

Water, zand en slib in het Schelde-estuarium

Inzichten uit het Vlaams-Nederlandse onderzoek





Colofon

Deze brochure is een product van de Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie.

Begeleiding:

Marcel Taal (Kerngroep Onderzoek en Monitoring)

Tekst:

Met Andere Woorden, Arnhem

Vormgeving:

Welmoed Jilderda, Deltares

Foto's:

© Jeroen Gosse, www.dekrachtvanbeeld.nl: p4, p9, p26 en p32

© Edwin Paree: p2-3, p6, p10, p12, p17, p22, p28, p30 en achterpagina

© <https://beeldbank.rws.nl>, Rijkswaterstaat / Joop van Houdt: p18, p21 en p27

© Marcel Taal: voorpagina, binnenzijde voorpagina, p16 en p25

November 2013

Water, zand en slib in het schelde-estuarium

Inzichten uit het Vlaams-Nederlandse onderzoek

Onderzoek uitgevoerd door:



In opdracht van:





Inhoud

Voorwoord	4
1 Inleiding	6
Aanleiding	7
Doel	8
2 Het estuarium als geheel	10
Evolutie in de afgelopen eeuwen	11
Getij als sleutelproces	12
Transporten van zand en slib	14
3 Het estuarium per deelgebied	18
Inzoomen op deelgebieden	19
Deelgebieden in de Westerschelde	19
Deelgebieden in de Zeeschelde	23
4 Verwachte ontwikkeling van het estuarium	26
5 Toepassingen in het beheer	28
Overzicht onderzoeksrapporten	30

A wide-angle photograph of a large industrial port, likely a shipyard or heavy construction site. In the foreground, several large lattice-boom cranes are positioned on a dark, flat surface, possibly a barge or a dock. The cranes are angled upwards, with their long jibs extending over a body of water. The water is calm, reflecting the overcast sky. In the middle ground, a dense line of trees separates the water from the port area. In the background, the port itself is visible, filled with various structures, including large storage tanks, buildings, and numerous other cranes. The sky is a uniform, pale grey, suggesting an overcast day. The overall tone of the image is industrial and somewhat somber due to the muted colors.

Voorwoord

Voorwoord Brochure V&T

Vlaanderen en Nederland werken vanuit de Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie (VNSC) samen aan een duurzaam en vitaal Schelde-estuarium. Een van de hoofdpijlers van deze samenwerking is het gezamenlijk uitvoeren van onderzoek en monitoring. Een gedeeld begrip over de toestand en de werking van het estuarium is immers onontbeerlijk voor een goede samenwerking in beleid en beheer. Een centrale rol voor de gezamenlijke kennisontwikkeling is weggelegd voor de werkgroep Onderzoek en Monitoring van de VNSC.

Het is met veel plezier dat wij, als voorzitters van de stuurgroep Onderzoek en Monitoring, u via deze brochure kennis willen laten maken met het onderzoek dat van 2011 tot 2013 is uitgevoerd ten behoeve van een veilig, toegankelijk en natuurlijk schelde-estuarium. De onderzoeksresultaten van het voorafgaande decennium en nieuwe onderzoeken zijn tot een samenhangende beschrijving van het fysisch functioneren van het Schelde-estuarium samengebracht en geëvalueerd. De actuele beleids- en beheersvragen waren hierbij steeds leidend.

De voorliggende brochure is een toegankelijke samenvatting van de uitkomsten van deze wetenschappelijke studies. Deze kennis is al toegepast in adviezen over alternatieve bestemmingslocaties voor baggerspecie, waaronder het zogenoemde flexibel storten, het verminderen van de getijdestroming in het Zuidergat en de mogelijkheid om nevengeulen in te zetten als vaarroute voor de binnenscheepvaart. Nieuwe inzichten betreffen bijvoorbeeld de toenemende getijslag door steeds ruimer wordende geulen, de sterkere trechtervorm van het estuarium en zeespiegelstijging. Tevens blijkt het estuarium als gevolg van verruiming van geulen netto slib te importeren. Dit kan op termijn mogelijk tot een hypertroebel systeem leiden en zuurstofgebrek in het oostelijk deel van de rivier. Deze uitdagingen maken prominent onderdeel uit van onze Agenda voor de Toekomst. Andere thema's die onderdeel van deze agenda uitmaken zijn: waterveiligheid, waterverdeling en zoetwaterbeheer, kust en voordelta, voorspelling van morfologische effecten op lange termijn ten behoeve van een sedimentstrategie en tot slot, een visie op natuurontwikkeling met breed maatschappelijk draagvlak.

Freddy Aerts (afdelingshoofd Maritieme Toegang, Departement Mobiliteit en Openbare Werken)

Roeland Allewijn (directeur Veiligheid en Watergebruik, Rijkswaterstaat)

Voorzitters Stuurgroep Onderzoek & Monitoring



1 Inleiding

Aanleiding

Vlaanderen en Nederland willen inzicht krijgen in de manier waarop water, zand en slib het Schelde-estuarium vormen. Enerzijds willen zij weten hoe het estuarium evolueert en anderzijds hebben zij er behoefte aan de gevolgen van nieuwe ingrepen te kunnen inschatten. Deze kennis is nodig om de beste beheerwijze te kiezen voor de toegankelijkheid van het estuarium voor de scheepvaart, de veiligheid tegen overstromingen en de natuurlijkheid.

De afgelopen twee jaar hebben Vlaamse en Nederlandse onderzoekers zich gezamenlijk verdiept in de processen die het estuarium vormen. Zij hebben een grote hoeveelheid meetgegevens boven tafel gehaald, aangevuld en gecorrigeerd. Concrete vragen van beheerders hebben zij vertaald in één samenhangend onderzoeksprogramma. De resultaten zijn nu beschikbaar en vallen als puzzelstukjes in elkaar. Het geheel geeft nieuwe, gedeelde inzichten in de werking van het estuariene systeem en biedt antwoorden op de vragen van de beheerders.

Het gezamenlijke onderzoek is uitgevoerd door de Werkgroep Onderzoek & Monitoring van de Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie (projectgroep Veiligheid & Toegankelijkheid). Aan de basis van het onderzoek ligt een verdrag over samenwerking op het gebied van beleid en beheer in het Schelde-estuarium dat Vlaanderen en Nederland in 2005 gesloten hebben.



Figuur 1 Het Schelde-estuarium bestaat uit de Boven- en Beneden-Zeeschelde (met de twee grote zijrivieren Durme en Rupel), de Westerschelde en de monding.

Doel

Deze brochure geeft de hoofdlijnen weer van het gezamenlijke onderzoek naar water, zand en slib in het Schelde-estuarium. Hiermee wil de Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie deze kennis toegankelijk maken voor iedereen die betrokken is bij het beheer van het estuarium.

De brochure geeft inzicht in:

- de evolutie van het estuarium als geheel;
- de veranderingen per deelgebied;
- verwachte ontwikkelingen;
- voorbeelden van de toepassing van de kennis in het beheer.

De onderzoeken omvatten het gehele Schelde-estuarium, vanaf Gent in de Boven-Zeeschelde tot en met de monding van de Westerschelde bij Vlissingen. Ze geven inzicht in geomorfologische en hydraulische processen, zoals de ontwikkeling van geulen en platen en de getijdestromingen. Inzicht in deze processen is essentieel om veranderingen in toegankelijkheid, veiligheid en natuurlijkheid te kunnen verklaren en te kunnen sturen. De projectgroep Natuurlijkheid heeft de afgelopen jaren onderzoek gedaan naar onder meer vogels en draagkracht. De resultaten daarvan zijn niet opgenomen in deze brochure.

Pagina 33 geeft een overzicht van alle onderzoeksrapporten die ten grondslag liggen aan deze brochure. De brochure is vooral gebaseerd op de meer integrale rapporten G-13 (estuarium als geheel), K-16 (deelgebieden in de Westerschelde) en K-18 (deelgebieden in de Zeeschelde).







2 Het estuarium als geheel

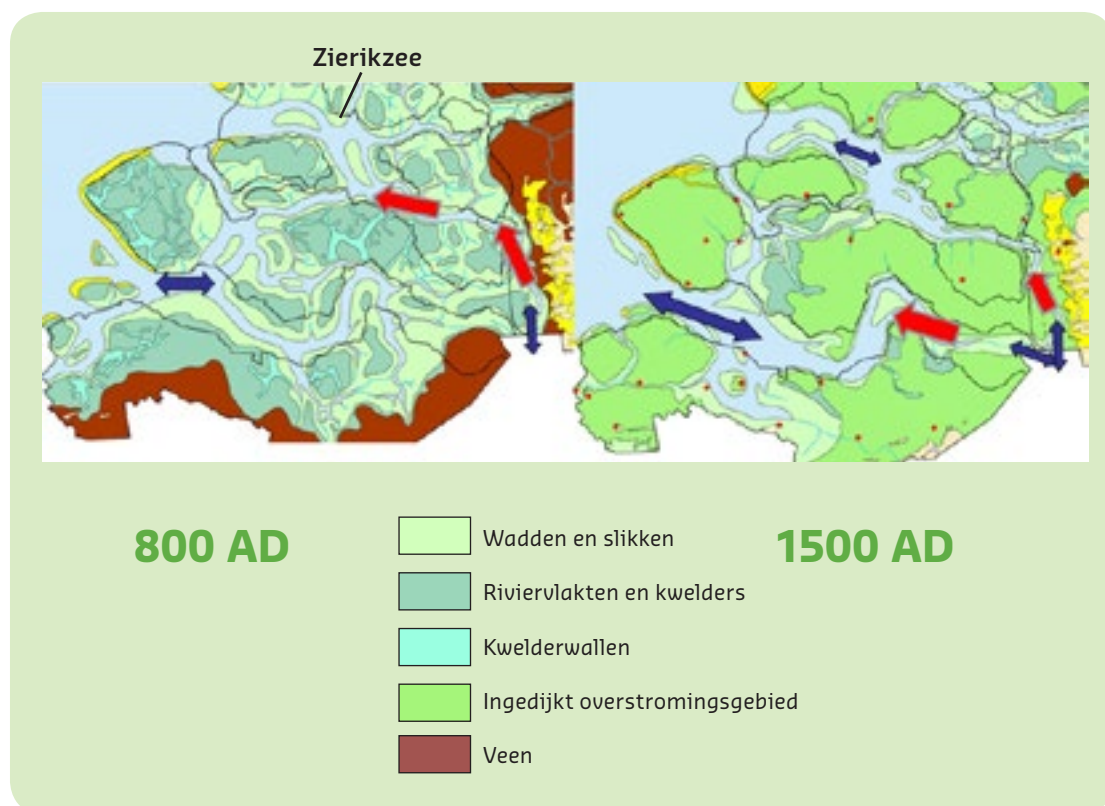
Evolutie in de afgelopen eeuwen

Van zoet veenmoeras naar zout intergetijdengebied

Het Schelde-estuarium heeft een bijzondere ontwikkeling doorgemaakt, met name het getijdendeel vanaf Antwerpen richting zee. In de Romeinse tijd bestond Zuidwest-Nederland nog uit een uitgestrekt zoet veengebied waar de zee nauwelijks invloed had. De Schelde stroomde in die tijd vanaf Antwerpen in noordelijke richting door dit veengebied en mondde ter hoogte van het huidige Zierikzee uit in zee.

In de daaropvolgende 1000 jaar onderging het landschap een ware gedaantewisseling. Door zeespiegelstijging kreeg de zee steeds meer invloed in het veengebied, dat waarschijnlijk door veenwinning extra kwetsbaar voor overstromingen was geworden. Zo veranderde de zuidwestelijke delta van een zoet veengebied in een zout intergetijdengebied. De Schelde stroomde vanaf Antwerpen nog altijd via een noordelijke route naar zee, waar zich de contouren van de huidige Oosterschelde begonnen af te tekenen (figuur 2, links).

Ten zuiden daarvan ontstond een forse getijdenkreek, 'de Honte', die zich steeds verder naar het oosten uitbreidde. Harde lagen in de ondergrond bepaalden daarbij de vorm van de kreek. Zo ontstonden de slingers van de Westerschelde, met onder meer de scherpe bocht bij het huidige Hansweert en Ossensisse.



Figuur 2 De zuidwestelijke delta rond 800 A.D. en 1500 A.D. Rode pijlen geven de belangrijkste afvoerroute van de Schelde weer, de blauwe pijlen laten zien waar het getij invloed had.

Zeeschelde en Westerschelde: recente combinatie

In de late middeleeuwen maakte de Honte contact met de Schelde (figuur 2, rechts). Dit zette cruciale ontwikkelingen in gang. Ten eerste ontstond voor de scheepvaart een aanzienlijk kortere verbinding tussen Antwerpen en de zee. Ten tweede werd de Westerschelde geleidelijk de belangrijkste afwateringsroute van de Schelde. Hiermee werd het getijdenbekken – het overgangsgebied tussen de rivier en de zee – veel langer.

Het getijdenbekken werd zo lang en breed dat een stelsel van aparte eb- en vloedgeulen tot ontwikkeling kon komen. Opnieuw bepaalden harde bodemlagen daarbij de vorm van de geulen, en daarmee van de Westerschelde. Langs de geulen slibden intergetijdengebieden steeds hoger op totdat ze werden bedijkt. Langzaam ontstond de trechtervorm die kenmerkend is voor estuaria: een smalle, meanderende getijdenrivier bovenstrooms die richting zee steeds breder uitwaaiert in een stelsel van meerdere eb- en vloedgeulen.

Getij als sleutelproces

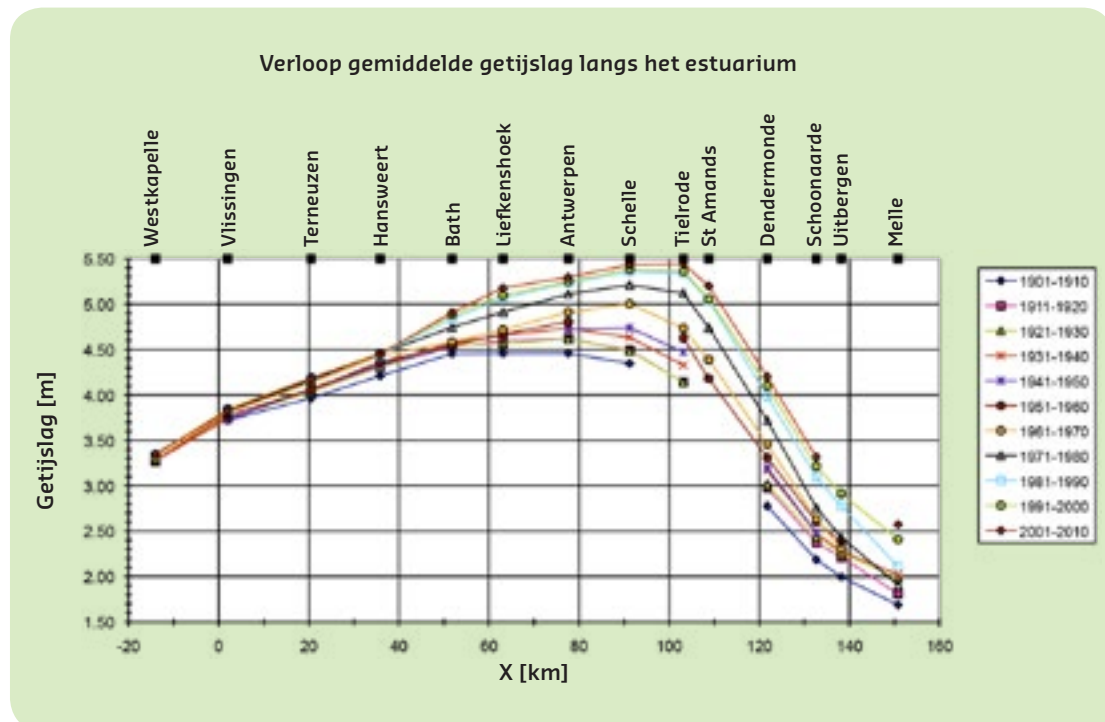
Sleutelproces voor toegankelijkheid, veiligheid en natuur

Inzicht in het getij is de sleutel voor een goed begrip van het estuarium als geheel. Het getij verbindt de verschillende onderdelen van het estuarium, doordat de getijdegolf tweemaal per dag het estuarium van begin tot eind doorloopt. De doelen voor toegankelijkheid, veiligheid en natuurlijkheid hangen allemaal af van het getij. Zo hangt de toegankelijkheid samen met de laagwaterstand en de veiligheid met de hoogwaterstand. Het getij is een drijvende kracht voor veranderingen in waterdiepte, bodemhoogte en bodemsamenstelling en daarmee voor veranderingen in leefgebieden voor planten en dieren. Andersom hebben waterdiepte, bodemhoogte en bodemsamenstelling overigens ook weer gevolgen voor het getij.

Ontwikkeling van het getij in de afgelopen honderd jaar

Sinds 1900 heeft het getij in het Schelde-estuarium zich eenduidig ontwikkeld in een bepaalde richting. Het verschil tussen laag- en hoogwater (de 'getijslag') is gestaag toegenomen en de plaats met de grootste getijslag is steeds verder stroomopwaarts komen te liggen (figuur 3). De getijgolf is zich sneller door het estuarium gaan verplaatsen. Daardoor is het nu eerder vloed in Antwerpen.





Figuur 3 De getijslag is in de periode 1900-2100 groter geworden en de plaats met de maximale getijslag is verder stroomopwaarts komen te liggen. In het verleden was de getijslag het grootst bij Liefkenshoek, nu bij Tielrode. In het traject Liefkenshoek-Tielrode is de getijslag het sterkst toegenomen.

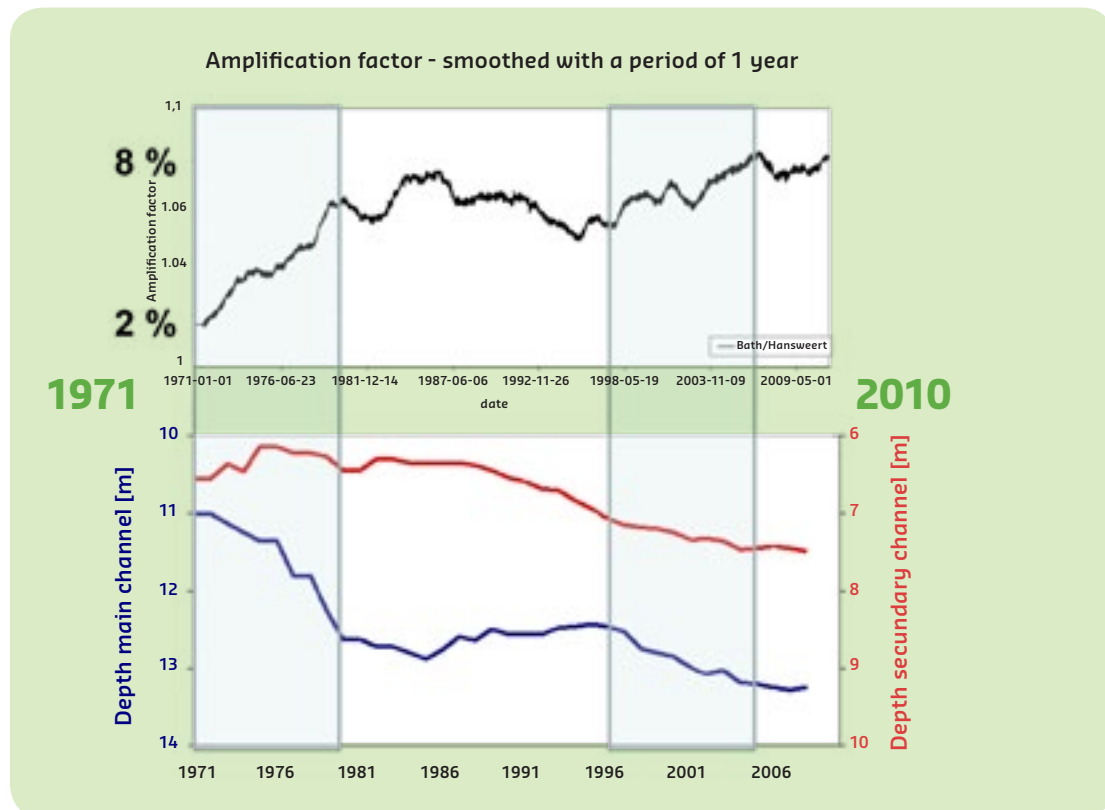
Uit de grafiek blijkt dat de maximale getijslag in 1900 bij Liefkenshoek optrad en circa 4,50 m bedroeg. Inmiddels heeft Liefkenshoek een getijslag van 5,30 m. De maximale getijslag treedt nu echter 40 km verder stroomopwaarts op, bij Tielrode, en bedraagt daar bijna 5,50 m.

Oorzaken van de getijontwikkeling

De trend waarbij het getij steeds verder de rivier binnendringt, de getijslag groter wordt en de hoogwaterstanden steeds hoger worden heeft drie hoofdoorzaken:

- ruimer wordende geulen: hierdoor ondervindt de vloedgolf minder weerstand en stroomt een grotere hoeveelheid water met grotere snelheid het estuarium in;
- sterker wordende trechtervorm, waarbij het estuarium in stroomopwaartse richting steeds nauwer wordt: de grotere vloedgolf stroomt stroomopwaarts in een steeds nauwer harnas zodat de waterstanden worden opgestuwd;
- zeespiegelstijging: hierdoor nemen de gemiddelde waterdiepte, en daardoor ook de getijslag, toe (de getijgolf heeft meer ruimte).

De eerste twee oorzaken waren in de afgelopen honderd jaar de belangrijkste. Uit metingen in het traject Hansweert-Bath blijkt dat het ruimer worden van de hoofdgeulen sterk heeft bijgedragen aan de toename van het getijvolume en de getijslag (Figuur 4). De trechtervorm langs de Boven-Zeeschelde is vooral sterker geworden door het rechtekken van bochten en het bedijken van overstroombare gebieden. Het effect van de zeespiegelstijging was de afgelopen periode relatief klein, maar kan in de toekomst groter worden.



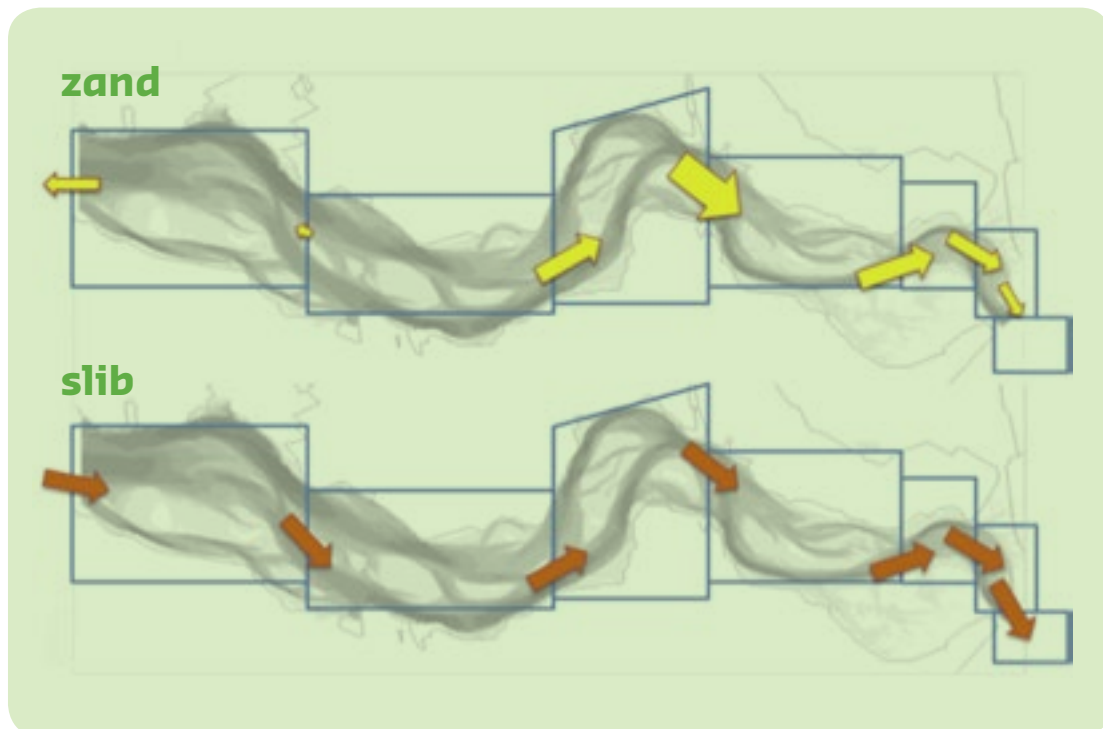
Figuur 4 Veranderingen in de getijslag tussen Hansweert en Bath hangen samen met de ruimere geulen. In de figuur is ook te zien dat de gemiddelde diepte van de vaargeul is toegenomen in de jaren zeventig en rond de eeuwwisseling (daling van de blauwe lijn). In deze twee perioden is de getijslag fors toegenomen (stijging van de zwarte lijn).

Transporten van zand en slib

Natuurlijk zand- en slibtransporten

In het hele estuarium vindt zand- en slibtransport plaats onder invloed van de getijdenstromen. De omvang en de richting van deze transporten verschillen van traject tot traject. Menselijke ingrepen kunnen de stromingen beïnvloeden en daardoor indirect ook de transporten. Andere ingrepen, zoals baggeren en storten, hebben direct verplaatsingen van sediment als gevolg.

Voor de Westerschelde zijn balansen van slib en zand opgesteld; voor de Zeeschelde komen deze in 2014 beschikbaar. De balansen voor de Westerschelde wijzen erop dat bij de monding van het estuarium netto export van zand en netto import van slib plaatsvindt. De 'import' van slib lijkt daarbij iets groter te zijn dan de 'export' van zand (Figuur 5). Aan de andere zijde van de Westerschelde lijkt netto zand- en slibtransport naar de Beneden-Zeeschelde plaats te vinden.



Figuur 5 Netto transporten van zand en slib onder invloed van getijdenstromingen, op basis van bodemmetingen in de periode 1994-2000. Bij de monding is in deze periode netto export van zand en netto import van slib opgetreden. Bij de grens is er netto zand- en slibtransport van de Westerschelde naar de Beneden-Zeeschelde. De grote netto transporten naar het oostelijk deel van de Westerschelde zijn voornamelijk een reactie op de menselijke ingrepen. Er wordt baggerspecie uit het oostelijke deel in het westen gestort en er was zandwinning. Het gezamenlijk effect resultaat was daarom dat het oostelijke deel van de Westerschelde ruimer werd.

De netto export van zand bij de monding blijkt al lange tijd plaats te vinden; er is geen sprake van een recente omslag naar een zandexporterend systeem, zoals eerder wel verondersteld is. In de hele Westerschelde wordt slib afgezet. De grootste hoeveelheid slib belandt in geulen die ondieper worden. Ook slikken, schorren en platen vangen slib in. Daarnaast lijkt netto slibtransport van de Westerschelde naar de Beneden-Zeeschelde op te treden. De omvang daarvan is nog niet bekend, onder meer omdat niet bekend is hoeveel slib de Beneden-Zeeschelde uit de Boven-Zeeschelde ontvangt.

De 'natuurlijke' zand- en slibtransporten hebben verschillende oorzaken:

- **zand:** omdat het oostelijk deel van de Westerschelde en de Zeeschelde ruimer zijn geworden, moet per getij meer water in en uit het estuarium stromen. Daardoor hebben ook de geulen in het westelijk deel de neiging zich te verruimen. Dat kan weer als gevolg hebben dat zand van de Westerschelde naar de monding gaat, zeker als in de nabijheid van de monding baggerspecie wordt gestort. Waar zandwinning heeft plaatsgevonden of sediment is gestort treedt zandtransport op om de lokale bodemligging weer in evenwicht te brengen met de directe omgeving.
- **slib:** de stroomsnelheden tijdens vloed zijn groter dan tijdens eb, waardoor meer slib stroomopwaarts stroomt dan stroomafwaarts.



Baggeren, storten en zandwinning

Ook menselijke activiteiten leiden tot sedimenttransporten: baggeren, storten en zandwinning. De hoeveelheden zand en slib die hierdoor van plaats veranderen, zijn veel groter dan de natuurlijke transporten.

Zowel in het westelijk als in het oostelijk deel van de Westerschelde wordt sediment gebaggerd voor vaargeulonderhoud. De stortlocaties liggen veelal westelijker dan de baggerlocaties. Daarnaast vindt in het oostelijk deel van de Westerschelde zandwinning plaats, waardoor zand geheel aan het systeem onttrokken wordt. In de Zeeschelde wordt eveneens gebaggerd en gestort en vindt ook zandwinning plaats. Vooral in het Deurganckdok en de toegangsgeulen naar de sluizen vindt veel onderhoudsbaggerwerk plaats. Het gebaggerde slib wordt stroomopwaarts van het dok in de rivier gestort. Het zand wordt stroomafwaarts gestort, in de Schaar van Ouden Doel, waar ook commerciële zandwinning plaatsvindt.

Transport door zeespiegelstijging

Tot nu toe heeft zeespiegelstijging waarschijnlijk een relatief klein effect op de zand- en slibtransporten gehad. De bodem van het estuarium zal de neiging hebben mee te groeien met de zeespiegelstijging, zodat de waterdiepte min of meer gelijk blijft. Dat leidt tot zandtransport van de monding naar de Westerschelde. Aan de andere kant zal ook de monding van het estuarium mee willen groeien, wat transport in omgekeerde richting bevordert. De afgelopen decennia was de gemiddelde waterstandverhoging door zeespiegelstijging ongeveer even groot als de gemiddelde bodemdaling door zandwinning.



Netto resultaat: meer of minder sediment

De optelsom van het natuurlijke transport, de 'menselijke' transporten en zeespiegelstijging kan een toename of afname van de sedimentinhoud inhouden. In de periode 1992-2010 is deze balans als volgt uitgepakt:

- In het westelijk deel van de Westerschelde is meer sediment gekomen. Dit komt voornamelijk door het storten van baggerspecie uit het oostelijk deel van de Westerschelde.
- Het oostelijk deel van de Westerschelde is dieper en ruimer geworden. De belangrijkste oorzaken zijn de verdiepingen, het verplaatsen van baggerspecie naar het westelijk deel en zandwinning.
- De Beneden-Zeeschelde is ook dieper en ruimer geworden. Dit is een gevolg van de veranderingen in de Westerschelde en menselijke ingrepen in de Zeeschelde, zoals onderhoud aan de vaargeul, de aanleg van havenbekkens en zandwinning.
- De Boven-Zeeschelde is eveneens dieper en ruimer geworden. Mogelijk is deze verandering een reactie is op het verwijderen van sediment uit de Beneden-Zeeschelde. Dit moet nader onderzocht worden.



3 Het estuarium per deelgebied

Inzoomen op deelgebieden

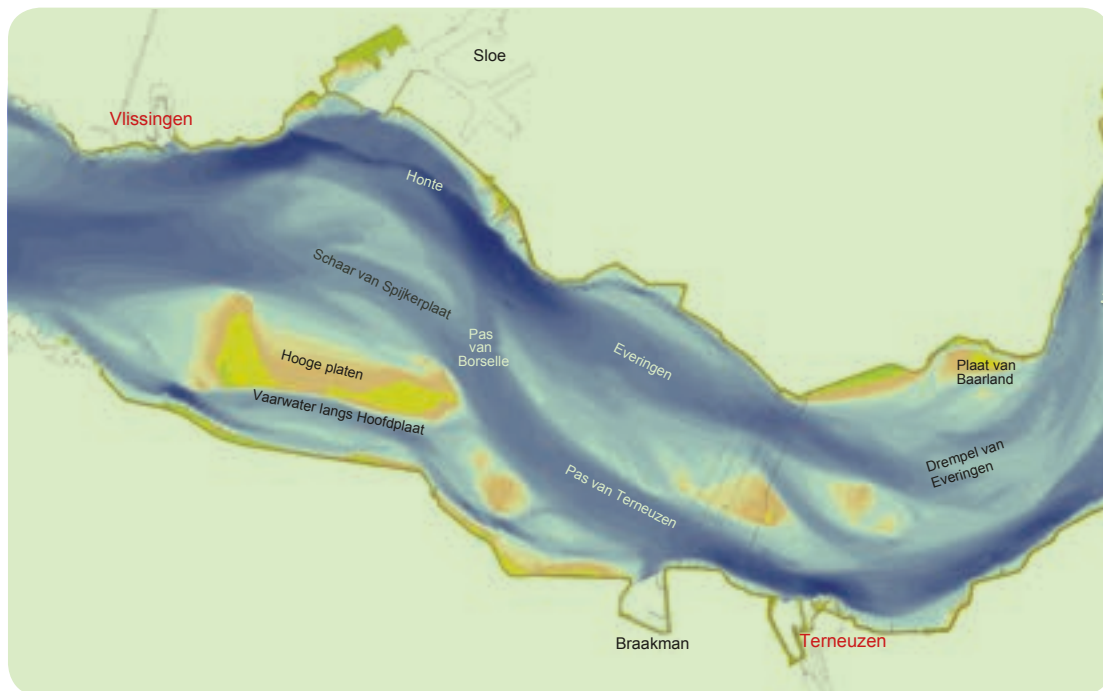
De processen die de ontwikkeling van het estuarium als geheel bepalen, kunnen per deelgebied heel verschillend uitwerken. Inzicht in de ontwikkelingen per deelgebied is noodzakelijk om de gevolgen van beheersmaatregelen te kunnen inschatten. In de Westerschelde bestaan de deelgebieden uit zeven zogenoemde 'macrocellen', in de Zeeschelde uit de Boven- en Beneden-Zeeschelde en de zijrivieren Durme en Rupel.

Deelgebieden in de Westerschelde

Honte, Spijkerplaat en Hooge Platen (macrocel 1/2)

Recente ontwikkelingen

In het recente verleden heeft dit deel twee grote kombergingsgebieden verloren: het Sloe en de Braakman. Vooral de afdamming van de Braakman heeft nog steeds gevolgen. Het Vaarwater langs de Hoofdplaat wordt hierdoor gestaag ondieper. Daarnaast valt de ontwikkeling van de Hooge Platen op. Deze platen breiden zich in noordelijke richting uit en zijn zo hoog geworden dat op de platen een groot schor is ontstaan. De geulen in het gebied verplaatsen zich geleidelijk in noordelijke en westelijke richting. Er vinden stortingen van baggerspecie op de westelijke en noordelijke plaatranden van de Hooge Platen plaats, om het areaal laagdynamisch gebied te vergroten.



Figuur 6 Topografie en namen westelijk deel Westerschelde

Toekomstige ontwikkelingen

- Het Vaarwater langs de Hoofdplaat zal naar verwachting nog zeker een eeuw als geul in stand blijven (ten minste 4 meter diep).
- De Schaar van Spijkerplaat zal mogelijk in het verlengde van de Pas van Terneuzen komen te liggen en de rol van de Honte deels overnemen.
- Bij verdere ophoging van de platen zal de ecologische variatie afnemen.

Rondom de Middelplaten (macrocel 3)

Recente ontwikkelingen:

De Middelplaten zijn de meest dynamische platen in de Westerschelde, vooral door de kortsluitgeulen die over de platen migreren. De afgelopen periode is het aantal kortsluitgeulen verminderd. De platen zijn langer, smaller en iets kleiner geworden én hoger. De geulen in deze cel verplaatsen zich in zuidelijke richting. De verplaatsing van de Pas van Terneuzen is inmiddels gestopt, nadat de vaargeul met geulrandstortingen is gestabiliseerd. De nevengeul Everingen wordt geleidelijk ondieper, waarschijnlijk ook door het storten van baggerspecie. De Slikken van Baarland hebben zich uitgebreid en zijn vastgegroeid aan de Plaat van Baarland.

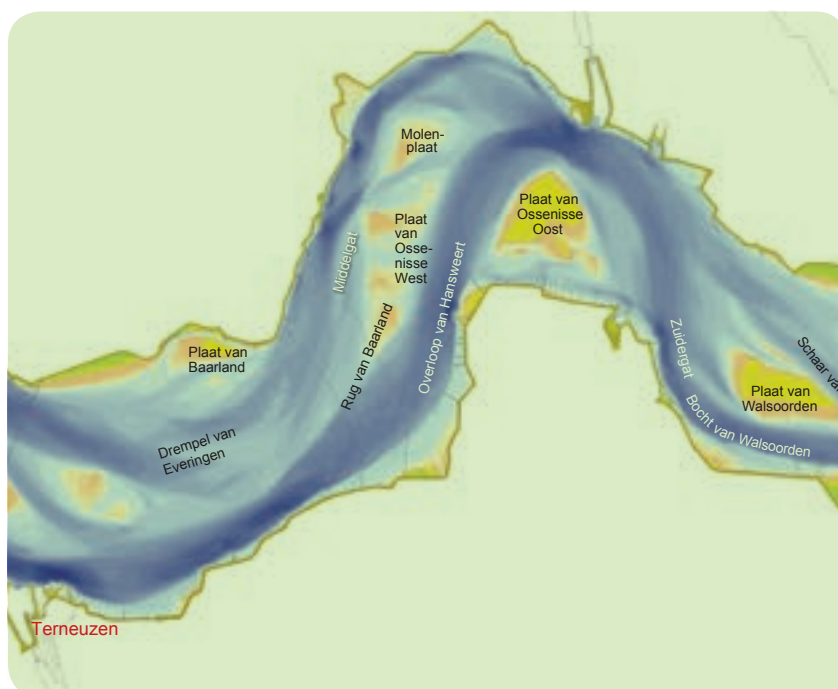
Toekomstige ontwikkelingen:

- De Middelplaten zullen in de toekomst mogelijk nog kleiner en hoger worden.
- De dynamiek van kortsluitgeulen zal mogelijk verder afnemen en er lijken zich geen nieuwe kortsluitgeulen te vormen.
- Het patroon van geulen en ondiepten rond de drempel van de Everingen zal stabiel worden, omdat het Middelgat ondieper wordt (zie macrocel 4).

Rondom de Platen van Ossenis (macrocel 4)

Recente ontwikkelingen:

Hier heeft zich de grootste morfologische verandering van de Westerschelde van de afgelopen eeuw voorgedaan: de hoofdgeul is nevengeul geworden en omgekeerd. De Overloop van Hansweert is nu de hoofdgeul en wordt nog steeds breder en dieper. Het Middelgat is nu nevengeul en wordt juist ondieper. Deze verandering is niet in gang gezet door het storten van baggerspecie. De platen in het gebied zijn aaneengegroeid tot drie grotere platen: de Plaat van Ossenis ten oosten van de Overloop van Hansweert en de Rug van Baarland en de Molenplaat ten westen. Vooral de Plaat van Ossenis is snel hoger geworden, maar hier is nog geen schor tot ontwikkeling gekomen. De twee andere platen zijn gemiddeld iets hoger en ook vlakker geworden. Met stortingen op de rand van de Rug van Baarland wordt geprobeerd het areaal laagdynamisch gebied te vergroten.



Figuur 7 Topografie en namen middendeel Westerschelde



Toekomstige ontwikkelingen:

- Het Middelgat blijft nog circa een eeuw als geul in stand (ten minste 4 meter diep), uitgaande van de sedimentatiesnelheid in de afgelopen tientallen jaren.
- Er zijn geen aanwijzingen voor het ontstaan van een nieuwe nevengeul die de rol van het Middelgat kan overnemen.
- De overgebleven kortsluitgeul tussen de Rug van Baarland en de Molenplaat is nog steeds dynamisch en lijkt niet op korte termijn te verdwijnen.

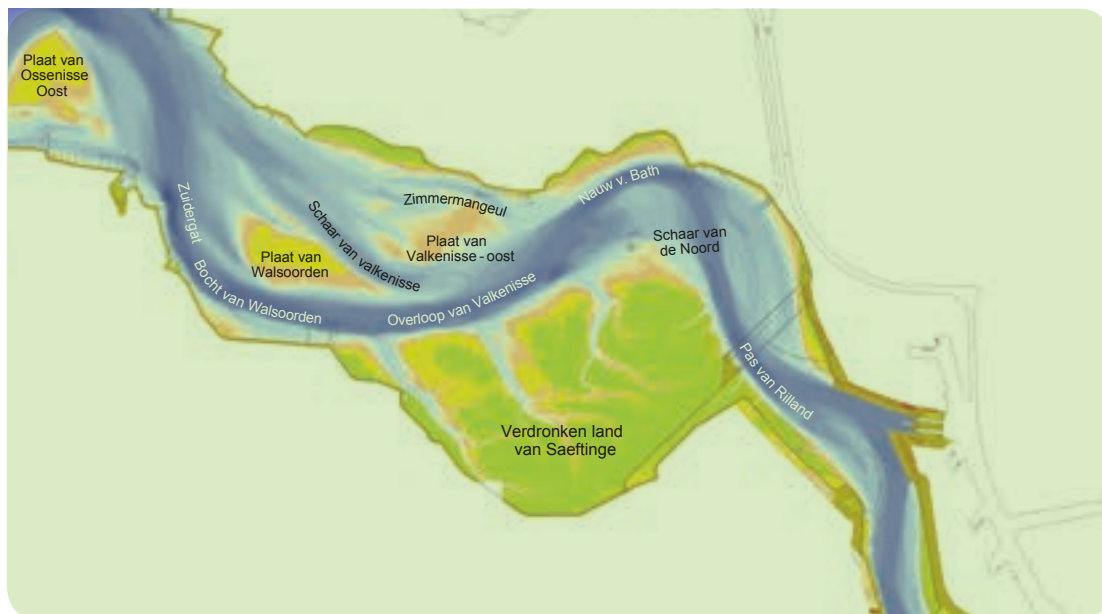
Rondom de Platen van Valkenisse (macrocel 5)

Recente ontwikkelingen:

Deze macrocel is de afgelopen tientallen jaren steeds ruimer geworden. Uit dit gebied is zand verdwenen door zandwinning en transport van baggerspecie naar het westen. De hoofdgeul (Zuidergat, Bocht van Walsoorden, Overloop van Valkenisse) is door baggerwerkzaamheden breder en dieper geworden en de drempels zijn vrijwel geheel verdwenen. De omvang van de nevengeul Schaar van Valkenisse blijkt sterk samen te hangen met het gebruik van deze geul als stortlocatie: hoe minder hier wordt gestort, hoe groter de geul. De voormalige nevengeul Zimmermangeul speelt geen rol van betekenis meer, hoewel hij zich lokaal verdiept heeft. De platen in deze macrocel zijn tot het midden van de jaren negentig steeds hoger geworden, waarbij op de Plaat van Walsoorden een schor is ontstaan. De Plaat van Walsoorden is in de afgelopen eeuw aan de westzijde geleidelijk afgeslagen. Met stortingen op de plaatrand wordt geprobeerd het areaal laagdynamisch gebied te vergroten.

Toekomstige ontwikkelingen:

- Bij voortzetting van het huidige bagger- en stortbeleid zal deze macrocel zich blijven verruimen.
- De Zimmermangeul zal zich naar verwachting verder opvullen.
- Het is niet te verwachten dat op de drempel voor de Schaar van Valkenisse eb- en vloedscharen tot ontwikkeling komen.



Figuur 8 Topografie en namen oostelijk deel Westerschelde

Nauw van Bath, Pas van Riland en Saeftinghe (macrocellen 6 en 7)

Recente ontwikkelingen:

Ook deze macrocellen zijn in de afgelopen tientallen jaren verruimd. Belangrijkste oorzaak is dat baggerspecie naar westelijker gelegen stortlocaties is gebracht, vooral omdat in deze macrocellen zelf weinig stortruimte beschikbaar was. Zowel de hoofdgeul als de nevengeul zijn groter geworden. Op de drempel bij de Schaar van de Noord is vrijwel geen dynamiek meer aanwezig. Hier is geen sprake meer van steeds nieuwe en zich verplaatsende geulen en ondiepten. Saeftinghe is de afgelopen eeuw steeds hoger geworden en het schor is uitgebreid. De stortingen die in de jaren negentig in de directe nabijheid hebben plaatsgevonden, hebben daar mogelijk aan bijgedragen. In het verleden lagen in deze cellen ook kleine platen die tegenwoordig verdwenen zijn.

Toekomstige ontwikkelingen:

- Bij voortzetting van het huidige bagger- en stortbeleid zullen deze macrocellen zich blijven verruimen.
- De sedimentatie in Saeftinghe en de ophoging van de schorren lijkt door te gaan, maar het is niet bekend hoe snel dit gaat.



Deelgebieden in de Zeeschelde



Figuur 9 Topografie en namen Beneden-Zeeschelde

Beneden-Zeeschelde stroomafwaarts van Antwerpen (Oosterweel)

Recente ontwikkelingen:

In dit deelgebied gaat het meergeulenstelsel van de Westerschelde over in één geul. Tot Doel was in het verleden nog sprake van een vloedgeul. Deze is eind jaren zestig afgesloten door een strekdam. De afgelopen decennia is dit rivierdeel, dat hier door het Antwerpse havengebied stroomt, dieper geworden als gevolg van baggeren: gemiddeld met 2,5 tot 5 meter en met uitschieters naar 8 meter. Drempels zijn vrijwel verdwenen en de bodem van de geul is breder en heel vlak geworden. De afgelopen tientallen jaren is het oppervlak aan slikken en schorren afgenomen, maar rond 2000 heeft het zich gestabiliseerd. Bij de Boudewijn en Van Cauwelaertsluis, de Kallosluis en andere infrastructurele werken zijn recent diepe putten ontstaan. Dat is een gevolg van de toegenomen getijslag en de toegenomen stroomsnelheden.

Toekomstige ontwikkelingen:

- Bij gelijkblijvend beheer zal de geul zich stroomafwaarts van Oosterweel niet verder verdiepen. Door baggerwerk zal ook geen verondieping optreden.
- Stroomopwaarts van Oosterweel zal de geul zich naar verwachting wel verruimen, doordat de getijdenstroom zand stroomafwaarts transporteert.
- De diepen putten blijven in stand en zullen mogelijk nog enigszins dieper worden.

Beneden-Zeeschelde stroomopwaarts van Antwerpen (Oosterweel)

Recente ontwikkelingen:

In dit deelgebied stroomt de Zeeschelde eerst tussen de kades van Antwerpen en vervolgens langs industrieterreinen en polders. Tussen 1960 en 1980 is de rivier gemiddeld 1,5 tot 2 en lokaal 5 meter dieper geworden. Daarna is de diepte stabiel gebleven. De oevers zijn steiler geworden, waardoor schorren, slikken en ondiepwaterzones in omvang zijn afgenomen. Het oppervlak van schorren is sinds 1990 stabiel. In 2014 gaat een gecontroleerd overstromingsgebied van 600 hectare in werking (Kruibeke-Bazel-Rupelmonde).

Toekomstige ontwikkelingen:

- Met de uitvoering van het Sigmaplan zal het areaal slikken en schorren in dit deelgebied toenemen.
- De geul zal naar verwachting stabiel blijven.



Figuur 10 Topografie en namen Boven-Zeeschelde en zijrivieren



Boven-Zeeschelde

Recente ontwikkelingen:

In de afgelopen 150 jaar is de rivier in dit deelgebied sterk vernauwd, door het rechte trekken van bochten en bedijken van overstroombare gebieden. Sinds 1960 heeft de rivierbodem in dit deelgebied zich verdiept, gemiddeld met 1,5 meter en lokaal met 4 meter. Dit is relatief gezien nog meer dan in de Beneden-Zeeschelde. Mede hierdoor is de vloedgolf steeds sneller de rivier ingetrokken en is de getijslag groter geworden. Ondanks deze ontwikkelingen liggen hier de meeste schorren van de Zeeschelde. Door de verdieping van de geulen trad in het verleden veel afslag van slikken en schorren op. De afslag van schorren is verminderd door de randen te beschermen met breuksteen. Hierdoor zijn de oevers steiler geworden en is het slik op sommige plaatsen vrijwel geheel verdwenen.

In de jaren zeventig van de vorige eeuw is de Zeeschelde tussen Gentbrugge en Melle in onbruik geraakt voor de scheepvaart, onder meer door de aanleg van een ringvaart. Vanaf de jaren tachtig is geen onderhoudsbaggerwerk meer uitgevoerd en is het traject vrijwel volledig dichtgeslibd en de continue watertoevoer stopte. In 2009 is een pomp geïnstalleerd om enigszins een beperkte bovenafvoer te realiseren. Sindsdien ontstonden een kleine geul en een waardevol zoetwaterschor.

Toekomstige ontwikkelingen:

- De komberging in dit deelgebied zal groter worden door de geplande Sigmamaatregelen, wat de stijging van hoogwaters en de toename van de getijslag zal dempen.
- Met de geplande maatregelen worden nieuwe slikken en schorren gecreëerd (ontpolderingen en gebieden met gereduceerd getij).
- De Boven-Zeeschelde zal zich nog verder kunnen verdiepen in de komende periode.
- Er is een nieuwe sluis voor de recreatievaart voorzien, meer stroomafwaarts dan de huidige bij Gent, ter hoogte van Melle. Ook wordt onderzocht of het wenselijk is de Boven-Zeeschelde bevaarbaar te maken voor grotere schepen (klasse Va), gezien de toename van de binnenvaart.



Durme

Recente ontwikkelingen:

Deze zijrivier is de afgelopen tientallen jaren sterk van karakter veranderd: de bovenafvoer is verminderd, potpolders zijn afgesloten en de rivier is nauwer bedijkt. Hierdoor is de komberging van het estuarium afgenomen, wat heeft bijgedragen aan de snellere instroom van de vloedgolf en de toegenomen getijslag. De Durme is de enige grotere zijrivier die nog in open verbinding met de hoofdriever staat en niet is ingericht voor de scheepvaart. Deze zijrivier is rijk aan schorren en slikken.

Toekomstige ontwikkelingen:

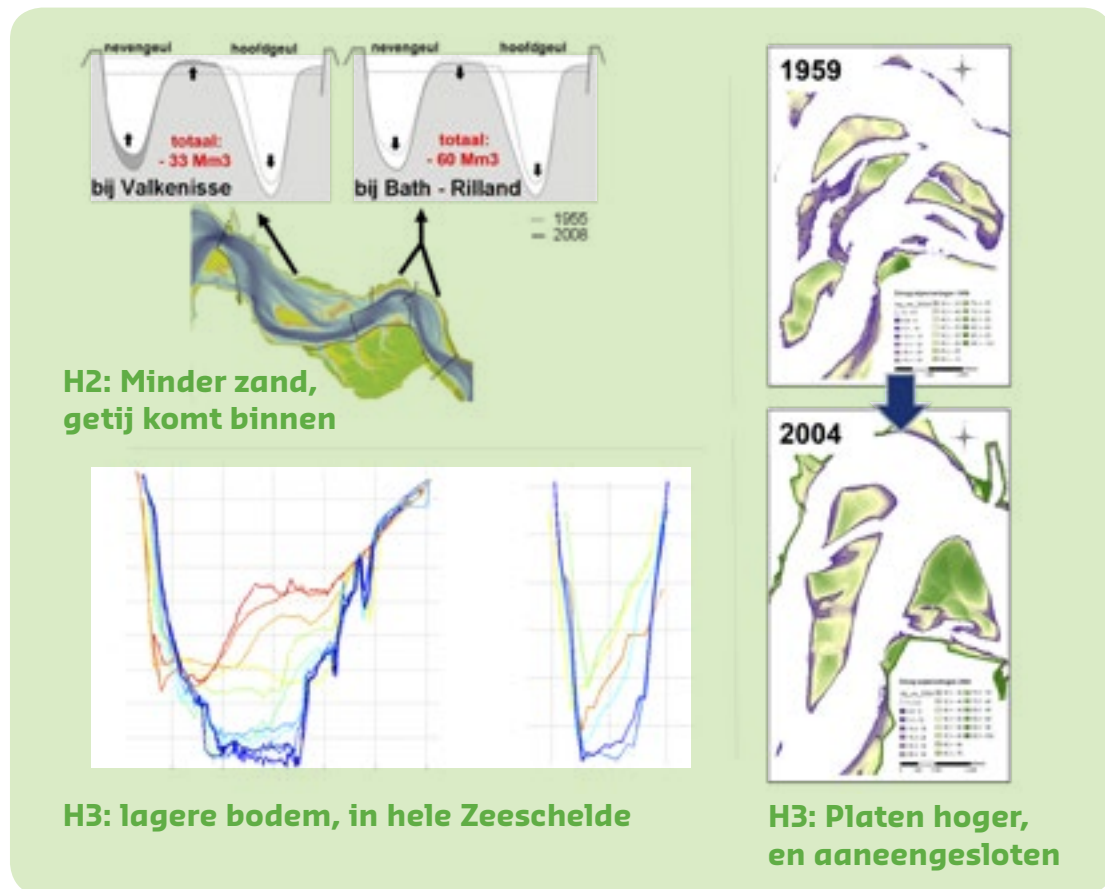
- De komberging langs de Durme zal groter worden door de geplande Sigmamaatregelen, wat de stijging van hoogwaters en de toename van de getijslag zal dempen.
- Met de geplande maatregelen worden nieuwe slikken en schorren gecreëerd.
- Er komt een integraal rivierherstelplan, gericht op behoud van de bovenafvoer en getijdennatuur, met aandacht voor onder meer baggerwerken.

Rupel

Deze zijrivier is de afgelopen tientallen jaren nauwelijks van karakter veranderd en ook de bovenafvoer is constant gebleven. Dat geldt ook voor de kleinere riviertjes Zenne, Dijle en Nete die zich bij de Rupel voegen. De Rupel staat in open verbinding met de hoofdriever en wordt gebruikt voor binnenvaart. De belangrijkste morfologische veranderingen zijn opgetreden na het afsluiten van de Vliet in de jaren zeventig en de aanleg van het zeekanaal in de jaren negentig.

Toekomstige ontwikkelingen:

- De komberging langs de Rupel en haar zijrivieren zal groter worden door de geplande Sigmamaatregelen, wat de stijging van hoogwaters en de toename van de getijslag zal dempen.
- Met de geplande maatregelen worden nieuwe slikken en schorren langs de zijrivieren gecreëerd.



Figuur 11 Belangrijkste issues in het estuarium zoals in de voorgaande hoofdstukken behandeld. Voor de oostelijke Westerschelde en de Zeeschelde geldt dat er, vooral in de hoofdgeulen, minder zand is, dus meer ruimte voor water / getij. In het meergeulenstelsel veranderen de plaatgebieden, van meerdere kleine delen, naar grotere, meer aaneengesloten en hogere platen.





4 Verwachte ontwikkeling van het estuarium

Getijslag wordt mogelijk nog groter

De afgelopen eeuw is de getijslag in het hele estuarium steeds groter geworden door ruimer wordende geulen, een sterkere trechtervorm van het estuarium en zeespiegelstijging. Verdere toename van de getijslag is mogelijk als de geulen nog ruimer worden. Het huidige beleid gaat niet uit van verdere verdieping van de vaargeul, maar combinaties van baggeren, storten en zandwinning kunnen nog wel leiden tot 'natuurlijke' verruiming. De zandwinning zal in de Westerschelde in ieder geval stoppen. In de Zeeschelde zal de zandwinning mogelijk wel doorgaan. Ook zeespiegelstijging zal tot een grotere getijslag leiden. De trechtervorm van het estuarium zal niet sterker worden en geen verdere toename van de getijslag veroorzaken. Alles bij elkaar zal de getijslag in de komende periode mogelijk nog enigszins toenemen, maar zeker minder dan in de afgelopen tientallen jaren.

Meergeulenstelsel blijft bestaan, maar dynamiek neemt af

Een belangrijke vraag van beheerders van het estuarium en natuurorganisaties is of het meergeulenstelsel in de Westerschelde zal verdwijnen. Het meergeulenstelsel is niet alleen essentieel voor de natuurlijkheid, omdat het bijdraagt aan de variatie en de dynamiek van leefgebieden, maar ook voor veiligheid en toegankelijk. Uit het onderzoek blijkt dat het patroon van hoofd- en nevengeulen in de Westerschelde in ieder geval de komende honderd jaar blijft bestaan, uitgaande van de huidige stortstrategie.

Eb- en vloedgeulen kozen in het verleden van tijd tot tijd een andere route of verwisselden onderling van plaats. Deze grootschalige dynamiek zal naar verwachting sterk afnemen en de hoofdgeul zal steeds dominanter worden. De afnemende dynamiek van de geulen heeft ook gevolgen voor de platen. Nieuwe plaatontwikkeling zal minder vaak plaatsvinden. Daarnaast worden kortsluitgeulen over de grote zandplaten steeds ondieper. De natuur in de Westerschelde wordt hierdoor minder gevarieerd: de afwisseling van plaats tot plaats en van tijd tot tijd neemt af.

Risico op 'hypertroebel' systeem in Zeeschelde vraagt aandacht

Uit het onderzoek blijkt dat het estuarium netto slib importeert en dat vanuit de Westerschelde netto slibtransport naar de Beneden-Zeeschelde plaatsvindt. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de ruimere geulen en de toegenomen getijslag. In enkele andere Europese estuaria is deze ontwikkeling zo sterk geworden dat een omslag heeft plaatsgevonden naar een 'hypertroebel' systeem. Daarbij heeft zich zoveel slib in de getijdenrivier verzameld dat de vloedstroom nog maar weinig weerstand ondervindt en nog sneller de rivier in schiet. Door het vele slib kan de rivier een groot deel van de tijd zuurstofloos worden. Het terugdraaien van een hypertroebel systeem blijkt zeer lastig te zijn. Dit fenomeen veroorzaakt onder meer in de Eems en de Loire grote problemen. In het Schelde-estuarium zijn geen concrete aanwijzingen voor een omslag naar een hypertroebel systeem gevonden. Het is raadzaam te verkennen hoe het risico op een omslag te beheersen is, gezien de grote ongewenste consequenties.



5 Toepassingen in het beheer

Visie per deelgebied

Het concept van deelgebieden en macrocellen geeft bruikbare inzichten voor het beheer. Dit is een goed schaalniveau om besluiten over bijvoorbeeld het vaarwegbeheer en zandwinning op te baseren. Daarvoor is het nodig per deelgebied een visie op te stellen, uitgaande van de huidige ontwikkelingen van geulen, platen, slikken en schorren in het betreffende gebied. De visies moeten duidelijk maken welke ontwikkelingen beheeringrepen zouden moeten stimuleren of juist beperken.

Zandwinning oostelijk deel Westerschelde

Het huidige beleid voorziet in het stopzetten van zandwinning in de Westerschelde, vooral omdat zandwinning verdere verruiming van het estuarium in de hand werkt en daarmee bijdraagt aan een grotere getijslag. De huidige inzichten ondersteunen dat beleid. Het lijkt voor de ontwikkeling van het estuarium gunstiger om zand dat niet in het oostelijk deel gestort kan worden naar het westelijk deel te brengen, om zoveel mogelijk te voorkomen dat dit deel zich verder verruimt.

Adviezen over vaargeulbeheer

De nieuwe inzichten zijn bruikbaar om allerlei vragen over het beheer van de vaargeul te beantwoorden. De kennis is onder meer al toegepast in adviezen over alternatieve stortlocaties voor baggerspecie uit havens, flexibel storten, het verminderen van de zeer sterke getijdestroming in het Zuidergat (giertij) en de mogelijkheid om nevengeulen in te zetten als vaarroute voor de binnenscheepvaart.

Natuurlijke leefgebieden

Uit de geschetste ontwikkelingen van geulen, platen, slikken en schorren is af te leiden hoe verschillende leefgebieden voor planten en dieren zich zullen ontwikkelen. Dat biedt de mogelijkheid trends in de natuurlijkheid te voorspellen en de gevolgen van herstelmaatregelen in te schatten.

Invulling 'estuariene dynamiek'

De Westerschelde en de Zeeschelde zijn aangewezen als Natura 2000-gebied. In de Westerschelde moet volgens het aanwijzingsbesluit het habitat 'estuaria' zowel in oppervlak als in kwaliteit verbeteren. Een van de aspecten van kwaliteit is daarbij de 'estuariene dynamiek'. Met de nieuwe inzichten uit de onderzoeken wordt het mogelijk dit aspect uit te drukken in meetbare fysische indicatoren, zoals lokale stroomsnelheden en morfologische ontwikkeling. Hiermee zijn de voorwaarden voor het gebruik duidelijker te omschrijven, onder meer in het beheerplan Natura 2000 en vergunningen.

Stortlocaties en troebelheid

Slibrijke specie uit de Beneden-Zeeschelde wordt op dit moment stroomopwaarts in de rivier gestort. In die zone is de getijdenrivier van nature al zeer troebel, maar door het storten wordt het water nog troebeler. Uit de onderzoeken blijkt dat het gunstig kan zijn de specie stroomafwaarts te storten, zowel voor de troebelheid als voor het benodigde onderhoud.

Agenda voor de Toekomst

De inzichten uit de onderzoeken zijn goed te gebruiken om beleid en beheer te ontwikkelen voor het behalen van de doelen uit de Langetermijnvisie 2030. De onderzoeken hebben met name belangrijke nieuwe kennis opgeleverd over het herstel van schade uit het verleden. Hiermee is een basis gelegd voor de Agenda voor de Toekomst.



Overzicht onderzoeksrapporten

Deze brochure is gebaseerd op een groot aantal onderzoeksrapporten (verkrijgbaar via www.vnsc.eu, www.scheldemonitor.be en <http://kennisonline.deltares.nl>). Rood gemarkeerd zijn de integrale rapportages.

Nr. Titel

Basisrapporten grootschalige ontwikkeling

- G-1 Data-analyse waterstanden Westerschelde
- G-2 Grootschalige sedimentbalans van de Westerschelde
- G-3 De rol van slib in de Westerschelde
- G-4 Influence morphology on tide and sand transport
- G-5 Data-analysis water levels, bathymetry Western Scheldt
- G-6 Data-analysis water levels, bathymetry Lower Sea Scheldt
- G-7 Tidal Phenomena in the Scheldt Estuary, part 2
- G-8 Aanvullend onderzoek historische ontwikkeling getij
- G-9 Vergelijking methodes overstromingsrisico
- G-10 Probleemanalyse zandwinning
- G-11 Morfologische lange termijn simulaties
- G-12 Effect morfologie monding Westerschelde op getij
- G-13 Synthese en conceptueel model**
- G-14 Response of tidal rivers to deepening and narrowing

Basisrapporten kleinschalige ontwikkeling

- K-15 Morfologie op mesoschaal bij stortlocaties
- K-16 Ontwikkeling mesoschaal Westerschelde (factsheets)**
- K-17 Samenhang ontwikkelingen tijd- en ruimteschalen
- K-18 Ontwikkeling mesoschaal Zeeschelde (factsheets)**
- K-19 Zeeschelde- nota analyse bodemligging
- K-20 Simulaties met effectanalyse op mesoschaal

Basisrapporten specifieke beheervragen

- B-21 Analyse havenstortvak W13
- B-22 Analyse alle havenstortvakken Westerschelde
- B-23 Analyse stortvakken Beneden-Zeeschelde
- B-24 Gebruik van nevengeulen voor binnenvaart
- B-25 Mitigatie dwarsstroming Zuidergat

Achtergrondrapporten

- A-26 Actualisatierapport Finel 2D Schelde-estuarium
- A-27 Actualisatierapport Delft3D Schelde-estuarium
- A-28 Harde lagen Westerschelde
- A-29 Harde lagen Beneden-Zeeschelde
- A-30 Overzicht data, beschikbaarheid Open Earth, ftp
- A-31 Baggeren en storten

Special

- S-32 N2000-context

