



**Vlaanderen**  
is wetenschap

16\_044\_1  
WL rapporten

# Onderzoeksadvies sedimentatieproblematiek tijgebonden Durme

DEPARTEMENT  
MOBILITEIT &  
OPENBARE  
WERKEN

[waterbouwkundiglaboratorium.be](http://waterbouwkundiglaboratorium.be)

# Onderzoeksadvies sedimentatieproblematiek tijgebonden Durme

Vandenbruwaene, W.; Vereecken, H.; Schramkowski, G.; Vanlede, J.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F.

### Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.  
De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.  
Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

### Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2019  
D/2019/3241/040

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

**Vandenbruwaene, W.; Vereecken, H.; Schramkowski, G.; Vanlede, J.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2019).**  
Onderzoeksadvies sedimentatieproblematiek tijgebonden Durme. Versie 4.0. WL Rapporten, 16\_044\_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Overname uit en verwijzingen naar deze publicatie worden aangemoedigd, mits correcte bronvermelding.

### Documentidentificatie

Opdrachtgever:	Vlaamse Overheid	Ref.:	WL2019R16_044_1
Keywords (3-5):	Durme; onderzoekstools; sedimentatie		
Tekst (p.):	8	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

Auteur(s):	Vandenbruwaene, W.; Vereecken, H.; Schramkowski, G.; Vanlede, J.
------------	--

### Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Plancke, Y.	<small>Gekeurd door: Yves Plancke (Signature) Gekeurd op: 2019-02-25 15:38:04 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed</small> <i>Yves Plancke</i>
Projectleider:	Vandenbruwaene, W.	<small>Gekeurd door: Wouter Vandenbruwaene (S) Gekeurd op: 2019-02-06 09:38:35 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed</small> <i>Wouter Vandenbruwaene</i>

### Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	<small>Gekeurd door: Frank Mostaert (Signature) Gekeurd op: 2019-02-27 16:00:09 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed</small> <i>Frank Mostaert</i>
-----------------	--------------	--



## Abstract

Voorliggend advies geeft een overzicht van onderzoekstools die kunnen ingeschakeld worden om inzicht te krijgen in de sedimentatieproblematiek van de tijgebonden Durme. Voor elke tool wordt een korte beschrijving gegeven, en wordt gemotiveerd op welke manier de betreffende tool inzicht geeft in de Durme problematiek. Naast een beschrijving van onderzoekstools voorziet het advies een voorlopige indicatieve planning voor onderzoek.



# Inhoudstafel

Abstract .....	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de figuren .....	VI
1 Inleiding .....	1
1.1 Probleemstelling.....	1
1.2 Doelstelling.....	1
2 Voorgestelde onderzoekstools.....	2
2.1 Metingen .....	2
2.1.1 Waterstanden en stroomsnelheden.....	2
2.1.2 Bovendebiet.....	3
2.1.3 Turbiditeit .....	3
2.1.4 Bodempeil.....	4
2.2 Modellen.....	5
2.2.1 SCALDIS model.....	5
2.2.2 Geïdealiseerd model.....	6
2.2.3 Ophogingsmodel.....	7
2.3 Indicatieve planning onderzoek .....	7
3 Referenties .....	8

## Lijst van de figuren

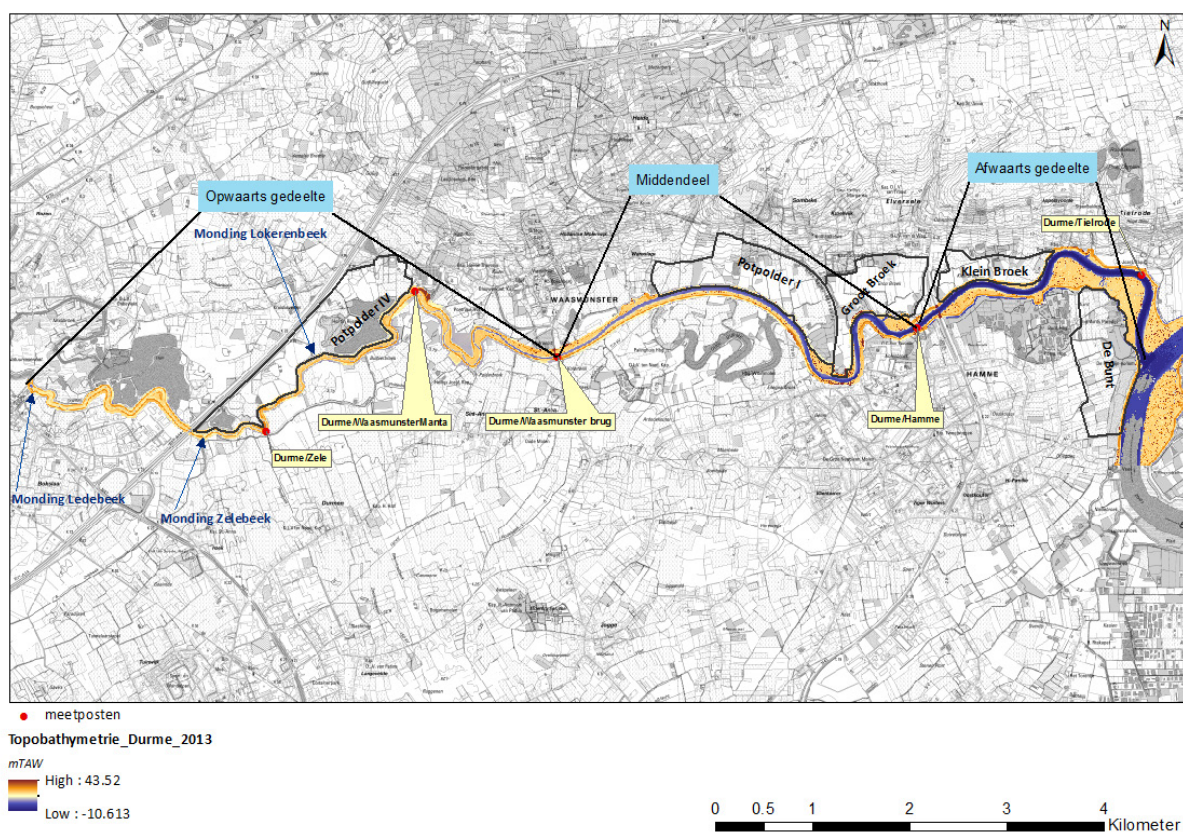
Figuur 1 – Overzichtskaart met bathymetrie tijgebonden deel Durme.....	1
Figuur 2 – Overzichtskaart met meetlocaties .....	3
Figuur 3 – Zandtransport (in Mm <sup>3</sup> ) over de randen van de Zeeschelde rekencellen berekend over de periode 2001-2011 .....	5
Figuur 4 – SCALDIS model en bathymetrie in mTAW.....	6
Figuur 5 – Asymptotisch verloop van de platformophoging in een natuurlijk schor (grijze lijnen) en een GGG (zwarte lijnen) .....	7

# 1 Inleiding

## 1.1 Probleemstelling

Op 16/03/2016 ging de werkgroep “duurzaam beheer Durme” voor de eerste maal door op initiatief van Waterwegen en Zeekanaal (W&Z). Op deze werkgroep werd door W&Z toelichting gegeven over hoe men wil evolueren van het huidige Durmebeheer naar een meer duurzaam Durmebeheer. Belangrijk bij de overgang naar een duurzaam beheer is om op een doordachte manier om te gaan met de huidige problematiek langsheen de Durme. Twee belangrijke problemen kunnen hierbij geïdentificeerd worden. Enerzijds leidt een combinatie van hoogwater springtij en intense neerslag tot te hoge waterstanden (en dus verhoogd overstromingsrisico) in zowel het tijgebonden (Figuur 1) als het niet-tijgebonden deel van de Durme. Anderzijds wordt de getijgebonden geul gekenmerkt door een historiek van continue sedimentatie. Hierdoor moet er op frequente basis gebaggerd worden wat hoge onderhoudskosten met zich meebrengt.

Figuur 1 – Overzichtskaart met bathymetrie tijgebonden deel Durme (Coen et al., 2015)



## 1.2 Doelstelling

Voorliggend advies focust op de tweede probleemstelling en heeft tot doel een overzicht te geven van bruikbare onderzoekstools die inzicht kunnen geven in de aanzandings- en aanslibbingsproblematiek van de tijgebonden Durme (zie §2).



## 2 Voorgestelde onderzoekstools

### 2.1 Metingen

#### 2.1.1 Waterstanden en stroomsnelheden

Waterstandsgegevens en stroomsnelheden laten toe om de tijgebonden Durme te analyseren in functie van het getij. Een vloedfase die korter is dan de eb fase wordt algemeen beschouwd als het mechanisme dat verantwoordelijk is voor het netto opwaarts transport van sediment. Dit opwaarts sedimenttransport wordt ook wel benoemd met de term tidal pumping en kan uiteindelijk leiden tot de aanzanding of aanslibbing van het opwaartse deel van de tij-arm. We merken op dat voor het netto transport van fijn sediment de snelheidsverandering rond kentering eerder van belang is, terwijl voor grof materiaal de pieksnelheden tijdens eb en vloed als essentieel kunnen beschouwd worden.

Aan de hand van waterstandsgegevens kan de duur van de vloed- en eb fase bepaald worden en kan een eerste inschatting gemaakt worden van de mate waarin tidal pumping kan voorkomen. Om echter effectieve sedimenttransporten af te leiden is een combinatie van stroomsnelheden en turbiditeitsmetingen nodig. Het strekt dan ook tot de aanbeveling om stroomsnelheden te meten met een multiparameter sonde (zie ook §2.1.3). We merken op dat naast data-analyse, waterstanden en stroomsnelheden ook nodig zijn voor de kalibratie van numerieke en geïdealiseerde modellen (§2.2.1 en §2.2.2).

Het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) meet momenteel de waterstand op 5 locaties langs de Durme (Figuur 2). Hierbij zijn enkel Tielrode en Waasmunster Manta geautomatiseerde metingen met radarpeilmeter, de andere locaties zijn nog mechanische vlottermetingen. Momenteel loopt binnen het WL een optimalisatieoefening voor een herziening van het meetnet. Hierbij worden nog 3 locaties behouden, maar wordt er wel overal een real-time radarpeilmeter voorzien:

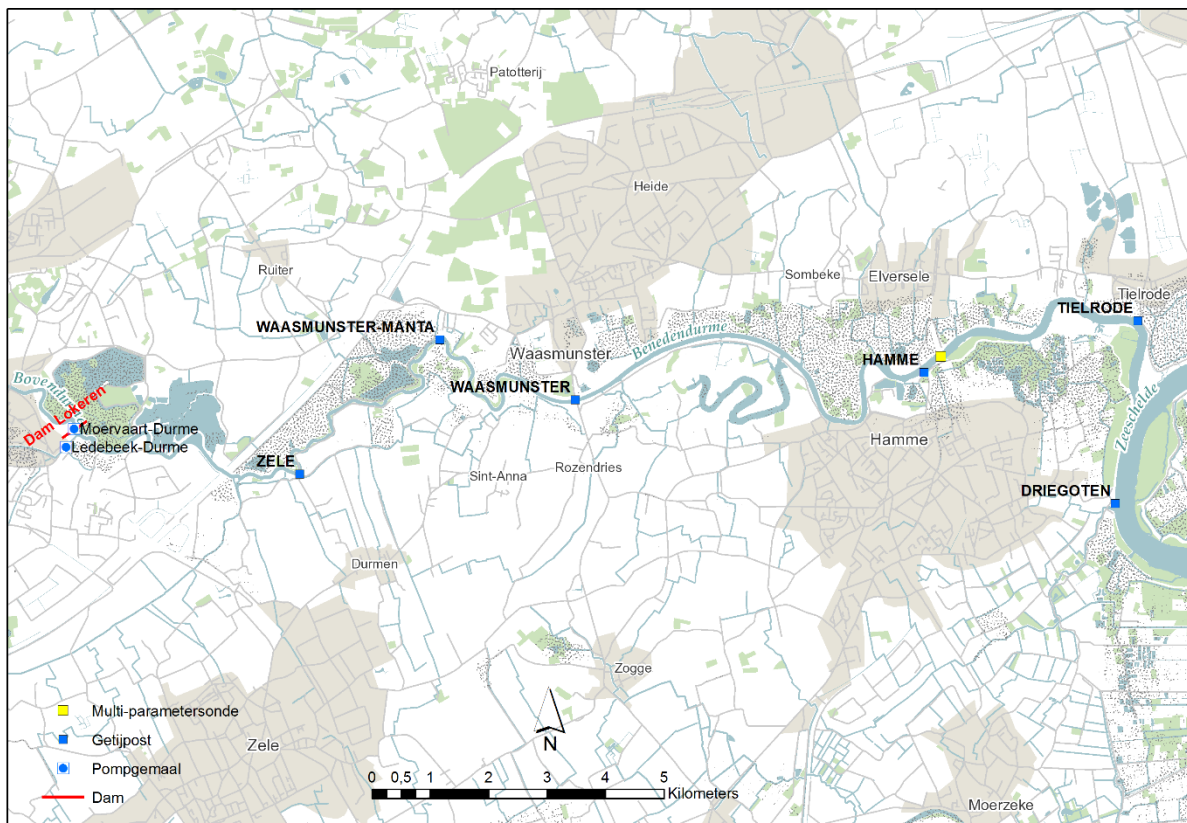
- Tielrode wordt vervangen door Hamme (brug N41) – radarpeilmeter
- Waasmunster Brug wordt geoptimaliseerd - radarpeilmeter
- Waasmunster Manta verdwijnt
- Zele (in de buurt) wordt geoptimaliseerd - radarpeilmeter

#### **ADVIES:**

**WATERSTANDEN:** Bij de optimalisatie van het meetnet in het kader van systeemmonitoring (MONEOS) worden de bestaande en nieuwe meetposten eerst geïnstalleerd of geoptimaliseerd. De posten die op termijn zullen verdwijnen (Tielrode en Waasmunster-Manta) worden in de volgende 2 jaren (2016-2017) nog tijdelijk behouden in het kader van dit project.

**STROMING:** In het kader van dit project wordt voorgesteld 2 nieuwe meetpunten (ter hoogte van Hamme brug (N41) en Waasmunsterbrug) te voorzien waar met behulp van een multiparametersonde o.a. stroming zal worden gemeten. Naast het verbeteren van de inzichten in het systeemfunctioneren, zijn deze gegevens ook noodzakelijk voor de kalibratie van het 3D model (§2.2.1). Een half-jaarlijkse evaluatie zal gebeuren om het nut en noodzaak van het verderzetten van deze metingen in te schatten.

Figuur 2 – Overzichtskaart met meetlocaties



### 2.1.2 Bovendebiet

Vanaf januari 2016 kan er vanuit de Moervaart water naar de Durme worden gepompt door de ingebruikname van het nieuw pompemaal ter hoogte van de dam in Lokeren. Voorheen werd er enkel maar sporadisch water vanuit de Ledebeek in de Durme gepompt (locatie pompgemalen, Figuur 2).

Kennis van de dagelijkse bovenafvoer in de Durme kan als essentieel beschouwd worden om inzicht te krijgen in de Durme problematiek. De bovenafvoer kan theoretisch berekend worden op basis van de pompemaalgegevens ter hoogte van de Ledebeek (beheer VMM) en de Moervaart (beheer W&Z). Een andere mogelijkheid is het meten van de bovenafvoer (met debietmeter) net afwaarts van deze twee pompgemalen. Deze debietmeting is echter nog niet opgenomen in het WL optimalisatieplan. We merken tenslotte op dat er vanuit de Zelebeek en de waterzuiveringsinstallatie nog een aantal extra bronnen van afvoerwater aanwezig zijn in het opwaartse deel van de Durme.

#### **ADVIES:**

**BOVENDEBIET:** De bestaande metingen zijn voldoende om het bovendebiet in te schatten. Optioneel zou er voor kunnen gekozen worden om een extra debietmeter te installeren net afwaarts van de pompgemalen.

### 2.1.3 Turbiditeit

De turbiditeit is een maat voor de hoeveelheid zwevende stof aanwezig in de waterkolom. Meting van de turbiditeit in combinatie met het debiet laat toe om sedimentfluxen te berekenen. Het is de analyse van de sedimentflux in functie van het getij die een inschatting geeft of sedimenttransport dominant opwaarts of afwaarts gericht is (import ⇔ export). De turbiditeit kan optisch worden opgemeten met bijvoorbeeld een Aanderaa toestel waarbij zowel turbiditeit als stroomsnelheid wordt gemeten. Zwevende stofgehalten zijn

niet enkel bruikbaar in zuivere data analyse maar zijn ook noodzakelijk als input voor de verschillende modelinstrumentaria (§2.2).

**ADVIES:**

**TURBIDITEIT:** In het kader van dit project wordt voorgesteld 2 nieuwe meetpunten (ter hoogte van Hamme brug (N41) en Waasmunsterbrug, Figuur 2) te voorzien waar met behulp van een multiparametersonde o.a. turbiditeit zal worden gemeten. Om de optimale positie in de dwarssectie te bepalen, rekening houdend met uitvoeringstechnische mogelijkheden, wordt vooraf een 13u-meting voorzien m.b.v. een ADCP, zodat de gemeten turbiditeit representatief is voor de dwarssectie. Tevens dienen kalibratiecampagnes uitgevoerd te worden om de omrekening van turbiditeit naar sedimentconcentratie te kunnen uitvoeren. Gelet op de potentiële seizoenale variatie, is een kalibratie nodig in het voorjaar (~ maart) en in het najaar (~ september).

Naast het verbeteren van de inzichten in het systeemfunctioneren, zijn deze gegevens ook noodzakelijk voor de kalibratie van het 3D model (§2.2.1). Een halfjaarlijkse evaluatie zal gebeuren om het nut en noodzaak van het verderzetten van deze metingen in te schatten.

Om de sedimentfluxen ter hoogte van de monding van de Durme op te volgen kan er, conform het voorstel voor het MONEOS-programma (Maris & Meire, 2008), een ADCP geïnstalleerd worden aan boord van de veerboot Tielrode – Hamme. Op deze manier kan de stroomsnelheid en de backscatter (een maat voor de sedimentconcentratie) quasi continu gemeten worden zonder extra vaarinspanning.

#### 2.1.4 Bodempeil

De evolutie van het bodempeil is een directe aanwijzing in welke mate er aanzanding plaatsvindt in de bedding van de Durme. De hoogteligging van de Durmebedding, en bij uitbreiding van de aangrenzende slikken en schorren wordt op verschillende manieren opgemeten. Voor het subtidale deel is dit door peilingen uit te voeren vanop het schip (multibeam), waarbij het opgemeten bodempeil weergegeven wordt aan de hand van een bathymetrie. Voor het intertidaal wordt de hoogteligging opgemeten gebruik makende van LIDAR of topografische surveys (raaimetingen). Dit type van opmetingen zijn belangrijk vermits een belangrijk deel van de Durme gelegen is in het intertidaal.

Gebruik makende van de hierboven beschreven topo-bathymetrische gegevens is het mogelijk om een sedimentbalans te berekenen voor de Durme. De Durme wordt hierbij opgedeeld in rekencellen. Voor elk van deze rekencellen wordt over een bepaalde tijdsperiode de volumeverandering berekend (rekening houdende met menselijke ingrepen). Door terugrekening kan vervolgens het sedimenttransport over de rekencellen heen worden berekend. Indien expliciet een onderscheid moet gemaakt worden tussen zand en slib, dienen bodemstalen genomen te worden.

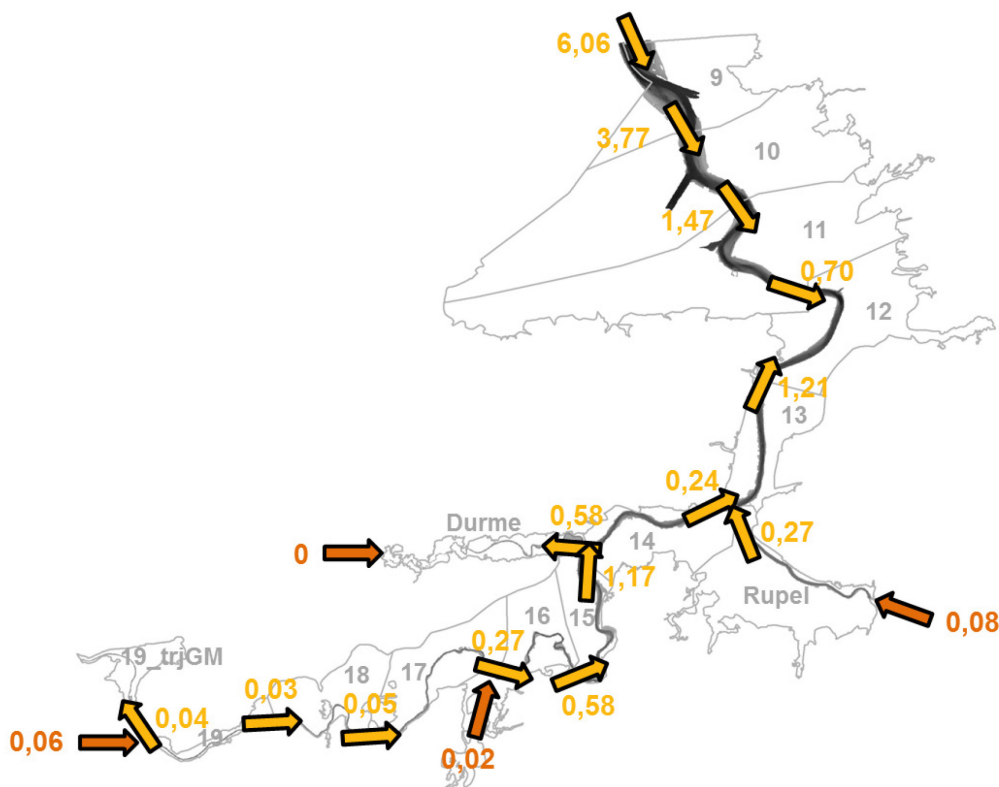
Voor het opmaken van de sedimentbalans van de Durme zou bijvoorbeeld kunnen gewerkt worden met 3 rekencellen in overeenstemming met het afwaarts gedeelte, het middendeel en het opwaarts gedeelte (Figuur 1). Of een nauwkeurige sedimentbalansberekening voor de Durme mogelijk is, en over welke tijdsperiode, zal in grote mate afhankelijk zijn van de beschikbare topo-bathymetrische gegevens. Eerder werden reeds sedimentbalansstudies uitgevoerd voor de Zeeschelde (Vandenbruwaene et al., 2017) (Figuur 3), en voor de Westerschelde (e.g., Cleveringa, 2013).

**ADVIES:**

**TOPO-BATHYMETRIE:** Aangezien de belangrijkste veranderingen in het bodempeil kort (enkele jaren) na de ingrepen wordt verwacht, is een jaarlijkse opvolging van de bathymetrie nodig (multibeam echo sounding). Het intertidale deel wordt idealiter ook jaarlijks opgevolgd m.b.v. LIDAR. Als alternatief is een 3-jaarlijkse opname m.b.v. LIDAR aangevuld met jaarlijkse topografische opnames op een aantal wel gedefinieerde raaien mogelijk. Een jaarlijkse evaluatie zal gebeuren om het nut en noodzaak van het verderzetten van deze metingen in te schatten.

**SEDIMENTSAMENSTELLING:** indien de sedimentbalans opgesplitst moet worden in de bijdrage van respectievelijk zand en slib, is informatie nodig over de bodemsamenstelling. Hiervoor dienen stalen genomen te worden m.b.v. een Van Veen grijper (of soortgelijk) in het subtidale en steekbuizen in het intertidale. Eén campagne volstaat hiervoor waarbij per zone en per hoogteklasse minstens 20 stalen worden genomen.

Figuur 3 – Zandtransport (in  $\text{Mm}^3$ ) over de randen van de Zeeschelde rekencellen berekend over de periode 2001-2011 (Vandenbruwaene et al., 2017).



## 2.2 Modellen

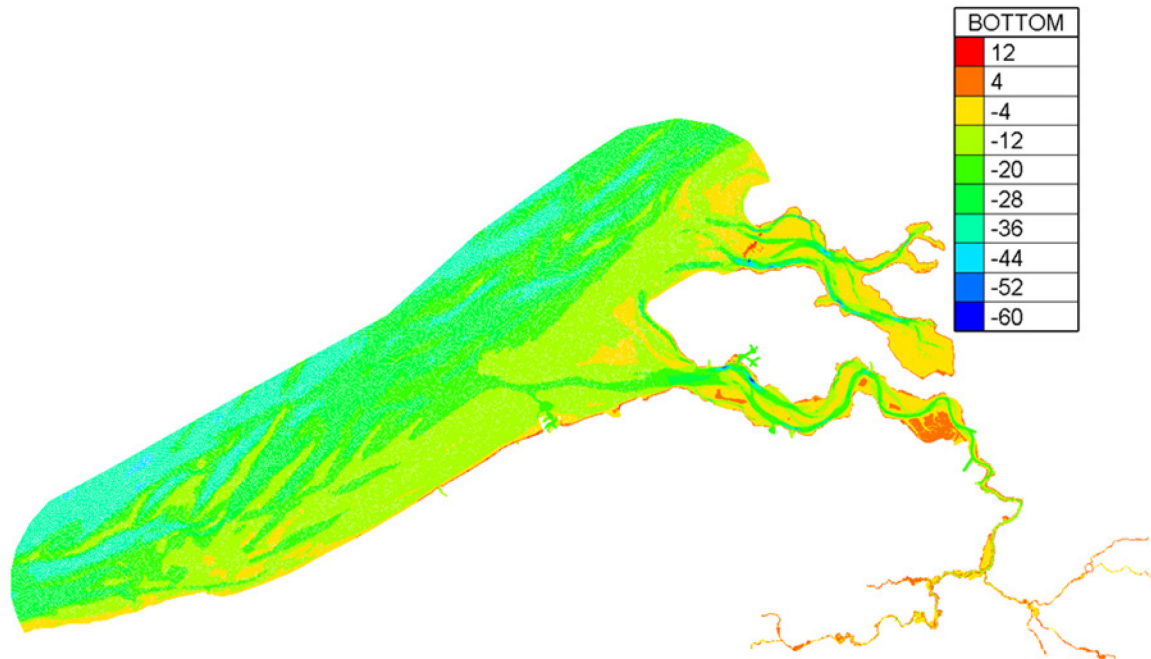
### 2.2.1 SCALDIS model

SCALDIS is een 3D numeriek model van het tijgebied van het Schelde estuarium van de Noordzee tot Gent (inclusief zijrivieren) dat wordt ontwikkeld in het kader van het Integraal Plan Boven-Zeeschelde. De kalibratie van de waterbeweging staat beschreven in Smolders et al. (2016). Momenteel wordt in het kader van hetzelfde project een slibtransport model (DELWAQ) gekoppeld aan de waterbeweging. Dat slibmodel wordt verwacht in het laatste kwartaal van 2016.

De relevante fysica van aanslibbing van de Durme zit in deze modelaanpak vevat, waardoor er ook rond duurzaam beheer van de Durme scenario's kunnen worden doorgerekend. Mogelijkheden zijn bijvoorbeeld de impact van een wijziging in bathymetrie van de Durme door baggerwerken op de snelheid van aanslibbing, en de impact van wijziging in bovenafvoer.

Afhankelijk van de timing en de beschikbaarheid van capaciteit kan er voor worden geopteerd om een apart Durmemodel uit SCALDIS te knippen (detailmodel), en dat in te zetten voor dit onderzoek.

Figuur 4 – SCALDIS model en bathymetrie in mTAW (Smolders et al, 2016)



### 2.2.2 Geïdealiseerd model

Een geïdealiseerd model is een proces-gebaseerd model dat complementair is aan de complexe numerieke aanpak van bijvoorbeeld Scaldis. Met Scaldis wordt gepoogd om een specifiek gebied zo nauwkeurig mogelijk te beschrijven. Dit betekent dat de topo-bathymetrie zo gedetailleerd mogelijk wordt weergegeven terwijl tevens een groot aantal processen worden meegenomen. De aldus verkregen resultaten zijn echter redelijk complex waardoor zij lastig te interpreteren kunnen zijn in termen van fysische mechanismen. De geïdealiseerde modelaanpak gaat daarentegen juist uit van de globale eigenschappen van een systeem (bv. breedte-gemiddelde diepteligging) en legt de nadruk op de meest relevante fysische processen. Dit geeft een benadering die minder kwantitatief van aard is maar waarmee wel duidelijker de meest relevante processen kunnen worden geïdentificeerd. Omdat geïdealiseerde modellen veel minder rekenkracht vergen dan complexe numerieke modellen zijn zij ook zeer geschikt voor gedetailleerd gevoeligheidsonderzoek.

Complex numerieke en geïdealiseerde modellering zijn feitelijk complementaire aanpakken. Een geïdealiseerd model kan worden gebruikt om de resultaten van complexe modellen beter te begrijpen. Ook kan een uitgebreide gevoeligheidsstudie aangeven voor welke situaties een complexe simulatie belangrijk kan zijn zodat deze gerichter kunnen plaatsvinden. Een complex numerieke model kan dan weer aangeven in hoeverre de globale resultaten van een geïdealiseerde model worden gemodificeerd door de detail van de geometrie of het voorkomen van droogval. Een combinatie van beide methodes geeft zodoende de beste garantie voor een betere systeemkennis.

Het WL ontwikkelt in samenwerking met TU Delft een geïdealiseerd model (iFlow genaamd) dat waterbeweging en transport in estuaria kan simuleren (Brouwer et al., 2015; Dijkstra & Brouwer, 2016). Dit is inmiddels voor het Scheldebekken (Westerschelde en Zeeschelde) gebruikt om getijpropagatie en de ligging van troebelheidsmaxima te bestuderen. Het is voorzien om iFlow ook binnen de onderhavige vraagstelling in te zetten naast het Scaldis-model.



## 3 Referenties

**Brouwer, R. L., Schramkowski, G. P., Verwaest, T., and Mostaert, F.** (2015). Geidealiseerde proces van systeemovergangen naar hypertroebelheid. WP 1.3 Basismodel getij en zout. Technical report, Waterbouwkundig Laboratorium Borgerhout/Flanders Hydraulics Research, Antwerp.

**Cleveringa, J.** (2013). Grootschalige sedimentbalans van de Westerschelde. International Marine & Dredging Consultants/Deltares/Svašek Hydraulics BV/ARCADIS Nederland BV: Antwerpen. 81 pp.

**Coen, L.; Vanderkimpfen, P.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2015). Rivierherstelplan Durmevallei: Aanvulling ondersteunende modellering. Versie 4.0. WL Rapporten, 14\_069. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.

**Dijkstra, Y. M. and Brouwer, R. L.** (2016). iFlow modelling framework. User manual & technical description.

**Meire, P.; Maris, T.** (2008). MONEOS: geïntegreerde monitoring van het Schelde-estuarium. Rapport ECOBE 08-R-113. Universiteit Antwerpen: Antwerpen. 173 pp.

**Smolders, S.; Maximova, T.; Vanlede, J.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2016). Integraal Plan Bovenzeeschede: Subreport 1 – SCALDIS: a 3D Hydrodynamic Model for the Scheldt Estuary. Version 5.0. WL Rapporten, 13\_131. Flanders Hydraulics Research: Antwerp, Belgium.

**Vandenbruwaene, W.; Maris, T.; Cox, T.J.S.; Cahoon, D.R.; Meire, P.; Temmerman, S.** (2011). Sedimentation and response to sea-level rise of a restored marsh with reduced tidal exchange: Comparison with a natural tidal marsh. *Geomorphology (Amst.)* 130(3-4): 115-126.

**Vandenbruwaene, W.; Vanlede, J.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2015). Inrichtingsplan Hedwige-Prosperpolder: deelrapport 3. Empirisch ophogingsmodel. versie 6.0. WL Rapporten, 13\_166. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. III, 20 pp.

**Vandenbruwaene, W.; Levy, Y.; Plancke, Y.; Vanlede, J.; Verwaest, T.; Mostaert, F.** (2017). Integraal plan Boven-Zeeschede: Deelrapport 8 – Sedimentbalans Zeeschede, Rupel en Durme. Versie 4.0. WL Rapporten, 13\_131\_8. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**

Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

**T** +32 (0)3 224 60 35

**F** +32 (0)3 224 60 36

[waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be](mailto:waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be)

[www.waterbouwkundiglaboratorium.be](http://www.waterbouwkundiglaboratorium.be)