de slibfractie wordt gestort in de zones Punt van Melsele en Ketelputten.

In zowel 2022 als 2023, werden 29 verschillende baggerzones bemonsterd vanaf de monding van de Rupel tot aan de Belgisch/Nederlandse grens. In beide jaren werden op de meeste locaties geen overschrijdingen van de normen vastgesteld, waardoor verspreiding van de baggerspecie was toegestaan.

Toetsing aan de normen van het acceptatiecriteria voor het terugstorten van baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde, opgenomen als voorwaarde in de milieuvergunning: op de 29 onderzochte locaties in de Beneden-Zeeschelde werd voor de parameter PAK10 een overschrijding > 50% gevonden op locaties MT-74 (Afwaarts Zeesluis Wintam, nieuwe vaargeul en pas opgemeten sinds 2021, voor zowel 2022 als 2023, zie Figuur 3-13) en MT-53 (Drempel van Krankeloon, groene kant, 2022). Volgens het **acceptatiecriteria** wordt er in dat geval een bijkomende staalafname gedaan. De overschrijding op locatie MT-53 niet werd bevestigd, maar voor locatie MT-74 werd er echter opnieuw een overschrijding vastgesteld. Vervolgens is het aanvullend aan een ecotoxicologische evaluatie onderworpen dat niet acuut toxisch resulteerde. Op basis van dit resultaat werd geoordeeld dat het terugstorten van de baggerspecie uit zone MT-74 is toegestaan.

Bijkomend worden er ook PFAS-analyses op baggerspecie gedaan. Op dit moment zijn er geen vergunde toetsingswaarden voor PFAS in relatie tot het terugstorten van baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde beschikbaar. In afwachting van het vaststellen van een specifiek kader voor de Beneden-Zeeschelde wordt de OVAM-richtlijn (herziening april 2022) gebruikt om mogelijke probleemzones te identificeren. Deze toetsingswaardes worden overschreden voor de parameter PFOS, voor zowel 2022 als 2023, op 2 staalnamelocaties, namelijk MT-43 (Geul Kallosluis) en MT-48 (Geul Van Cauwelaertsluis). In 2022 zijn ook op locaties MT-44 (Geul kallosluis), MT-45 (Geul Kallosluis), en MT-49 (Geul Boudewijnsluis) overschrijdingen vastgelegd, voor 2023 op MT-42 (Drempel van Lillo, rode kant). Voor de som parameter PFAS wordt er in 2022 op 2 staalnamelocaties, namelijk MT-48 en MT-49, een overschrijding geconstateerd. In 2023 zijn die ook 2 staalnaamlocaties namelijk MT-42 en MT-48. Op basis deze resultaten werd aanvullend onderzoek uitgevoerd, hieruit is voor MT-48 geconcludeerd dat er sprake is van een lokale PFAS-hotspot die niet verder verspreid kan worden in de Beneden-Zeeschelde. Voor de parameter PFOA worden op de 29 staalnamelocaties geen analyseresultaten van de baggerspecie boven de toetsingswaarde teruggevonden.

In de Beneden-Zeeschelde is de waterbodemkwaliteit over het algemeen grotendeels gelijk gebleven. Voor 2020 was de baggerspecie stroomafwaarts van de Zeesluis Wintam (MT-61) verontreinigd, waardoor verspreiding niet mogelijk was. Dit gold ook voor de jaren 2013, 2014 en 2015. In 2022 en 2023 was dit echter niet meer het geval. In 2021 was er geen sprake van verontreinigde baggerspecie die niet kon worden verplaatst, wat ook voor 2022 gold. De PFAS-hotspot nabij de toegangsgeul bij de Cauwelaertsluis, waardoor de baggerspecie in 2023 niet verspreid kon worden, was sinds 2005 niet opgetreden.



Figuur 3-13: Bemonsteringzones Beneden-Zeeschelde 2023 Toetsing volgens VLAREM (Vlaamse Milieumaatschappij, 2023).

4 Resultaten van studies en proefprojecten

4.1 Studies

De bevindingen en conclusies van de uitgevoerde studies gedurende deze rapportageperiode worden opgesplitst in verschillende onderdelen. Zo worden opeenvolgend de sedimentbalans, de chemische kwaliteit van het sediment en de havenaanpassingen in de Beneden-Zeeschelde besproken.

4.1.1 Sedimentbalans

Schaar Ouden Doel en sedimentfluxen in het grensgebied

Uit de opeenvolgende sedimentbalansen van de Zeeschelde blijkt dat er steeds een netto opwaarts zandtransport is ter hoogte van de grens (Plancke *et al.*, 2023; Vos *et al.*, 2023). Er is in 2024 een studie uitgevoerd door IMDC om de sedimentbalans ter hoogte van Schaar van Ouden Doel (SOD) te onderzoeken (IMDC, 2024a), voor de periode 2009-2023. Dit werd gedaan om in te schatten in welke mate de stortingen in het oosten van de Westerschelde (SH71) de baggerinspanningen in de baggerzones van de Beneden-Zeeschelde beïnvloeden, aangezien Schaar van Ouden Doel gebruikt wordt als stockageplaats voor zandig sediment afkomstig van de drempels in de Beneden-Zeeschelde. Uit de studie wordt het dominant opwaarts bodemtransport bevestigd. De sedimentfluxen die van invloed zijn op de Schaar van Ouden Doel bestaan vooral uit ingrepen: storten van zandige specie voor vaargeulonderhoud, commerciële zandwinning, en import afkomstig uit macrocel 7 in de Westerschelde (Vandenbruwaene *et al.*, 2016).

In vergelijking met de sedimentbalansen van de Beneden-Zeeschelde, opgesteld door het WL (Vandenbruwaene *et al.*, 2016; Vandenbruwaene *et al.*, 2017; Plancke *et al.*, 2023b; Vos *et al.*, 2023; Vos *et al.*, 2024), waarbij er een afname van het opwaarts sediment transport wordt berekend tussen de periodes 2011-2016 en 2016-2019, zou eigenlijk een toename van het opwaarts zandtransport over de grens worden verwacht door de toegenomen stortingen in SH71 (tussen 2011 en 2019, van 0 naar 170 000 m³/jaar). Dit is wel terug te zien tussen 2019 en 2022 waarbij er een toename berekend is van 0,71 naar 1,15 MTDS/j (Vos *et al.*, 2024).

Het jaarlijkse stortvolume in SOD (meer dan 1 miljoen m³) is veel groter dan de stortvolumes in SH71, die enkele honderdduizenden kubieke meters bedragen. Voor SH71 zijn de stortvolumes toegenomen, van 100 000 m³ in 2015 naar 550 000 m³ in 2023. In diezelfde periode nemen ook de stortvolumes uit het vaarwegonderhoud in SOD toe. Desondanks zijn de stortvolumes in SH71 van dezelfde orde grootte als de netto import/export ter hoogte van SOD. Bij de zandwinning wordt fijn materiaal uitgespoeld, naar inschatting tussen 20 en 40% van het volume. De onzekerheid op het percentage uitgespoeld fijn materiaal is echter groot, wat een grote impact heeft op de sedimentbalans. Een sluitende conclusie ten aanzien van het percentage fijn sediment dat verloren gaat tijdens de zandwinning kan daardoor niet gegeven worden. Er kan bijgevolg zowel sprake zijn van autonome netto import of export van sediment in het balansgebied SOD om het verschil in peilvolume te verklaren. Verder is het belangrijk om aan te halen dat een deel van de stortingen in SH71 terecht komt in de hoofdgeul van de Beneden-Zeeschelde. De verdeling tussen hoofd- en nevengeul (SOD) is echter niet bekend. Er is in de onderzochte periode geen toename vastgesteld van het baggeronderhoud op de Drempel van Zandvliet (IMDC, 2024a).

Fluviatiele sedimentaanvoer richting Schelde estuarium

Een inschatting van de sedimentaanvoer richting het Schelde estuarium, voor verschillende bekkens, over de periode 2012-2020 wordt gemaakt in een studie van WL (Vandenbruwaene *et al.*, 2022b) met behulp van de actuele methode (Vos *et al.*, 2019), waarbij APS staalnames en turbiditeitsmetingen gecombineerd worden. Deze studie is uitgevoerd in 2022. Voordien werd de sedimenttoevoer geschat met behulp van schepstalen, die een sterke onderschatting van de sedimenttoevoer met zich meebracht. De algemene conclusie van deze studie is dat de sedimentaanvoer het grootst was in de jaren 2013 en 2016, die ook gekenmerkt werden door een hoge bovenafvoer. De totale jaarlijkse sedimentaanvoer richting het Schelde estuarium, berekend volgens de nieuwe methodiek, varieert in de periode 2012-2020 tussen de 340 000 en 510 000 ton. De onzekerheid van de toegepaste APS/turbiditeit, Q-SSC relaties, vergt verder onderzoek (Vandenbruwaene *et al.*, 2022b).

De recente MONEOS-rapporten (2021-2023, Vandenbruwaene *et al.*, (2022a); Plancke *et al.*, (2023a) en Van Goethem *et al.*, (2024)) geven inzicht in de sedimentaanvoer naar het Schelde-estuarium vanaf 2020. In 2022 bedroeg de totale sedimentvracht ongeveer 400 000 ton, wat lager is dan de uitzonderlijk hoge 1 000 000 ton in 2021, maar in lijn ligt met de periode 2012-2020. Voor 2023 werd een sedimentaanvoer van circa 600 000 ton vastgesteld. De uitzonderlijk hoge waarden in 2021 zijn voornamelijk toe te schrijven aan verhoogde bovenafvoeren tijdens de zomermaanden (Vandenbruwaene *et al.*, 2022a). Deze jaarlijkse sedimentaanvoer vormt de hoogste waarde richting Schelde estuarium sinds de nieuwe methodiek wordt toegepast vanaf het jaar 2012 (Vandenbruwaene *et al.*, 2022b). Voor zowel 2022 als 2023 zorgen de Zenne en de Dender voor het grootste sedimentaandeel.

4.1.2 Chemische kwaliteit sediment

Acceptatiecriteria terug te storten baggerspecie

De vergunning is onderhevig aan voorwaarden m.b.t. de aanvaardbaarheid van de terug te storten baggerspecie (acceptatiecriteria), zie ook sectie 3.3. De noodzaak tot aanpassing van bestaande of opname van bijkomende acceptatiecriteria dient onderzocht te worden. Er is in 2023 verkennende literatuurstudie uitgevoerd naar PFAS-kaders binnen Vlaanderen en buurlanden, met als doel om uiteindelijk tot een voorstel acceptatiecriteria te komen dat als eerste stap dient voor een werkbaar kader rondom PFAS voor de onderhoudsbaggerwerken (IMDC, 2023). Acceptatiecriteria voor de chemische kwaliteit van de baggerspecie zijn voorgesteld, om een robuust kader te kunnen aandragen dat PFAS mee beschouwt tijdens baggeractiviteiten in de Beneden-Zeeschelde.

Inschatting PFAS-vrachten in de Zeeschelde

In een studie van WL zijn de PFAS-vrachten (5) langs de Beneden-Zeeschelde (Zandvliet, Lillo, Antwerpen-Steen en Hemiksem) ingeschat (Plancke *et al.*, 2022b). In het kader van het uniformiseren van de Vlaams-Nederlandse analyse- en onderzoeks aanpak zijn de vrachten ter hoogte van de grens (Zandvliet en Schaar van Ouden Doel) bestudeerd. De resultaten tonen aan dat de huidige Vlaamse meetgegevens en rekenmethodes vergelijkbare vrachten opleveren als die berekend door Rijkswaterstaat, ter hoogte van de grens. Dit wijst op consistentie tussen de Vlaamse en Nederlandse metingen, wat een basis biedt voor verder overleg over het grensoverschrijdend transport van PFAS. Voor drie van de vijf vrachten (PFOS, PFOA, PFHxA) wordt tussen januari en september 2022 geen toename waargenomen; bij PFBS en PFBA is er wel een toename. Om de evolutie en oorzaak hiervan te begrijpen, zijn echter meer metingen nodig. Er worden verschillende aanbevelingen gedaan, waaronder het voortzetten van de huidige metingen, het kritisch bekijken of de puntmetingen representatief zijn voor het systeem

(variaties over getij en ruimtelijk over een doorsnede), en het gebruik van numerieke modellen om de stofverspreiding te bestuderen (Plancke *et al.*, 2022b).

4.1.3 Havenontwikkelingen

Effecten verdieping Europaterminal

De nieuwe oriëntatie en verdieping van de kaaimuur van de Europaterminal (werken gestart in oktober 2022) zal verschillende effecten (morfologie, hydrodynamiek en ecologie) met zich meebrengen, die door het Waterbouwkundig Laboratorium zijn bestudeerd (Plancke *et al.*, 2022a). Zo is het effect op de stroming eerder klein van aard (10-30 cm/s), waarbij de grootste invloed verwacht wordt ter hoogte van het Galgeschoor, waar een afname van de snelheid verwacht wordt door de nieuwe lay-out. De wijzigingen in stromingspatronen geven op hun beurt aanleiding tot veranderingen in sedimenttransporten, waardoor een afzetting van sediment verwacht wordt in het noordelijk deel van het Galgeschoor. Ook het effect op de ecotopen wordt besproken, tijdens de verschillende aanlegfases. Uiteindelijk wordt een voorstel gedaan voor het monitoringsprogramma, om de potentiële effecten te bestuderen, zo worden meetlocaties en campagnes vastgelegd. Er wordt voorgesteld om aspecten als stroming, golven, sedimentatiesnelheid, sedimenteigenschappen, schorevolutie, vegetatiekaarten, te monitoren (Plancke *et al.*, 2022a).

4.2 Proefprojecten

Er werden in de periode 2022-2023 geen proefprojecten uitgevoerd in de Beneden-Zeeschelde m.b.t. het terugstorten van baggerspecie.

5 Voorstel voor ...

5.1 Aanpassing van de stortstrategie

De stortstrategie is sinds 2021 (tijdelijk) aangepast, waarbij de stortingen van slib te Oosterweel zijn stopgezet gedurende de werken voor de Oosterweeltunnel. In dezelfde periode blijkt sprake te zijn van een verlaagde turbiditeit in een groot deel van de Beneden-Zeeschelde. De oorzaken hiervan worden gezocht in het openen van de Hedwige-Prosperpolder, de bovenafvoer in deze periode en het lagere baggervolume aan slib in 2022 en 2023. Daarnaast wordt ook in de Boven-Zeeschelde een verlaagde troebelheid vastgesteld, die ook verklaard kan worden door de bovenafvoer, maar daarnaast kan een invloed van het stopzetten van de stortingen bij Oosterweel niet worden uitgesloten. Er is momenteel geen aanleiding voor een aanpassing van de stortstrategie, maar mogelijk is het interessant om te bekijken of de stortingen van slib bij Oosterweel permanent stopgezet kunnen worden.

5.2 Monitoring

Er is momenteel al sprake van intensieve monitoring van de aspecten die in dit voortgangsrapport zijn besproken. Er is speciale aandacht voor zwevende stof, en met de ontwikkelingen rond PFAS wordt ook de monitoring hiervan steeds meer opgevolgd. Een aandachtspunt is het terug activeren van meetpaal Lillo voor de continue metingen van onder andere turbiditeit, die na een aanvaring buiten werking is getreden.

In het kader van de Oosterweelwerken is er een aanvullend monitoringsplan opgesteld, dat aannemer Lantis uitvoert om de mogelijke milieueffecten van de terugstortactiviteiten, zoals beschreven in de Passende Beoordeling, op te volgen. Hierbij worden onder andere twee extra meetboeien geïnstalleerd, één opwaarts en één afwaarts van de tunnellocatie, en wordt specifiek de vertroebeling gemonitord door het zuurstofgehalte en de hoeveelheid zwevende stoffen te meten. Tijdens de werken aan de Scheldetunnel wordt het Monitoringplan gehanteerd zoals uiteengezet in de Passende Beoordeling (Arcadis, 2021).

5.3 Nader onderzoek

De verlaagde turbiditeit in de Beneden-Zeeschelde van de afgelopen jaren wordt in verband gebracht met het stopzetten van de slibstortingen bij Oosterweel. Er wordt aanbevolen om deze relatie verder te onderzoeken, om mogelijk in de toekomst, na afronding van de Oosterweelwerken, de stortstrategie te optimaliseren.

Daarnaast is het aangewezen te onderzoeken in welke mate het verder afwaarts storten van slib (in lijn met het residueel transport van slib) mogelijk is.

6 Referenties

Arcadis (2021). Stortactiviteiten onderhoud en aanlegbaggerspecie in het kader van het onderhoud van de vaargeul in de Zeeschelde van Wintam tot aan de Belgisch-Nederlandse grens en de bouw van de Scheldetunnel.

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

IMDC (2023). Meervoudige raamovereenkomst plan- en projectvoorbereiding infrastructuur en baggerwerken in en aan de vaarweg. DO2 - Evaluatie en actualisatie acceptatiecriteria stortvergunning Beneden-Zeeschelde. Versie 3.0. Departement Mobiliteit en Openbare Werken.

IMDC (2024a). Sedimentbalans Schaar van Ouden Doel en sedimentfluxen in het grensgebied. IMDC, I/NO/11640/24.040.

IMDC (2024b). Draftversie - Onderzoek naar de gevolgen van het Sigmaplan, baggeractiviteiten en havenuitbreiding in de Zeeschelde op het milieu. IMDC, I/RA/11615/24.041/PMA/.

Maris T., Gelsomi P. & Meire P. (2023). Onderzoek naar de gevolgen van het Sigmaplan, baggeractiviteiten en havenuitbreiding in de Zeeschelde op het milieu. Geïntegreerd eindverslag van het onderzoek verricht in 2022. Universiteit Antwerpen, ECOSPHERE 023-RESXXX.

Maris T., Gelsomini P. & Schoelynck J. (2024). Onderzoek naar de gevolgen van het Sigmaplan, baggeractiviteiten en havenuitbreiding in de Zeeschelde op het milieu. Geïntegreerd eindverslag van het onderzoek verricht in 2023. Universiteit Antwerpen, ECOSPHERE 024-RES023.

Plancke Y., Bertels J., Michiels S., Thant S., van den Berg M., Meire D. & Vereecken H. (2023a). Versie 40. Monitoring Effecten Ontwikkelingsschets (MONEOS) – Jaarboek monitoring 2022: Data rapportage monitoring waterbeweging en fysische parameters in Zeeschelde en bijrivieren. Waterbouwkundig Laboratorium, PA047_12.

Plancke Y., De Maerschalck B. & Mostaerd F. (2021). Wachtsteiger Ketelplaat: deelrapport 1. Morfologische ontwikkelingen. Waterbouwkundig Laboratorium, WL Rapporten, 21_002_1.

Plancke Y., Van De Berg E., Vereecken H. & Vandevoorde B. (2022a). WL Rapporten. Verdieping Europaterminal: Deelrapport 1 – Monitoringprogramma ten behoeve van het opvolgen van de potentiële effecten. Versie 3.0. 21_042_1.

Plancke Y., Vanhooren J., De Maerschalck B. & Gabriels W. (2022b). WL Rapporten. PFAS: Inschatting PFAS-vrachten in de Zeeschelde. Versie 3.0. Waterbouwkundig Laboratorium i.s.m. Vlaamse Milieumaatschappij, 22_079_1.

Plancke Y., Vos G. & Meire D. (2023b). WL Rapporten. Sedimentbalans Schelde-estuarium: deelrapport 4. Sedimentbalans Zeeschelde, Rupel en Durme voor de periode 2011-2016. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, 19_076_4.

Smolders S., Plancke Y. & Mostaert F. (2019). WL Rapporten. Burchtse Weel: waterstanden en sediment: Toestand 2018. Waterbouwkundig Laboratorium, 19_026_1.

Van de Meutter F., Smeekens V., Buerms D., Bezdenjesnji O., Soors J., De Regge N., Van Braeckel A. & van Ryckegem G. (2023). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2023 (22). Monitoring estuariene inrichting van de site aan het Fort Sint-Filips - Tussentijds factual data rapport. Toestand 2022. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.

Van Goethem S., Bertels J., Michielsens S., Thant S., Van den Berg M., Plancke Y., Meire D. & Vereecken H. (2024). Versie 40. Monitoring Effecten Ontwikkelingsschets (MONEOS) – Jaarboek monitoring 2023: Data rapportage monitoring waterbeweging en fysische parameters in Zeeschelde en bijrivieren. Waterbouwkundig Laboratorium, PA047_12.

Vandenbruwaene W., Bertels J., Michielsens S., Thant S., van den Berg M., Brackx M., Hertoghs R., Claeys S., Plancke Y., Meire D., Vereecken H. & Deschamps M. (2022a). WL rapporten. Monitoring Effecten Ontwikkelingsschets (MONEOS) – Jaarboek monitoring 2021: Data rapportage monitoring waterbeweging en fysische parameters in Zeeschelde en bijrivieren. Versie 3.0. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen., PA047_11.

Vandenbruwaene W., Levy Y., Plancke Y., Vanlede J., Verwaest T. & Mostaert F. (2017). Integraal plan Boven-Zeeschelde: deelrapport 8. Sedimentbalans Zeeschelde, Rupel en Durme. WL2017R13_131_8.

Vandenbruwaene W., Levy Y., Plancke Y., Vanlede J., Verwaest T. & Mostaert F. (2016). Integraal plan Boven-Zeeschelde. Deelrapport 3 – Sedimentbalans Zeeschelde, Rupel en Durme. WL2016R13_131_3.

Vandenbruwaene W., Van den Berg M., Van De Moortel I., Plancke Y., Vereecken H. & Deschamps M. (2022b). WL Rapporten. Fluviaatiele sedimentaanvoer richting Schelde estuarium: Inschatting sedimentaanvoer op basis van APS staalname en turbiditeitsmetingen. Versie 3.0. Waterbouwkundig Laboratorium, PA025_16.

Vlaamse Milieumaatschappij (2022). Jaarlijks waterbodemonderzoek in de Beneden-Zeeschelde: chemische kwaliteit van baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde.

Vlaamse Milieumaatschappij (2023). Jaarlijks waterbodemonderzoek in de Beneden-Zeeschelde: chemische kwaliteit van baggerspecie in de Beneden-Zeeschelde.

VMM (2021). Uitwerking van een reactief afwegingskader voor prioritair watergebruik tijdens waterschaarste.

Vos G., Plancke Y. & Meire D. (2024). WL Rapporten. Sedimentbalans 2019-2022: Deelrapport 1 – Sedimentbalans Zeeschelde, Rupel en Durme voor de periode 2019-2022. 23_084_1.

Vos G., Plancke Y. & Meire D. (2023). WL Rapporten. Sedimentbalans Schelde-estuarium: deelrapport 6. Sedimentbalans Zeeschelde, Rupel en Durme voor de periode 2016-2019. Waterbouwkundig Laboratorium, 19_076_6.

Vos G., Van de Moortel I., Meire D., Claeys S., Plancke Y. & Mostaert F. (2019). WL Rapporten. Validatie fysische parameters: Optimalisatie methodologie voor het bepalen van sedimentaanvoer naar het Scheldeestuarium. Waterbouwkundig Laboratorium, 12_076_13.