

Opdrachtgever:  
Vlaams-Nederlandse Scheldecommissie

# Evaluatie Schelde-estuarium: de toestand van Veiligheid, Toegankelijkheid en Natuurlijkheid

Samenvatting van de T2015-rapportage





Opdrachtgever:  
**Vlaams-Nederlandse Scheldec commissie**

# **Evaluatie Schelde-estuarium: de toestand van Veiligheid, Toegankelijkheid en Natuurlijkheid**

Samenvatting van de T2015-rapportage



## **Auteurs**

### **HKV:**

H.J. Barneveld

R.P. Nicolai

### **Bureau Waardenburg:**

T.J. Boudewijn

### **Antea:**

I. Van de Moortel

### **Met Andere Woorden:**

R. Postma



# Inhoud

De evaluatie op hoofdlijnen .....	1
1 Inleiding .....	3
2 Korte karakteristiek van het Schelde-estuarium .....	5
3 De Zeeschelde .....	9
4 De Westerschelde .....	19
5 De monding .....	29
6 Referenties .....	33



# De evaluatie op hoofdlijnen

De Vlaams-Nederlandse Schelde-commissie (VNSC) evalueert iedere zes jaar de toestand van het Schelde-estuarium: hoe staat het ervoor met de functies veiligheid, toegankelijkheid voor de scheepvaart en natuurlijkheid? In 2018 is de evaluatie over de periode 2010-2015 gereedgekomen: de T2015-rapportage. Deze samenvatting presenteert de hoofdlijnen van de rapportage.

De uitgangssituatie voor de evaluatie is de toestand van het Schelde-estuarium in 2009 en de trendmatige ontwikkelingen tot dat jaar. De T2009-rapportage geeft daar een beschrijving van op basis van een groot aantal gemeten parameters (Depreiter *et al.*, 2014).

## Conclusies over Veiligheid, Toegankelijkheid en Natuurlijkheid

### *Veiligheid tegen overstromen*

De hoogwaterstanden in het Schelde-estuarium stijgen al sinds lange tijd en ze bleven stijgen in de periode 2010-2015. Het jaargemiddelde hoogwater steeg van de monding tot aan Bath in het tempo van de zeespiegelstijging (20 cm per eeuw). Stroomopwaarts van Bath stegen de hoogwaterstanden sneller, doordat het estuarium daar smaller wordt: circa 35 cm per eeuw tot Antwerpen en meer dan 100 cm per eeuw bij Melle. De doorgaande stijging van de hoogwaterstand is ongunstig voor de veiligheid.

De omvang van het intergetijdengebied (een vereenvoudigde maat voor de beschikbare ruimte in het estuarium om de toenemende hoogwaterstanden op te vangen) werd groter in de Zeeschelde, voornamelijk dankzij werken uit het geactualiseerde Sigmaplan.

### *Toegankelijkheid van de Scheldehavens*

Voor de toegankelijkheid van getijgebonden scheepvaart zijn de stijgende hoogwaterstanden gunstig, omdat de waterdiepten toenemen. Alleen op de Boven-Zeeschelde zijn de hogere hoogwaterstanden niet gunstig, omdat hier bruggen over de rivier liggen en de doorvaarthoogte afneemt. In de Zeeschelde en het meest oostelijke deel van de Westerschelde worden ook de gemiddelde laagwaterstanden hoger, wat gunstig voor de bevaarbaarheid is. Het is ongunstig dat de getijgolf met hogere snelheid door de Zeeschelde loopt. Daardoor hebben de grote containerschepen minder tijd om met voldoende waterdiepte door het estuarium te varen. De Derde Verruiming van de vaargeul (2010) is gunstig voor de toegankelijkheid. De verruiming zelf en het baggerwerk om het Deurganckdok volledig op diepte te brengen, leidden in 2010 en 2011 tot een toename van de baggeromvang in zowel de Westerschelde als de Beneden-Zeeschelde.

### *Natuurlijkheid fysieke en ecologische systeem*

In het hele Schelde-estuarium ontwikkelde de waterkwaliteit zich gunstig, maar er blijven aandachtspunten. In de Zeeschelde zijn nog steeds zones met weinig zuurstof, met name bij Rupelmonde. Nieuw aandachtspunt is dat het water in de Zeeschelde op een aantal plaatsen troebeler was dan voorheen. Daardoor hebben algen minder licht voor fotosynthese, waardoor de primaire productie daalt en minder zuurstof in het water wordt afgegeven. Verschillende verontreinigende stoffen overschreden de kwaliteitsnormen voor water, waterbodembodem en biota.

In de Zeeschelde was de vastgestelde biomassa van het zoöplankton (dierlijk plankton) en de bodemdieren laag. Deze soortgroepen staan mede aan de basis van de voedselketen. De visstand ontwikkelde zich wel gunstig. Door de verbeterde zuurstofcondities is nu de gehele Zeeschelde toegankelijk voor vissen en in het hele estuarium nam het aantal vissoorten nog licht toe. In de Zeeschelde liepen de aantallen niet-broedvogels die vooral van bodemfauna leven sterk terug. In het brakke deel van het estuarium nam het aantal grauwe ganzen af doordat hun voorkeursvoedsel – de knollen van de heen – minder beschikbaar was: de begroeiing met heen is door overbegrazing door ganzen achteruitgegaan. In de Westerschelde nam het aantal steltlopers op de slikken af. De meeste broedvogels met een instandhoudingsdoel ontwikkelden zich ongunstig in de Westerschelde; voor de Zeeschelde was geen oordeel mogelijk.

### **Aanbevelingen voor de evaluatiemethodiek**

De evaluatiemethodiek heeft als doel de toestand van het estuarium en de trends in beeld te brengen. Als het wenselijk is ook de effecten van specifieke ingrepen en maatregelen in beeld te brengen, vraagt dat aanvullende analyses. De huidige methodiek is daar niet geschikt voor. De resultaten van de T2015-evaluatie geven aanleiding om een aantal onderwerpen nader te onderzoeken. Daarnaast blijkt het wenselijk de evaluatiemethodiek op een aantal punten te verbeteren. De nota Evaluatie van de Evaluatiemethodiek geeft een samenvatting van de kennisvragen en verbetervoorstellen voor de methodiek (Barneveld et al. 2018c).



# 1 Inleiding

## Iedere zes jaar de toestand evalueren

Vlaanderen en Nederland hebben besloten iedere zes jaar de toestand van het Schelde-estuarium te evalueren: hoe staat het ervoor met de functies veiligheid, toegankelijkheid en natuurlijkheid en in welke richting ontwikkelt het estuarium zich?

De Vlaams-Nederlandse Schelde-commissie (VNSC) heeft hiervoor een evaluatiemethodiek ontwikkeld. De methodiek leidt tot een oordeel over de toestand en de ontwikkeling op basis van de beleidsdoelstellingen uit de Langetermijnvisie Schelde-estuarium en inzichten in een goed functionerend Schelde-ecosysteem. Het Vlaams Instituut voor de Zee brengt ieder jaar in opdracht van de VNSC een grote hoeveelheid meetgegevens over de toestand van het Schelde-estuarium bijeen, bijvoorbeeld over hoog- en laagwaterstanden, de hoogteligging van de bodem, de concentraties van stoffen in het water, de oppervlakte van de leefgebieden en de aantallen en biomassa van diverse biota. Deskundigen analyseren deze gegevens en brengen met de voorgeschreven evaluatiemethodiek in beeld hoe de toestand en de toekomstverwachting veranderen. De referentie daarvoor is de T2009-rapportage: de beschrijving van de toestand in 2009 en de ontwikkelingen tot die tijd.

De eerste evaluatie na de T2009-rapportage is nu gereed. Deze betreft de periode 2010 tot 2015 en wordt ook wel kortweg 'T2015-evaluatie' genoemd.

## Doel van deze samenvatting

De voorliggende samenvatting geeft de belangrijkste uitkomsten van de T2015-evaluatie weer. Bestuurders en beleidsmakers kunnen met de uitkomsten het beleid voor de veiligheid, de toegankelijkheid en de natuurlijkheid van het estuarium optimaliseren. De samenvatting presenteert de uitkomsten via drie deelgebieden die aansluiten bij de verantwoordelijke beleidsinstanties: de Zeeschelde, de Westerschelde en het mondingsgebied bij de Noordzee.

De evaluatie geeft ook een overzicht van de onderzoeken die nodig zijn om bepaalde ontwikkelingen beter te kunnen begrijpen en aanbevelingen om de evaluatiemethodiek te verbeteren. De hoofdlijnen hiervan komen terug in deze samenvatting.

## Meer lezen

Een gedetailleerd beeld van de T2015-evaluatie is te vinden in de vier hoofdrapporten:

- Nota 'Dataverwerking en databehoeftes': over de gebruikte meetgegevens en aanbevelingen over metingen voor de volgende evaluatie (Barneveld *et al.*, 2016);
- Analyserapport: over de analyse van de meetgegevens (Barneveld *et al.*, 2018a);
- Evaluatierapport: over de toepassing van de evaluatiemethodiek en de uitkomsten (Barneveld *et al.*, 2018b);
- Nota 'Evaluatie van de Evaluatiemethodiek': over de ervaringen met de evaluatiemethode en de aanbevelingen voor verbetering (Barneveld *et al.*, 2018c).



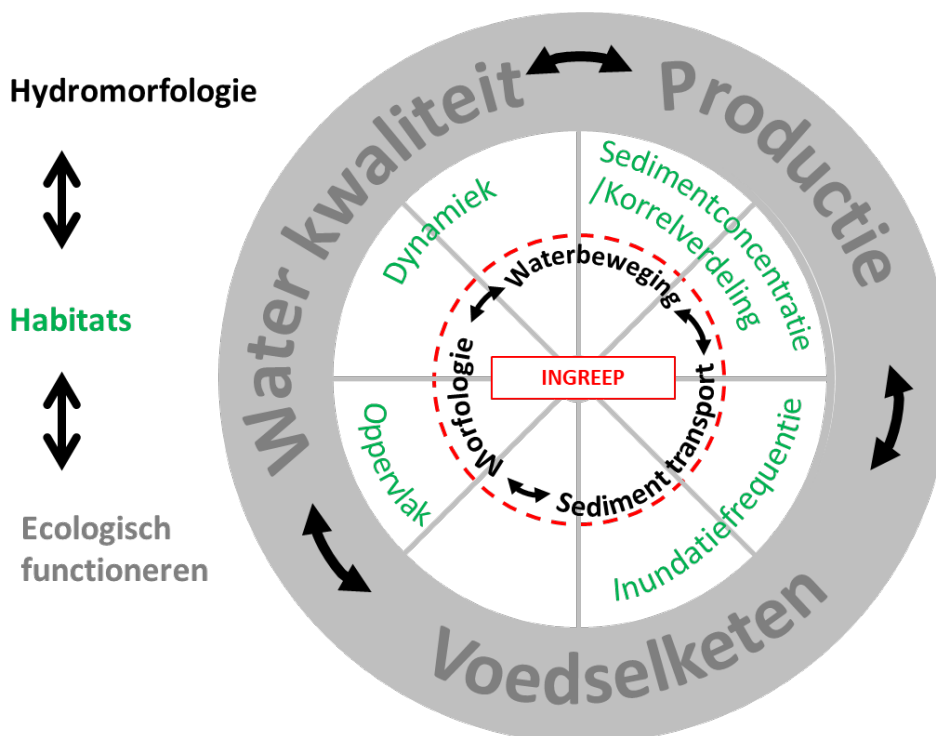
## 2 Korte karakteristiek van het Schelde-estuarium

In het Schelde-estuarium hangen de veiligheid, toegankelijkheid en natuurlijkheid direct samen met menselijke ingrepen, ontwikkelingen in de waterbeweging en veranderingen in de morfologie (de vormen van platen, geulen en oevers). Dit hoofdstuk laat zien hoe deze samenhang op hoofdlijnen werkt. Ook geeft dit hoofdstuk een overzicht van enkele belangrijke ontwikkelingen uit het recente en verdere verleden waarvan de gevolgen nu nog steeds merkbaar zijn.

### Samenhang tussen ingrepen en processen

De samenhang tussen ingrepen en processen in het Schelde-systeem is te verbeelden als een wiel dat in beweging komt door een 'hydromorfologische motor' (zie Figuur 2-1). Het ecologisch functioneren is hier de 'band' op het wiel. Deze band bestaat uit drie onderdelen die elkaar beïnvloeden: waterkwaliteit, primaire productie en het voedselweb.

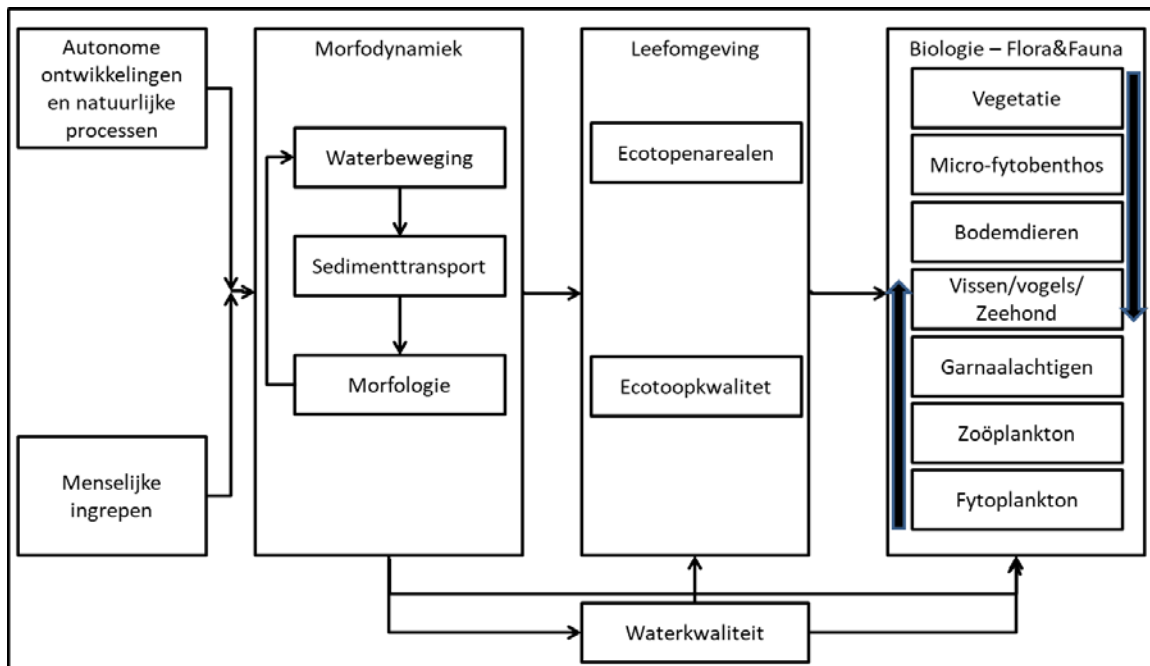
De 'hydromorfologische' motor gaat draaien als menselijke ingrepen of autonome ontwikkelingen, zoals zeespiegelstijging, veranderingen teweegbrengen in de fysieke omgeving. De waterbeweging en het transport van zand en slib reageren daarop. Daarmee veranderen de vormen van geulen, platen en oevers en de sedimentsamenstelling. Dat heeft gevolgen voor de oppervlakten en de kwaliteit van leefgebieden voor planten en dieren, wat direct consequenties heeft voor het ecologisch functioneren. Menselijke ingrepen kunnen de 'band' ook rechtstreeks beïnvloeden, bijvoorbeeld door de bouw van waterzuiveringsinstallaties.



Figuur 2-1: De hydromorfologische motor als aandrijf wiel voor het ecologisch functioneren (gebaseerd op Van Braeckel et al., 2012).

De menselijke ingrepen, de waterbeweging en de morfologie bepalen sterk de ontwikkelingen in veiligheid, toegankelijkheid en natuurlijkheid. De evaluatiemethodiek (Maris et al. 2014) besteedt hier expliciet aandacht aan. In deze samenvatting komen ze terug in de beschrijving van de resultaten per deelgebied (hoofdstukken 3, 4 en 5).

De samenhangen in het Schelde-estuarium zijn ook op andere manieren te beschrijven, zoals met het onderstaande processchema (zie Figuur 2-2).



Figuur 2-2: Processchema Schelde-estuarium, afgeleid van van Eck en Holzhauser (2007).

## Belangrijke ontwikkelingen en ingrepen

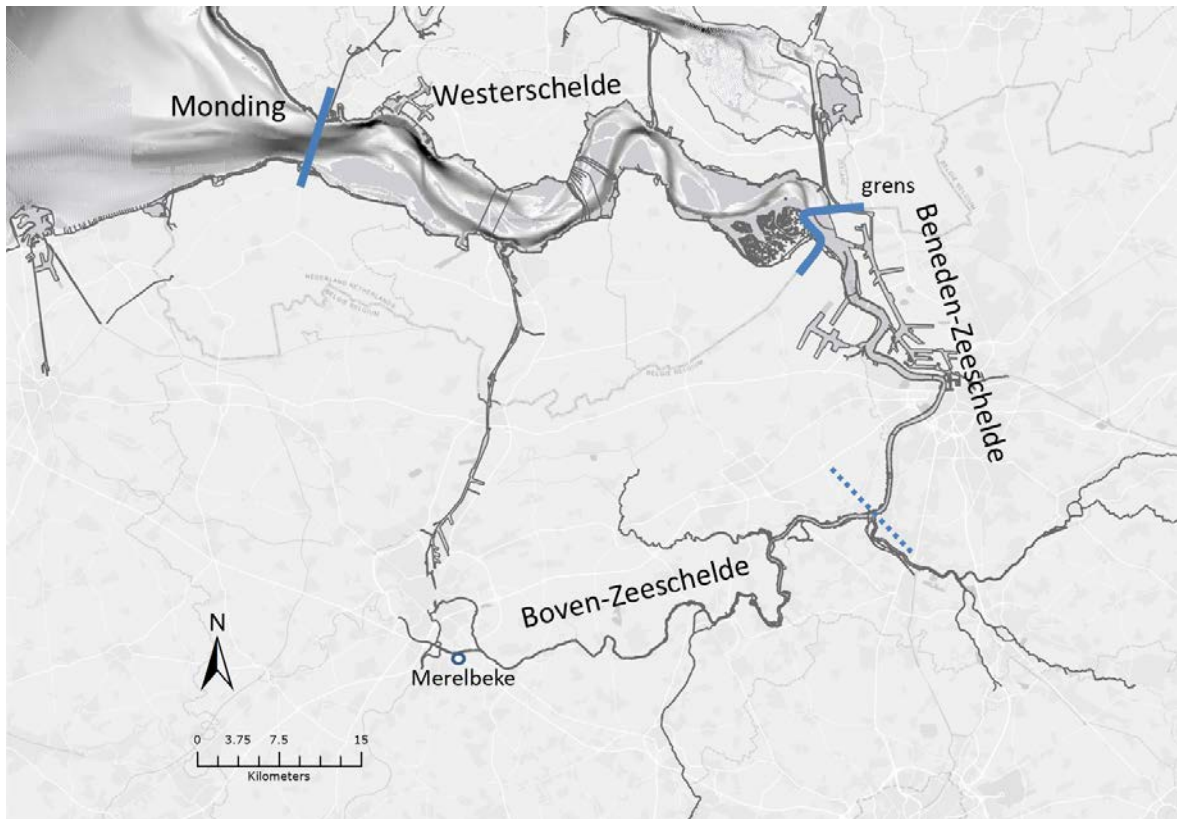
### Beschrijving op hoofdlijnen

Het Schelde-estuarium is met een totale oppervlakte van zo'n 33.000 ha een van de grootste estuaria van Europa. Het estuarium is 160 km lang en herbergt de volledige gradiënt van zoet naar brak en zout. De natuur van het estuarium geniet daarom internationale erkenning en bescherming. Het estuarium geeft ook toegang tot verschillende belangrijke havens en maakt andere economische activiteiten mogelijk, zoals visserij, zandwinning (hoewel in steeds mindere mate) en recreatie. Daarnaast vervult het een waterhuishoudkundige rol: het moet het water van de Schelde en de zijrivieren kunnen afvoeren en water kunnen bufferen tijdens stormvloed uit zee.

Het Schelde-estuarium strekt zich uit van de getijdensluis bij Merelbeke tot aan de monding van het estuarium, zeewaarts van de lijn Vlissingen-Breskens (zie Figuur 2-3). Ook zijrivieren van de Zeeschelde (Dender, Durme, Rupel) met getijdenwerking horen bij het estuarium. Het estuarium heeft de vorm van een trechter: de getijgolf komt vanuit zee in een steeds smaller estuarium. Daardoor stuwen de hoogwaterstanden op. De getijslag, het verschil tussen hoog- en laagwater, neemt eveneens in stroomopwaartse richting toe.

De Zeeschelde is hoofdzakelijk een ééngesysteem. Alleen in het meest stroomafwaartse deel zijn naast de doorgaande geul op een aantal plaatsen 'scharen' aanwezig (doodlopende getijdengeulen). De Westerschelde bestaat uit een meergeulensysteem, waarbij tenminste twee

getijdengeulen aanwezig zijn: meestal een ondiepe en vrij rechte vloedgeul en een diepere, slingerende ebgeul.



Figuur 2-3: Het Schelde-estuarium bestaat uit de Zeeschelde, de Westerschelde en de monding.

#### *Autonome ontwikkelingen en natuurlijke processen*

Een belangrijke ontwikkeling die zich buiten het estuarium voltrekt, is de zeespiegelstijging. De zeespiegel stijgt op dit moment met ongeveer 20 cm per eeuw. Dit werkt door in de waterstanden in het Schelde-estuarium. Ook meteorologische omstandigheden (met name regen en storm) hebben grote invloed op de waterstanden en de stromingen, onder meer via de waterafvoer van de Schelde en de waterstanden en stromingspatronen op zee.

#### *Belangrijke menselijke ingrepen*

De afgelopen eeuwen hebben inpolderingen, bedijkingen en verdiepingen grote invloed gehad op de waterbeweging, de veiligheid tegen overstromingen, de morfologie en de natuur van het Schelde-estuarium. Het estuarium is door deze ingrepen smaller geworden, waarbij vooral veel oeverzones verloren zijn gegaan. De loop van de Zeeschelde is rechter geworden en daardoor korter. Deze ingrepen hebben er onder meer toe geleid dat de hoogwaterstanden hoger zijn geworden. Ook is het verschil tussen hoog- en laagwater toegenomen. Aan de andere kant hebben de bedijkingen de veiligheid tegen overstromingen vergroot. Voor de natuur hebben de ingrepen geleid tot aanzienlijk verlies van leefgebied. De effecten van deze ingrepen werken nog steeds door.

In de negentiende en twintigste eeuw vonden in het hele estuarium door de toenemende industrialisatie en stedelijke expansie aanzienlijke lozingen van verontreinigingen plaats. Aan het eind van de vorige eeuw behoorde de Zeeschelde tot de sterkst vervuilde rivieren van Noordwest-Europa. Dat had grote gevolgen voor de natuur; er was bijna geen leven in de rivier. Door grote investeringen in het zuiveren van afvalwater en strengere normen voor huishoudens,

landbouw en industrie is de waterkwaliteit sinds 2000 sterk verbeterd. De grootste vooruitgang deed zich voor in de jaren 2003-2010, toen het zuurstofgehalte toenam en het leven terugkeerde in de Zeeschelde.

Sinds begin vorige eeuw vormen de baggerwerkzaamheden in de vaargeul tussen Vlissingen en Antwerpen een menselijke ingreep met grote gevolgen voor de morfologie en de waterbeweging in het estuarium. Driemaal vond een aanzienlijke verruiming plaats (verdieping van drempels en verbreding van vaargeulen):

- Eerste verruiming: 1973-1976;
- Tweede verruiming: 1997-1998;
- Derde verruiming: 2008-2011 (met name in 2010).

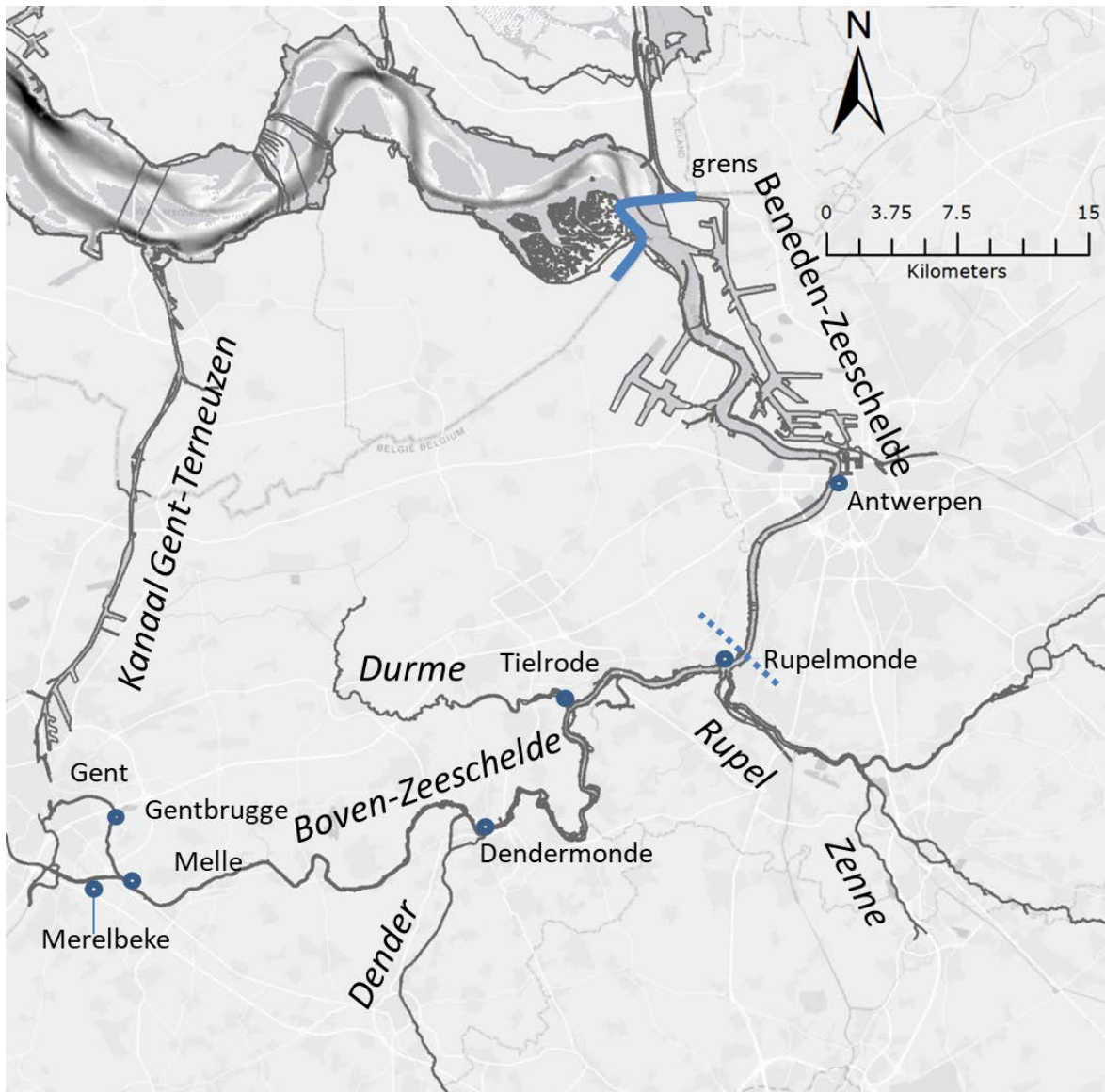
Na de aanlegbaggerwerken is continu onderhoudsbaggerwerk nodig om de drempels in de geul op diepte te houden. In de Westerschelde wordt de baggerspecie uit de hoofdgeul sinds de Derde Verruiming (2010) gestort nabij de plaatranden, in de nevengeulen en in de hoofdgeulen. Het doel is met een uitgekende stortstrategie de kenmerkende leefgebieden voor de natuur en het meergeulensysteem te behouden of te verbeteren.

Baggeren en storten hebben verschillende effecten gehad. In een groot deel van het estuarium nam het watervolume in de geulen toe. Door de ruimere geulen dringt het getij verder door in het estuarium. Bovenstrooms, bij Melle en Dendermonde, waren stuwen en sluizen nodig om overstromingen door de toegenomen getij-indringing te voorkomen en om de wateraanvoer te beheren. Vlaanderen voert sinds de jaren zeventig het Sigmapijn uit om de hoogwaterveiligheid te vergroten. Sinds 2005 is het geactualiseerde Sigmapijn in uitvoering dat bijdraagt aan zowel hoogwaterveiligheid als natuur, onder meer door de aanleg van gecontroleerde overstromingsgebieden. Dit plan wordt in overeenstemming met de Langetermijnvisie Schelde-estuarium voor 2030 gerealiseerd.

Naast de 'reguliere' baggerwerken vond in het verleden ook in alle deelsystemen van het estuarium zandwinning plaats: in de Zeeschelde, de Westerschelde en de monding. Dit veroorzaakte een bijkomend verlies van sediment uit het estuarium en leidde na verloop van tijd tot verdere verruiming van de geulen. Sinds 2014 is het beleid voor de Westerschelde dat door baggeren of zandwinning netto geen zand uit het systeem mag verdwijnen: wat gebaggerd wordt voor vaargeulonderhoud wordt in het estuarium verspreid teruggestort. Sinds 2015 wordt gewonnen zand aangevuld met zand uit de Noordzee.

### 3 De Zeeschelde

De Zeeschelde is het Vlaamse deel van het Schelde-estuarium (zie Figuur 3-1). Dit deel heeft vooral het karakter van een getijdenrivier. De Zeeschelde is weer in te delen in de Boven-Zeeschelde (van de getijdensluis bij Merelbeke tot de monding van de Rupel) en de Beneden-Zeeschelde (van de monding van de Rupel tot de Belgisch-Nederlandse grens).



Figuur 3-1: De Zeeschelde loopt van Merelbeke tot aan de grens.

#### Hoofdpijnen Veiligheid, Toegankelijkheid, Natuurlijkheid

##### Veiligheid tegen overstromen

De hoogwaterstanden in de Zeeschelde stijgen al sinds lange tijd. Ook in de periode 2010-2015 stegen de hoogwaterstanden, maar iets minder dan volgens de trend uit de T2009-rapportage. Deze afvlakking is deels te verklaren door de relatief gunstige meteorologische omstandigheden (lagere afvoeren en minder stormen). De jaargemiddelde hoogwaterstand op de Zeeschelde stijgt nu met ongeveer 35 cm/eeuw bij Antwerpen en meer dan 100 cm/eeuw bij Melle. De stijging van de hoogwaterstand is onverminderd ongunstig voor de veiligheid.

De oppervlakte van de oeverzone is een vereenvoudigde maat voor de ruimte om de getijgolf op te vangen. In de Zeeschelde groeide de oeverzone in de periode 2010-2014 met 63 hectare (4,5%), wat gunstig is voor de veiligheid.

### **Toegankelijkheid van de Scheldehavens**

Dat de hoogwaterstanden blijven stijgen, is voor de scheepvaart juist gunstig. De beschikbare vaardiepte neemt daardoor immers toe. Op de Boven-Zeeschelde zijn hogere hoogwaterstanden wel ongunstig, vanwege de bruggen die hier over de rivier liggen. De evaluatiemethodiek neemt dat aspect niet mee. Op de Boven-Zeeschelde zette ook de trend van dalende laagwaterstanden zich voort, wat juist ongunstig voor de scheepvaart is. Op de Beneden-Zeeschelde bleven de laagwaterstanden nagenoeg gelijk. De grotere snelheid waarmee de getijgolf door het estuarium loopt, is voor de toegankelijkheid ongunstig: grote containerschepen hebben daardoor minder tijd om het estuarium in en uit te varen. De Derde Verruiming van de vaargeul (2010) is uiteraard gunstig voor de toegankelijkheid. De verruiming zelf, die beperkt bleef tot het meest stroomafwaartse deel van de Beneden-Zeeschelde, en het op diepte brengen van het Deurganckdok leidden in 2010 en 2011 tot een aanzienlijke toename in het baggerwerk. Na 2011 daalde het jaarlijkse onderhoudsbaggervolume, tot het in 2015 tegen het niveau van vóór de Derde Verruiming lag.

Het is de vraag of de snelheid van de getijgolf en het baggerwerk een voldoende goed beeld geven van de toegankelijkheid. Het verdient aanbeveling dat nader te onderzoeken.

### **Natuurlijkheid fysieke en ecologische systeem**

De waterkwaliteit in de Zeeschelde ontwikkelt zich in gunstige zin, maar er blijven aandachtspunten. In de gehele Zeeschelde steeg het zuurstofgehalte. Toch zijn er nog steeds zones waar sporadisch te weinig zuurstof is, met name in de omgeving van Rupelmonde op de Zeeschelde en in de zijrivieren Rupel en Zenne. Aandachtspunt is de troebelheid van het water. Die was in de periode 2010-2015 op een aantal plaatsen hoger dan voorheen. Dat is ongunstig voor de fotosynthese door algen, die daar voldoende licht voor nodig hebben, en daarmee voor de zuurstofproductie. De vuilvracht van nutriënten en organisch materiaal in de Zeeschelde nam in de periode 2010-2015 verder af. In het water, de waterbodem en organismen komen echter nog verschillende verontreinigende stoffen in te hoge concentraties voor.

De verbetering van de waterkwaliteit is gunstig voor de natuur van de Zeeschelde. Toch is de biomassa van zoöplankton en bodemdieren laag. De biomassa van zoöplankton daalde vooral door de sterke toename van vissen die deze kleine dieren eten. Door de verbeterde zuurstofcondities is nu de gehele Zeeschelde toegankelijk voor vissen. De afname in de biomassa van de bodemdieren die in 2005 begonnen is, zette zich voort. Dat is een gevolg van de verbeterde waterkwaliteit, waardoor een verschuiving optreedt in de soortensamenstelling. Daardoor namen eenden die bodemdieren eten verder in aantal af, zoals wintertaling en tafeleend. Grauwe ganzen namen in aantal af doordat de belangrijkste foerageergebieden (zilt grasland en brakke biezen) in oppervlakte afnamen.

### **Menselijke ingrepen**

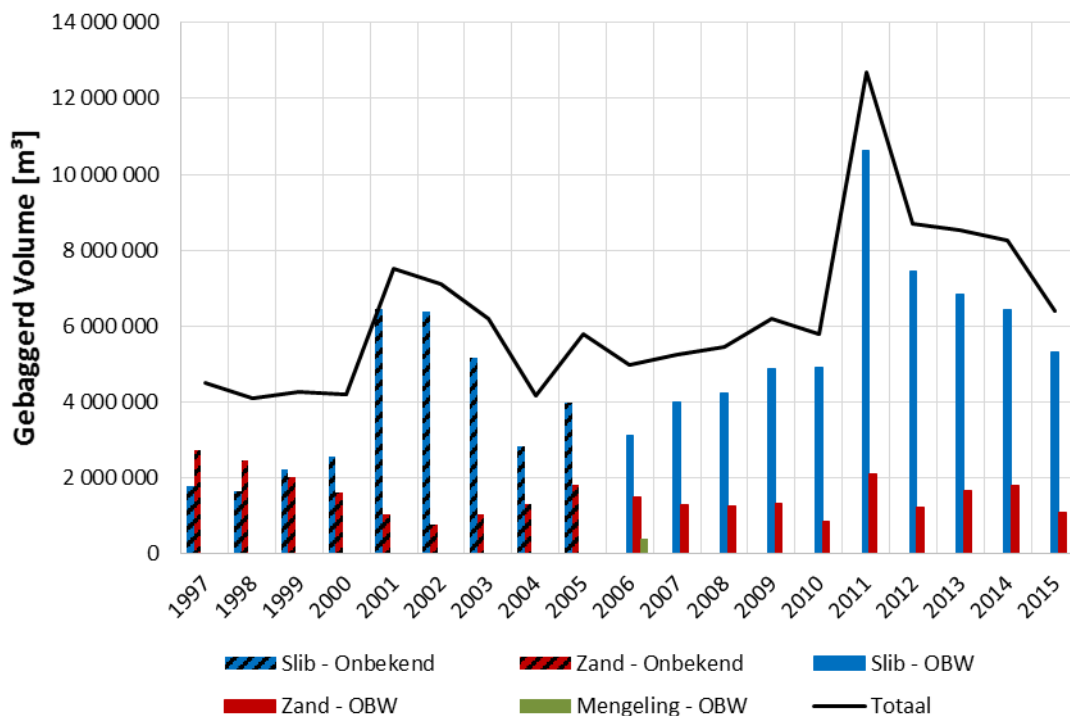
In de Zeeschelde vonden in de periode 2010 tot 2015 verschillende menselijke ingrepen plaats die van invloed zijn op de veiligheid, de toegankelijkheid en de natuurlijkheid.

In de Boven-Zeeschelde zijn baggerwerken uitgevoerd tussen de mondingen van de Durme en de Rupel en er is ook zand gewonnen. Sinds 2010 werkt Vlaanderen achterstallig baggerwerk in



de Durme weg (rivierherstelplan) en de getij-arm Gentbrugge-Melle (om de effecten van voortgaande sedimentatie te stoppen). De jaarlijkse baggervolumes<sup>1</sup> in de Boven-Zeeschelde fluctueren sterk, zonder dat sprake is van een significante trend. Daarom is het niet mogelijk te beoordelen of de baggervolumes in de Boven-Zeeschelde in gunstige of ongunstige zin zijn veranderd. De zandwinning in de Boven-Zeeschelde bereikte in 2010 een laagste punt, maar is sindsdien toegenomen; in 2015 ging het om iets meer dan 100.000 m<sup>3</sup>.

In 2010 vond de Derde Verruiming van de vaargeul plaats. Hiervoor is in de Beneden-Zeeschelde eenmalig 7,4 miljoen m<sup>3</sup> gebaggerd (aanlegbaggerwerk). De verdieping van de drempels van Frederik, Lillo en Zandvliet heeft hier het meest aan bijgedragen. Daarnaast wordt sinds 2011 het Deurganckdok tot op de volledige ontwerpdiepte onderhouden. Deze ontwikkelingen brachten in het eerste jaar na de verruiming een sterke stijging van het onderhoudsbaggerwerk in de Beneden-Zeeschelde met zich mee (zie Figuur 3-2). Van 2011 tot 2015 daalden de baggervolumes in de Beneden-Zeeschelde, wat gunstig is volgens de evaluatiemethode. In 2015 lag het baggerwerk weer tegen het niveau van vóór de Derde Verruiming. In de Beneden-Zeeschelde vond zandwinning hoofdzakelijk plaats in de Schaar van Ouden Doel. Na een piek in 2010 (1,8 miljoen m<sup>3</sup> voor de Beneden-Zeeschelde in totaal) daalde het jaarlijkse volume tot 1,2 miljoen m<sup>3</sup> in 2015.



Figuur 3-2: Onderhoudsbaggerwerken (in situ gemeten<sup>1</sup>) op de Beneden-Zeeschelde sinds de Tweede Verruiming van de vaargeul met aanduiding van het type werk: onderhoudsbaggerwerk (OBW) of Onbekend (het type werk wordt pas sinds 2006 geregistreerd). De baggerwerken in de haven achter de sluisen (Haven Rechter- en Linkeroever) zijn niet meegerekend. De indeling zand-slib is van belang voor de verspreiding van het gestorte materiaal: zand bezinkt in de directe omgeving terwijl slib een sedimentwolk in het water vormt en zich verder verspreidt. Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid.

<sup>1</sup> Alle baggervolumes in dit document zijn de 'in situ' gemeten volumes: de volumes gemeten op de baggerlocatie op basis van dieptemetingen voor en na het baggerwerk. Deze volumes kunnen (sterk) afwijken van de volumes die de baggerschepen afvoeren (het volume in de 'beun').

In de Zeeschelde hebben de laatste decennia in het kader van het (geactualiseerde) Sigmaplan verschillende ingrepen plaatsgevonden, zoals de bouw van sluisen, ontpoldering, dijkversterking en de aanleg van gecontroleerde overstromingsgebieden (GOG) en gecontroleerde gereduceerd-getijgebieden (GGG). In de periode 2010-2015 zijn onder meer werkzaamheden verricht in de Sigma-projecten Bergenmeersen, Paardeweide, Wijmeers en Kruikebeke, Bazel en Rupelmonde.

Tot slot vonden in België verdere investeringen plaats in de zuivering van het afvalwater. In 2000 was in Vlaanderen 50% van de inwoners aangesloten op een waterzuivering, in 2015 was dat circa 80% (Vlaamse Milieumaatschappij, 2016). In 2015 was bovenstrooms van het estuarium (langs de Bovenschelde, opwaarts van Gent) 64% aangesloten op een waterzuivering en langs de Zeeschelde 89%.

### **Morfologie**

Door ingrepen in het verleden is de Zeeschelde een vrij rechte rivier geworden. De rivier meandert tussen de monding van de Durme en de Dender en heeft nabij Antwerpen lichte kronkels. Als de kronkeligheid van de rivier toeneemt, ondervindt de getijgolf meer weerstand en dringt het getij minder ver landinwaarts. Dat zou gunstig zijn voor de veiligheid. De kronkeligheid is in de periode 2011-2015 niet veranderd. De rivier ligt namelijk ingeklemd tussen dijken en kan niet vrij bewegen.

Een aantal geulen werd door de baggerwerken ruimer, zoals de vaargeul van de Belgisch-Nederlandse grens tot voorbij het Deurganckdok (Derde Verruiming), tussen Rupelmonde en de Durme-monding nabij Temse, in de Durme en in de getij-arm Gentbrugge-Melle.

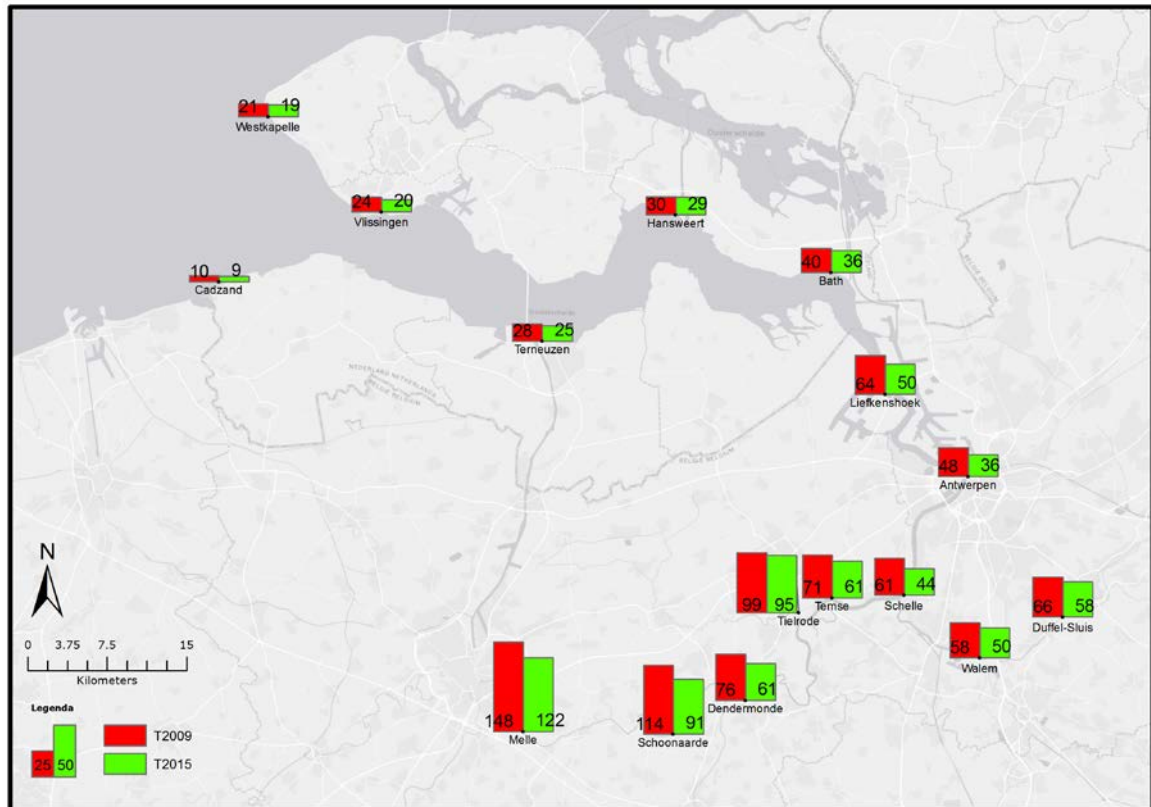
Om de toenemende getij-indringing veilig op te kunnen vangen is ruimte nodig. De evaluatiemethodiek brengt die niet standaard in beeld. In deze evaluatie is het oppervlak van de oevers gebruikt als indicator voor de ruimte om getij-indringing op te vangen. Meer ruimte geldt daarbij als positief voor de veiligheid. In werkelijkheid is niet alleen het oppervlak van de oevers van belang, maar ook de hoogteligging: als de oeverzone ophoogt, is er minder ruimte om de getijgolf te bergen. Het is daarom aan te raden het te bergen watervolume op de oevers te verwerken in de evaluatiemethodiek. In de Zeeschelde is het areaal oevers ten opzichte van 2010 gegroeid met 63 hectare (4,5%), voornamelijk dankzij werken die samenhangen met het Sigmaplan. Dit cijfer bevat nog niet het recent toegevoegde getijafhankelijke deel van Kruikebeke-Bazel-Rupelmonde. Dit gebied was nog niet opgenomen in de recentste ecotopenkaart.

### **Waterbeweging**

De trechtersvorm van het Schelde-estuarium leidt ertoe dat het effect van zeespiegelstijging stroomopwaarts sterker wordt. In de Zeeschelde stijgen de hoogwaterstanden dan ook sneller dan de zeespiegel. Dat geldt zowel voor de jaargemiddelde als de extreme hoogwaterstanden. De zeespiegel stijgt op dit moment bij de monding met 20 cm per eeuw (zie Figuur 3-3). Rekening houdend met de recente metingen in de periode 2010-2015 stijgt de jaargemiddelde hoogwaterstand in de Zeeschelde met een snelheid van ongeveer 35 cm per eeuw bij Antwerpen en met meer dan 100 cm per eeuw bij Melle. De toename van de hoogwaterstanden is niet gunstig voor de veiligheid, maar wel gunstig voor de toegankelijkheid (de beschikbare vaardiepte wordt groter). In de getijgegevens is geen invloed te zien van de Derde Verruiming en de ingebruikname van het Deurganckdok.

De hoogwaterstanden namen in de periode 2010-2015 toe, maar minder sterk dan volgens de trend in de T2009-rapportage. Dit is deels te verklaren doordat de stormopzet op de Noordzee en de Schelde-afvoeren in de periode 2010-2015 relatief laag waren ten opzichte van de

voorgaande periode. Verdere analyse van de verschillen was niet mogelijk. Op de meetreeksen voor de Zeeschelde is vanaf 2011 namelijk een correctie uitgevoerd, omdat de peilschalen van de getijstations gezakt waren. Nader onderzoek is daarom aan te bevelen, met aandacht voor de peilschalencorrecties.



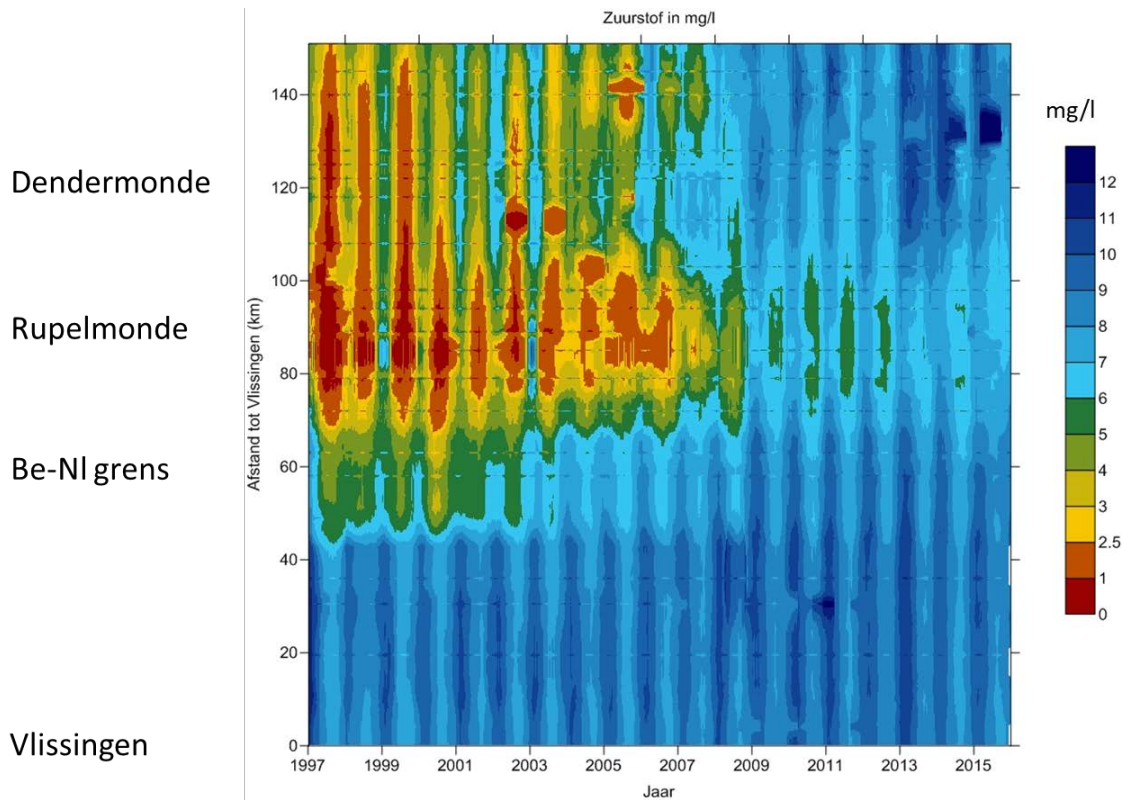
Figuur 3-3: Gemiddelde snelheid waarmee het jaargemiddelde hoogwater stijgt, in cm's per eeuw op verschillende plaatsen in het estuarium. Rood zijn de stijgsnelheden volgens de analyse in T2009, groen de actuele stijgsnelheden op basis van T2015 (met 6 extra jaren aan data).

De jaargemiddelde laagwaterstanden blijven op de Beneden-Zeeschelde vrijwel gelijk. Op de Boven-Zeeschelde zet de trendmatige daling van de laagwaterstanden zich door. Dit is ongunstig voor de beschikbare vaardiepte.

De getijgolf loopt steeds sneller in en uit de Zeeschelde. De trend verandert met de gegevens van 2010-2015 nauwelijks en blijft ongunstig voor de bevaarbaarheid, omdat grote schepen hierdoor minder tijd hebben om het estuarium in- en uit te varen.

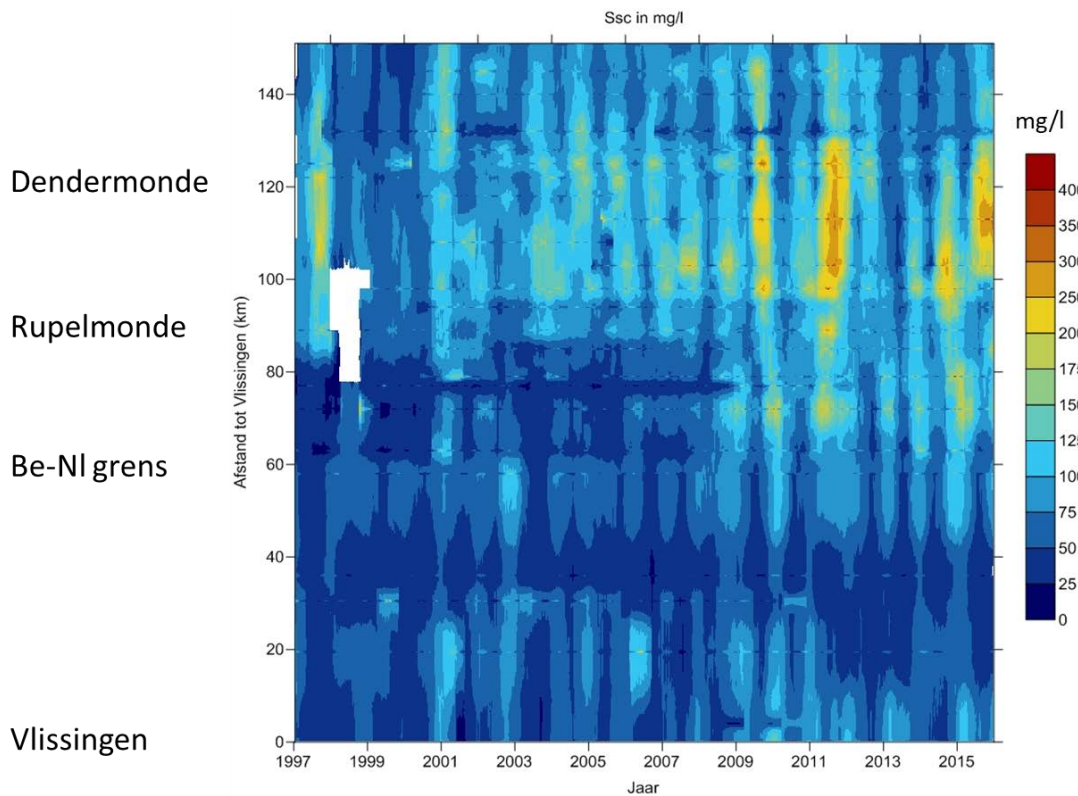
### Waterkwaliteit

Als gevolg van verbeterde waterzuivering en strengere normen voor industrie, landbouw en huishoudens kwam er minder organisch materiaal in het water en ook de aanvoer van nutriënten nam af (opgelost anorganisch stikstof en orthofosfaat). Vooral op de Zenne en de Bovenschelde was sprake van een sterke verbetering die doorwerkte tot in de Zeeschelde. In de gehele Zeeschelde steeg het zuurstofgehalte aanzienlijk (zie Figuur 3-4). De verklaring is dat er minder zuurstof nodig was voor de omzetting van nutriënten (nitrificatie) en afbraak van organisch koolstof. Toch zijn er nog steeds zones waar sporadisch sprake is van zuurstoftekort. Het belangrijkste knelpunt ligt rond Rupelmonde (km 90 in Figuur 3-4).



Figuur 3-4 : Zuurstofgehalte (mg/l) in het Schelde-estuarium. Van links naar rechts is de verandering in de loop van de tijd te zien, van beneden naar boven het zuurstofgehalte langs het Schelde-estuarium.

Het water van de Zeeschelde bevatte in de periode 2010-2015 meer sediment in suspensie dan daarvoor (zie Figuur 3-5). Hierdoor was het water troebeler. In de Beneden-Zeeschelde hangt dit samen met de toegenomen stortingen van slib, door de baggerwerken voor de Derde Verruiming en in het Deurganckdok (zie Figuur 3-2). In 2011 was de rivierafvoer van de Schelde zeer laag. Daardoor verschoof de sedimentwolk stroomopwaarts, zodat ook de Boven-Zeeschelde troebeler werd. De toegenomen sedimentconcentratie is onderwerp van uitvoerig onderzoek, mogelijk komen nog andere verklaringen voor de waargenomen stijging aan het licht. In troebel water dringt minder licht door. De zone waar genoeg licht in doordringt voor fotosynthese (de eufotische zone) nam in 2010 en 2011 in de gehele Zeeschelde af. Daardoor vond minder fotosynthese door algen plaats en kwam er minder zuurstof in het water. Dit negatieve effect was niet zichtbaar in de zuurstofgehalten (zie Figuur 3-4), omdat de eerder genoemde afname in zuurstofgebruik door de lagere belasting van de rivier dit compenseerde. Nader onderzoek naar de ontwikkeling van het zwevendstofgehalte verdient aanbeveling vanwege het risico op een omslag naar een zogenoemd hypertroebel systeem. Voor alle functies in het Schelde-estuarium zou dat negatief zijn: voor de veiligheid (sterkere getij-indringing door lagere weerstand van de bodem), voor de toegankelijkheid (verminderde wendbaarheid door water met extreem hoge dichtheid) en de natuurlijkheid (verminderde primaire productie en lager zuurstofgehalte). In het Eems-estuarium heeft zo'n omslag plaatsgevonden.



*Figuur 3-5: Sedimentconcentratie in de waterkolom [mg/l] van het Schelde-estuarium. Van links naar rechts is de verandering in de loop van de tijd te zien, van beneden naar boven de sedimentconcentratie langs het Schelde-stuarium.*

Silicium is een belangrijk nutriënt voor een evenwichtige algensamenstelling. Diatomeeën, de algen die het voedsel aan de basis van de voedselketen vormen, hebben namelijk voldoende silicium nodig voor hun groei. Als er lange tijd weinig silicium is, kan een verschuiving optreden naar groenalgen. Groenalgen zijn minder goed eetbaar voor zoöplankton en bodemdieren en daarom ongunstig voor de voedselketen. In de Boven-Zeeschelde traden in de periode 2010-2015 nog steeds te lange perioden met siliciumtekort op volgens de evaluatiemethodiek (langer dan vier weken). De perioden met tekorten duurden hier minder lang dan vóór 2010, maar er zijn toch aanwijzingen dat de algensamenstelling in de Boven-Zeeschelde nog steeds ongunstig was voor de begrazing. Nieuw is dat er nu ook nabij de grens te langdurige siliciumtekorten optraden. Uit analyses bleek wel dat er hier nog steeds voldoende begrazing van algen was, wat erop wijst dat er geen ongunstige verschuivingen in de algensamenstelling waren. In het centrale deel, van Kruibeke tot en met Liefkenshoek, was silicium geen beperkende factor, net als in de periode 2004-2009. Nabij Liefkenshoek en de Punt van Melsele traden wel lagere minima op dan voorheen, terwijl de minima stegen in de zone net stroomafwaarts van de monding van de Rupel: nabij Antwerpen en Kruibeke. Al deze waarnemingen kunnen verschillende oorzaken hebben. De exacte reden is nog onduidelijk. Dit vraagt nader onderzoek.

Verschillende verontreinigende stoffen overschreden in 2010-2015 de normen voor de waterbodem, het oppervlaktewater en levende organismen. De evaluatiemethodiek leidt tot een waardering voor groepen van stoffen, zoals metalen of pesticiden op basis van wettelijke normen. Als een stoffengroep aan de norm voldoet, kunnen afzonderlijke stoffen uit de groep wel de norm overschrijden. Het evaluatierapport bevat een overzicht van de stoffen die de norm in 2010-2015 overschreden. In de waterbodem wijken metalen en organische verbindingen nog sterk af van de norm. In het oppervlaktewater werden te hoge concentraties van pesticiden gemeten, maar het is niet zeker of ze de norm daadwerkelijk overschreden: voor een aantal

pesticiden is de norm lager dan de detectielimiet (de concentratie die nog net meetbaar is). In de evaluatie is er voorzichtigheidshalve van uitgegaan dat een stof die niet meer meetbaar is, de concentratie van de detectielimiet had (het veiligheidsprincipe). De stoffengroepen metalen en PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) voldeden in het oppervlaktewater aan de norm. In levende organismen werden kwik, perfluorverbindingen en een aantal PCB's (polychloorbifenylyl) in te hoge concentraties gemeten.

Het chloridegehalte van de Zeeschelde hangt af van de aanvoer van zoet water door de rivier. Het droge jaar 2011 had een lage rivierafvoer, waardoor het chloridegehalte relatief hoog was.

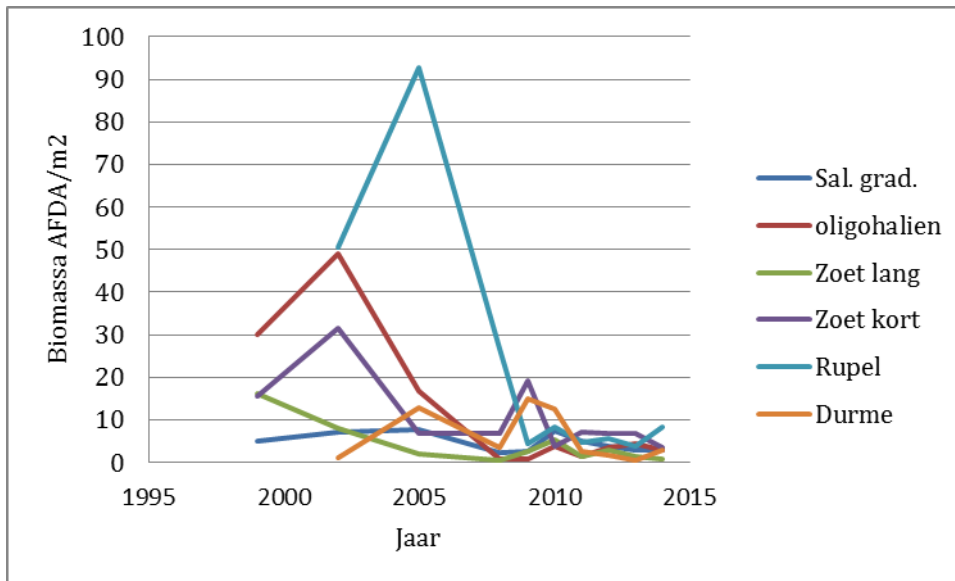
### **Natuur**

De ontwikkelingen in de morfologie, waterbeweging en waterkwaliteit werken door in de toestand van de natuur. Hieronder komen eerst de belangrijkste ontwikkelingen in leefgebieden aan bod en vervolgens de ontwikkelingen van verschillende soortgroepen van de voedselketen.

De afgelopen jaren zijn verschillende kenmerkende leefgebieden in oppervlakte veranderd. Het oppervlakte intergetijdengebied is toegenomen tussen Antwerpen en de grens, maar in de overige delen afgenomen (hierbij is nog geen rekening gehouden met de getijdennatuur die recent in het kader van het Sigma-plan is toegevoegd). Daar is ook het talud door sterke opslibbing bollier geworden. Langs de Zeeschelde nemen ook rietland, wilgenstruweel, bos en balsemienruigte toe. Dit is vermoedelijk het gevolg van natuurlijke successie en verrijking. Van Antwerpen tot de grens zijn de oppervlakten zilt grasland en brakke biezten kleiner geworden.

De verbetering van de waterkwaliteit in de Zeeschelde leidt tot een beter leefmilieu voor soorten die in het water leven. Toch is de biomassa van soortgroepen onderaan de voedselketen, het zoöplankton en de bodemdieren, laag. De afname van biomassa van zoöplankton wordt vermoedelijk veroorzaakt door de toegenomen begrazing van zoöplankton: nu er meer zuurstof in de Zeeschelde is, kunnen vissoorten als spiering de rivier weer optrekken en daar zoöplankton consumeren. Het versgewicht van zoöplankton is daardoor in de gehele Zeeschelde afgenomen van 300 ton in 2003 (het jaar waarin het zuurstofgehalte begon toe te nemen) tot ongeveer 50 ton aan het eind van 2015.

De biomassa van de bodemdieren bereikte rond 2005 een piek, na de eerste verbetering van het zuurstofgehalte. Dat kwam vooral door een explosie van wormen (Oligochaeten) die zich goed kunnen handhaven in een zuurstofarme omgeving. Na 2005 daalde de biomassa van de bodemdieren. Deze afname ging samen met de verbeterde waterzuivering en het verschijnen van nieuwe predatoren (vis en garnalachtigen). Sinds 2010 is de biomassa relatief stabiel. In de periode 2010-2015 was de biomassa van de bodemdieren lager dan gewenst volgens de evaluatiemethodiek, zowel in de totale Zeeschelde als in de afzonderlijke zones. Door de erosie van het intergetijdengebied en ondiep water is bovendien het leefgebied van de bodemdieren kleiner geworden.



Figuur 3-6: De gemiddelde biomassa van bodemdieren in het intergetijdengebied van de verschillende zones van de Zeeschelde (asvrijdrooggewicht/m<sup>2</sup>).

Vissen hebben waarschijnlijk geprofiteerd van de grote piek in de biomassa van bodemdieren in 2005, toen de bodemdieren vooral uit wormen bestonden. Met de verbeterde zuurstofgehalten kon estuariene vis steeds verder het estuarium in zwemmen en zich te goed doen aan de rijkelijk gedekte tafel. De spiering is sinds 2010 sterk toegenomen en paait weer in de Zeeschelde. Het is nu de talrijkste vissoort. In de Boven-Schelde van Gent tot Tielrode en de Rupel is duidelijk meer paling aanwezig dan volgens de T2009-rapportage. Stroomafwaarts wordt de soort nauwelijks gevangen, maar stroomopwaarts is het een van de belangrijkste vissoorten in de fuikvangsten. De driedoornige stekelbaars, een belangrijke prooi voor sommige visetende watervogels, is in de zone van Tielrode tot de grens en in de Rupel toegenomen. Ook deze vis profiteert van de verbeterde zuurstofcondities. Er is vooral een sterke toename van vissen die bodemdieren en zoöplankton eten. De biomassa van deze vissen is de laatste jaren zo hoog dat een aanzienlijke overbegrazing van bodemdieren en zoöplankton moet plaatsvinden. Meer onderzoek is nodig om de trofische relaties te verklaren en daarmee de mogelijke effecten van begrazing te onderbouwen.

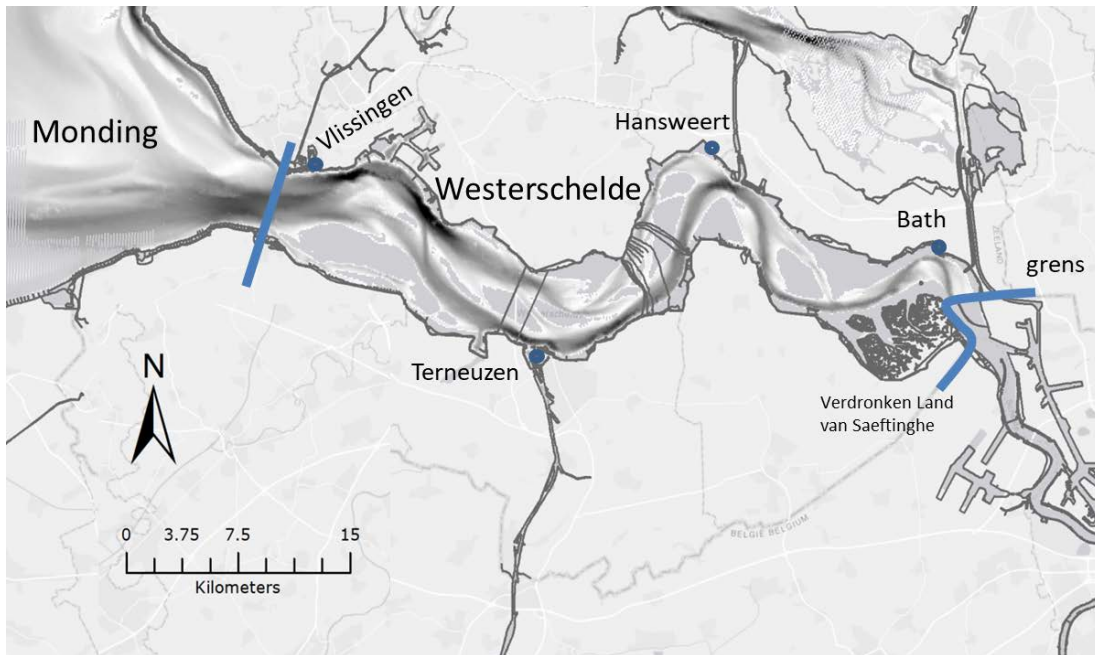
De ontwikkeling van vogels hangt eveneens deels samen met die van de bodemdieren. De wormenpiek leidde vanaf 2003 aanvankelijk tot een toename van verschillende soorten eenden, zoals wintertaling, pijlstaart, tafeleend en krakeend. Toen de biomassa van de bodemdieren weer afnam, namen ook de aantallen van deze eenden af. Alleen de krakeend bereikt nog jaarlijks de 1%-norm (1% van de populatie is aanwezig), maar zelfs van deze soort zijn de aantallen tot een derde teruggelopen ten opzichte van de situatie in 2009/2010. In de zone van Antwerpen tot de grens is het aantal grauwe ganzen afgenomen. Dat heeft ermee te maken dat de oppervlakte met heenbegroeiing is afgenomen. De knollen van de heen zijn voorkeursvoedsel van de grauwe gans.





## 4 De Westerschelde

De Westerschelde is het estuarium vanaf de Belgisch-Nederlandse grens tot aan de lijn Vlissingen-Breskens (zie Figuur 4-1). Tussen Bath en de grens verwijdt het estuarium zich sterk. De Westerschelde bestaat uit grote getijdengeulen en uitgestrekte platen, slikken en schorren.



Figuur 4-1: De Westerschelde loopt van de grens tot aan de lijn Vlissingen-Breskens.

### Hoofdlijnen Veiligheid, Toegankelijkheid, Natuurlijkheid

#### Veiligheid tegen overstromen

Net als in de Zeeschelde is er ook in de Westerschelde een trend van stijgende hoogwaterstanden. In de periode 2010-2015 stegen de jaargemiddelde en extreme hoogwaterstanden, maar minder dan verwacht bij de eerste trendanalyse (T2009-rapportage). Dit komt doordat de stormopzet in de evaluatieperiode relatief laag was. Het jaargemiddelde hoogwater stijgt van de monding tot Bath in het tempo van de zeespiegelstijging (20 cm/eeuw) en van Bath tot de grens iets sneller (circa 35 cm/eeuw). De stijgende hoogwaterstanden zijn ongunstig voor de veiligheid.

#### Toegankelijkheid van de Scheldehavens

De stijgende hoogwaterstanden zijn juist gunstig voor de toegankelijkheid van de Westerschelde: hierdoor neemt de beschikbare vaardiepte toe. Benedenstrooms van Bath volgen de jaargemiddelde laagwaterstanden ongeveer de zeespiegelstijging: de laagwaterstanden worden hier geleidelijk hoger. Dit is gunstig voor de bevaarbaarheid, omdat de beschikbare vaardiepte toeneemt en minder baggerinspanning nodig is. De gemiddelde laagwaterstand bleef van de grens tot Bath constant, in overeenstemming met de langjarige trend. De snelheid waarmee de getijgolf zich door de Westerschelde verplaatst, nam licht toe, maar is zich de afgelopen twintig jaar duidelijk aan het stabiliseren. Voor die tijd verplaatste de getijgolf zich langzamer en hadden grote containerschepen meer tijd om Antwerpen te bereiken.

De Derde Verruiming (2010) is gunstig voor de toegankelijkheid. Voor de verruiming zelf was in 2010 een aanzienlijke toename in het baggerwerk nodig. Direct na de verruiming trad een piek in het jaarlijks onderhoudsbaggervolume op. Anders dan bij de voorgaande verruiming volgde op deze piek geen duidelijk dalende trend. Dat heeft vooral te maken met de stijgende baggervolumes bij de Drempel van Hansweert. Op de overige baggerlocaties daalden de volumes of fluctueerden ze rondom eenzelfde waarde.

### **Natuurlijkheid fysieke en ecologische systeem**

Door het storten van baggermateriaal nabij een aantal plaatranden nam de oppervlakte intergetijdengebied in de Westerschelde toe. Het intergetijdengebied werd ook hoger, waardoor de oppervlakte schor op de platen zich uitbreidde.

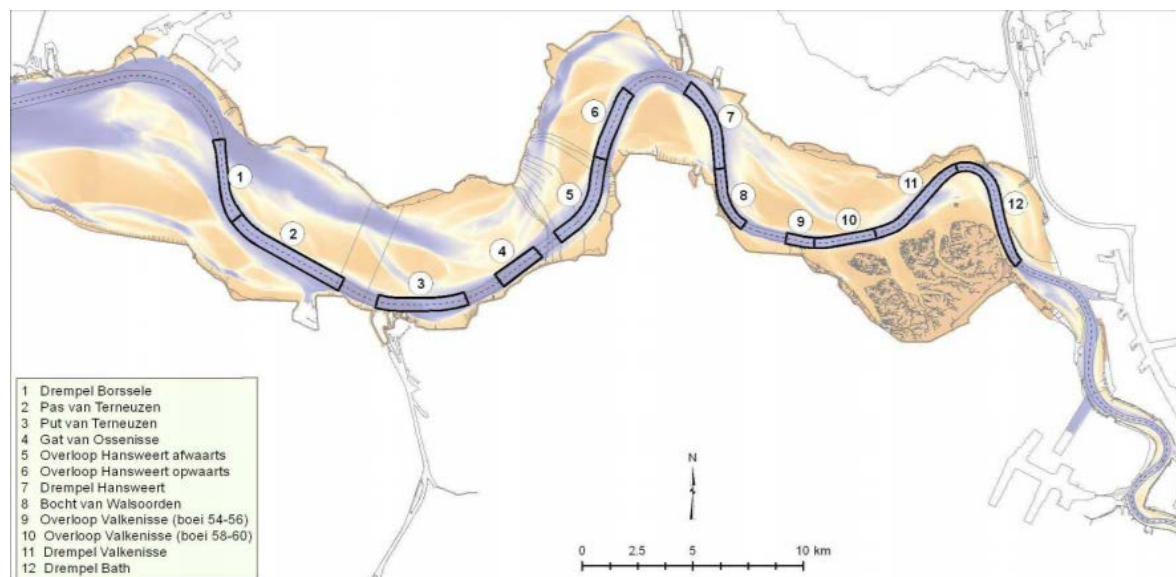
De betere waterkwaliteit in de Zeeschelde werkt door in de Westerschelde. Het zuurstofgehalte in de Westerschelde was voor 2010 al in orde, maar steeg in de periode 2010-2015 verder doordat de aanvoer van nutriënten en organische belasting uit de Zeeschelde afnam. Dit is gunstig voor de natuur. In het water, de waterbodem en levende organismen komen nog verschillende verontreinigende stoffen in te hoge concentraties voor. Door veranderingen in meetmethoden en gemeten stoffen is een vergelijking met voorgaande perioden moeilijk. Het water in de Westerschelde werd in de periode 2010-2015 plaatselijk troebeler doordat er meer sediment in zat.

Langere perioden met siliciumtekort hinderden de groei van diatomeeën, die belangrijk voedsel aan de basis van de voedselketen vormen. Hierdoor stijgt de kans op een verschuiving naar algensoorten die minder goed begraasd worden. Ook nam de primaire productie in de Westerschelde met de helft af. Beide veranderingen zijn ongunstig voor de natuur. De biomassa van zoöplankton nam in de periode 2011-2013 sterk af (voor 2014 en 2015 waren geen gegevens beschikbaar). De biomassa van bodemdieren, een belangrijke voedselbron voor vissen en vogels, bleef in evaluatieperiode gelijk. De biomassa van vis bleef eveneens redelijk stabiel en het aantal soorten nam licht toe. Vogels gaven een wisselender en overwegend ongunstig beeld. Bijna alle slikgebonden steltlopers, met uitzondering van de wulp, namen in aantal af. Dit is deels te verklaren door de afname van de oppervlakte laagdynamisch intergetijdengebied in het westelijk deel, maar ook de relatief zachte winters en klimaatverandering spelen een rol. In hoeverre verstoring heeft bijgedragen, door het openstellen van onderhoudswegen voor recreatie, is onbekend. Enkele visetende watervogels (lepelaar en kleine zilverreiger) en eenden die op slikken foerageren (bergeend, pijlstaart, wintertaling) namen in aantal toe. De meeste broedvogels met een instandhoudingsdoel namen in de periode 2010-2015 af ten opzichte van de voorgaande periode. Als oorzaken worden in de literatuur genoemd de afname van broedgebied (pioniervegetatie) en de hoge recreatiedruk langs dijken en schorren. Het aantal grauwe ganzen nam af doordat de vegetatie op de schorren zich voor deze soort ongunstig ontwikkelde. De gewone zeehond ontwikkelt zich goed. De reproductie is nu hoog genoeg om de populatie in stand te houden.

## Menselijke ingrepen

In de Westerschelde vonden in de periode 2011 tot 2015 verschillende menselijke ingrepen plaats die van invloed zijn op de veiligheid, de toegankelijkheid en de natuurlijkheid. De grootste ingrepen bestonden uit baggerwerken.

De vaargeul in de Westerschelde wordt op diepte gehouden door onderhoudsbaggerwerken. Het gebaggerde sediment wordt gestort in specifieke zones in de hoofdgeul, de nevengeul of nabij de plaatranden. In 2010 vonden de aanlegbaggerwerken voor de Derde Verruiming plaats. Daarvoor is in de Westerschelde 7,7 miljoen m<sup>3</sup> zand weggebaggerd<sup>2</sup> om een getij-onafhankelijke diepgang van 13,1 meter voor de scheepvaart te kunnen garanderen (zie Figuur 4-2).

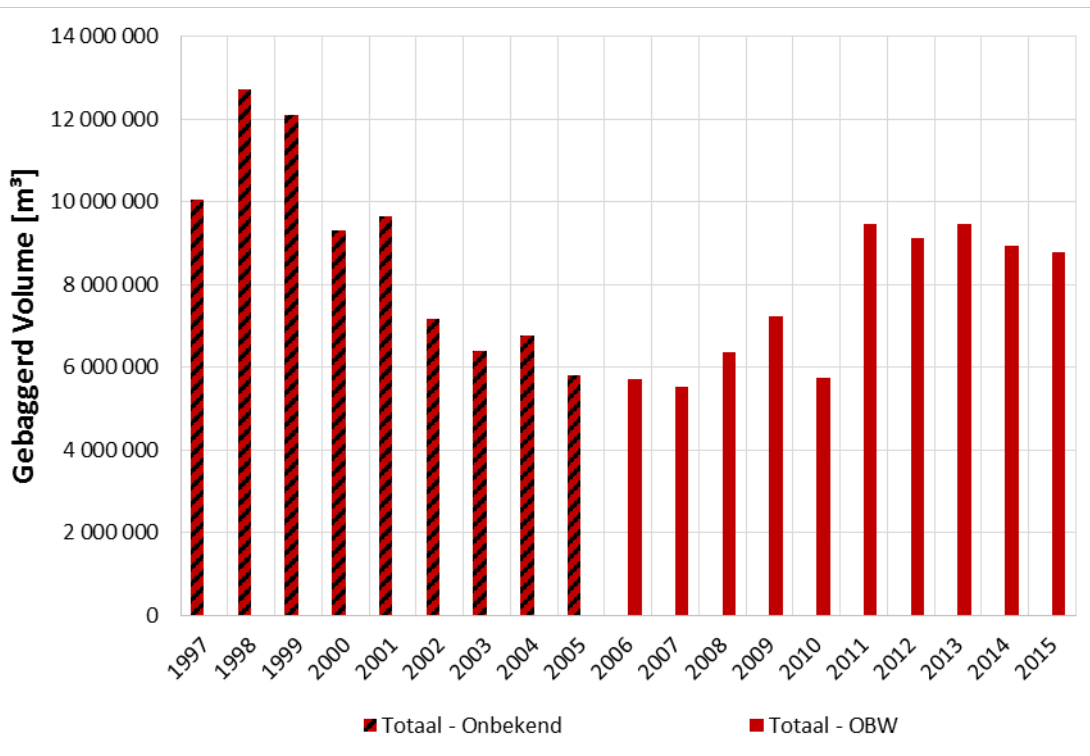


Figuur 4-2: Baggerlocaties in de Westerschelde voor de Derde Verruiming (aanlegbaggerwerk). Bron: Verruiming vaargeul Westerschelde Aanvraag vergunning Ontgrondingenwet (<http://www.vnsc.eu/uploads/2011/01/ogwaanvraagverruimingvaargeulwesterschelde.pdf>).

Na een verruiming verandert de omvang van het onderhoudsbaggerwerk; dat was bekend van de eerdere verruiming. Zo nam het jaarlijkse onderhoudsbaggervolume toe van 6 miljoen m<sup>3</sup> in 2010 tot circa 9 miljoen m<sup>3</sup> in de jaren 2011 tot 2015 (zie Figuur 4-3). Anders dan na de voorgaande verruiming werd de piek niet opgevolgd door een duidelijk dalende trend. Dit heeft vooral te maken met de stijgende baggervolumes bij de Drempeel van Hansweert; wat daarvan de oorzaak is, is niet bekend. Op de overige baggerlocaties daalden de volumes of fluctueerden ze rond eenzelfde waarde.

Ook in de havens langs de Westerschelde wordt gebaggerd. Het gebaggerde materiaal wordt gestort in de geulen van de Westerschelde (de zogenoemde 'havenstortingen'). De evaluatiemethodiek gaat niet in op de havenstortingen. Uit waarnemingen blijkt dat de baggervolumes in de havens van Breskens en Hansweert stijgen, terwijl ze in de haven van Terneuzen dalen sinds het maximum in 2011. Deze trends zijn niet eenduidig te linken aan de verklarende parameters uit deze studie. Daar is nader onderzoek voor nodig.

<sup>2</sup> Alle baggervolumes in dit document zijn de 'in situ' gemeten volumes: de volumes gemeten op de baggerlocatie op basis van dieptemetingen voor en na het baggerwerk. Deze volumes kunnen (sterk) afwijken van de volumes die de baggerschepen afvoeren (het volume in de 'beun').



Figuur 4-3: Onderhoudsbaggerwerken [ $m^3$  in situ gemeten<sup>2</sup>] op de Westerschelde sinds de Tweede Verruiming van de vaargeul met aanduiding van het type werk: Onderhoudsbaggerwerk (OBW) of Onbekend (type werk wordt pas sinds 2006 geregistreerd). Bron: Afdeling Maritieme Toegang, Vlaamse Overheid.

Net als in de voorgaande periode daalden de jaarlijkse gewonnen zandvolumes in de Westerschelde, van 1,2 miljoen  $m^3$  in 2010 tot 0,5 miljoen  $m^3$  in 2014. In 2014 stopte de zandwinning met als doel netto geen sediment meer aan het systeem te onttrekken. In 2015 startte een pilot waarbij men jaarlijks maximaal 0,75 miljoen  $m^3$  mag winnen in de Schaar van Waarde en dit compenseert door eenzelfde hoeveelheid zand uit de Noordzee terug te storten nabij de Suikerplaat.

Overige menselijke ingrepen op de Westerschelde hadden in de periode 2010-2015 te maken met ontwikkelingen van estuariene natuur (75 hectare bij Perkpolder in 2015), vermindering van lozingen door de sluiting van enkele grote bedrijven (Zalco, Thermphos en de EPZ kolencentrale) en verdere verbetering van de waterzuivering bij de RWZI Bath en de RWZI's van Waterschap Scheldestromen.

### Morfologie

Over de hele Westerschelde gezien nam het watervolume van de geulen tussen 2010 en 2015 toe (0,5%), terwijl de oppervlakte kleiner werd (-1,5%). De geulen werden dus iets smaller en dieper. Tussen 2010 en 2011 bleef het totale watervolume min of meer gelijk. De geulen werden op sommige plaatsen ruimer, onder meer door baggerwerken voor de Derde Verruiming en lokale erosie, en op andere plaatsen krappert door stortingen in nevengeulen en lokale sedimentatie. Na 2011 kregen lokale erosieprocessen de overhand.

De oppervlakte van het intergetijdengebied nam tussen 2010 en 2011 toe met 3%. De oppervlakte hoogdynamisch intergetijdengebied nam af en de oppervlakte laagdynamisch intergetijdengebied nam toe. De ontwikkeling is een gevolg van het storten van baggermateriaal bij een aantal plaatranden tijdens de Derde Verruiming. Na 2011 bleef de totale oppervlakte van

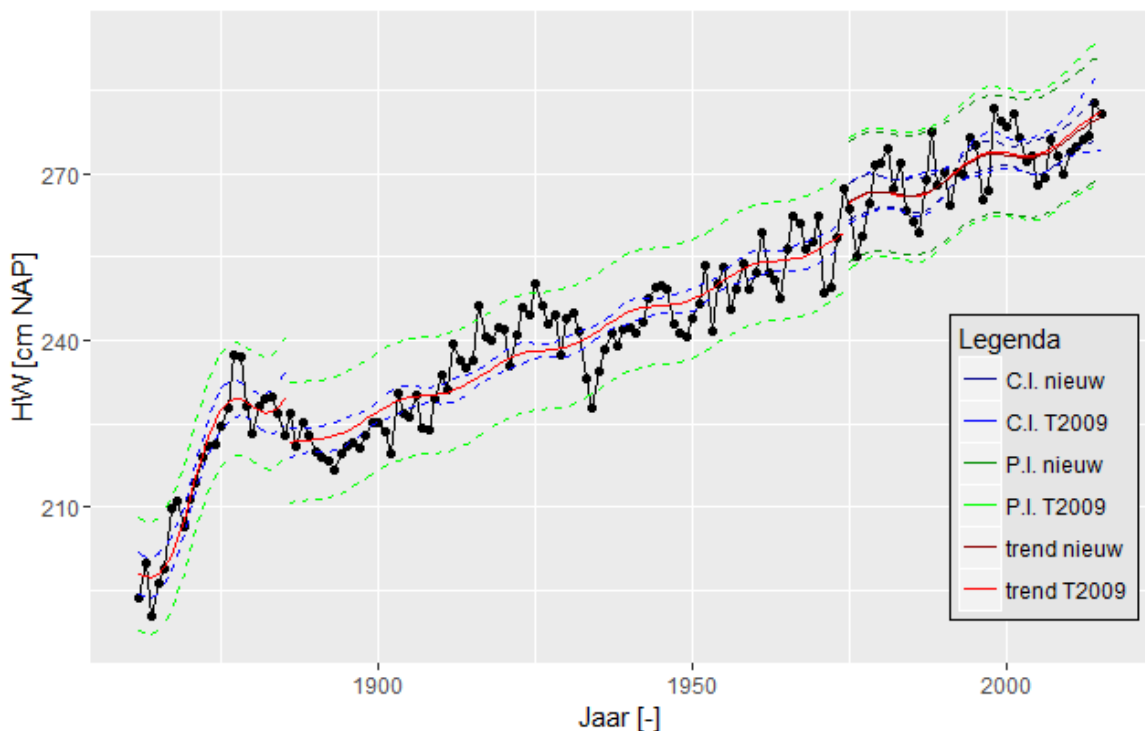
het intergetijdengebied constant. Op een aantal plaatsen vond aanzienlijke afslag plaats, wat ook voorheen al het geval was, maar op andere plaatsen groeide het intergetijdengebied aan door plaatrandstortingen en sedimentatie. De intergetijdengebieden in de Westerschelde werden gemiddeld gezien hoger en steiler.

### Waterbeweging

De hoogwaterstanden in de Westerschelde vertonen een stijgende trend (zie Figuur 3-3 voor het hele estuarium en Figuur 4-4 voor de locatie Bath). Ook in de periode 2010-2015 stegen de jaargemiddelde en extreme hoogwaterstanden, maar de waterstanden waren minder hoog dan volgens de analyses uit de T2009-rapportage. Dit komt vooral door meteorologische factoren: de stormopzet op zee was in de evaluatieperiode relatief laag.

De getijslag, het verschil tussen gemiddeld hoogwater en gemiddeld laagwater, is sinds 1980 nauwelijks gewijzigd op de Westerschelde. Alleen stroomopwaarts van Bath blijft de getijslag iets toenemen. De aanlegbaggerwerkzaamheden voor de Derde Verruiming en andere morfologische veranderingen (zoals kleine vergroting en ophoging van intergetijdengebied) hadden in de periode 2010 tot 2015 geen waarneembaar effect op de getijgegevens. Dit is in lijn met de verwachting in het MER (Van Banning, 2007).

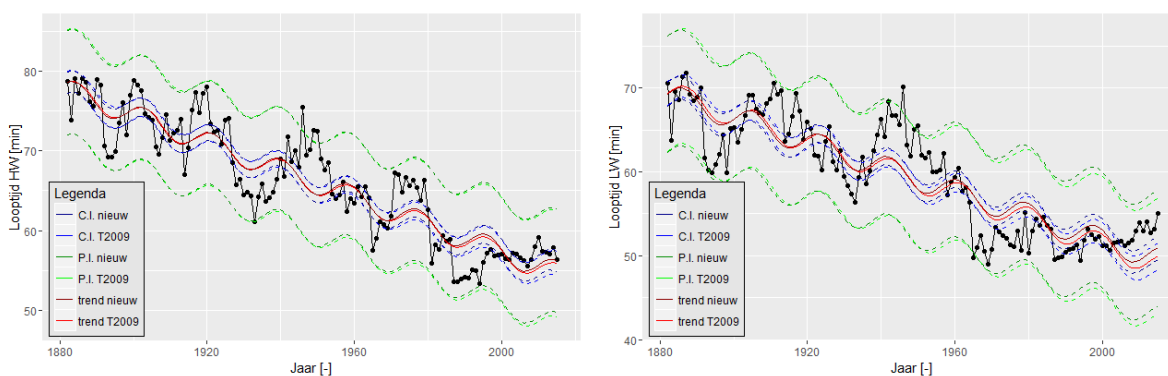
Benedenstrooms van Bath stijgt het jaargemiddelde hoogwater in het tempo van de zeespiegelstijging (20 cm/eeuw); tussen Bath en de Vlaams-Nederlandse grens bedraagt de stijging van het jaargemiddelde hoogwater ongeveer 35 cm/eeuw. De toename van het jaargemiddelde hoogwater in stroomopwaartse richting is een gevolg van de trechtervorm van het estuarium (zie ook bij Zeeschelde, onderdeel Waterbeweging). De stijgende hoogwaterstanden zijn ongunstig voor de veiligheid en juist gunstig voor de toegankelijkheid van de Westerschelde (grotere beschikbare vaardiepte ofwel minder baggerinspanning nodig).



Figuur 4-4: Trend in de jaargemiddelde hoogwaterstanden in de periode 1982-20215 bij Bath, op basis van de gegevens tot en met 2009 (T2009) en tot en met 2015 (nieuw), met de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen (C.I.) en voorspelde betrouwbaarheidsintervallen (P.I.).

Benedenstrooms van Bath volgen ook de jaargemiddelde laagwaterstanden ongeveer de zeespiegelstijging. De laagwaterstanden worden hier geleidelijk hoger. Dit is gunstig voor de bevaarbaarheid, omdat de beschikbare vaardiepte toeneemt en minder baggerinspanning nodig is. Tussen de Vlaams-Nederlandse grens en Bath is de gemiddelde laagwaterstand langjarig constant. De prognose ten opzichte van T2009 verandert niet of nauwelijks.

De snelheid waarmee de getijgolf zich door het estuarium verplaatst, bleef de afgelopen twintig jaar nagenoeg gelijk. Voor die tijd verplaatste de getijgolf zich langzamer. Als de getijgolf zich trager verplaatst, is dat gunstiger voor de scheepvaart, omdat grote containerschepen dan meer tijd hebben om bijvoorbeeld de haven van Antwerpen te bereiken. De T2009-rapportage beoordeelde de afname van de looptijden ten opzichte van het verdere verleden daarom als negatief voor de bevaarbaarheid. Met de gegevens van 2010 tot 2015 blijft dit oordeel gelijk, al komt de langjarige afname nog nadrukkelijker tot stilstand (zie Figuur 4-5) en is de ontwikkeling ten opzichte van T2009 neutraal.



Figuur 4-5: De tijd waarin de hoogwatergolf (links) en de laagwatergolf (rechts) zich tussen Vlissingen en Hansweert verplaatst werd sinds 1882 steeds korter, maar stabiliseert sinds het eind van de vorige eeuw.

## Waterkwaliteit

Anders dan in de Zeeschelde waren er in de Westerschelde in de afgelopen decennia geen grote problemen met het zuurstofgehalte. In de Westerschelde was het nutriëntengehalte lager. De zuurstofvraag voor de omzetting van nutriënten (nitrificatie) en afbraak van organisch materiaal bleef daardoor binnen de perken. In de periode 2004-2009 vormde het zuurstofgehalte hier al geen probleem. Door de verbetering van de waterkwaliteit van de Zeeschelde nam de bovenstroomse aanvoer van nutriënten af. Hierdoor steeg het zuurstofgehalte verder in de periode 2010-2015 (zie Figuur 3-4). Het water in de Westerschelde werd in de periode 2010-2015 plaatselijk troebeler. Nabij Vlissingen, Hansweert en de Belgisch-Nederlandse grens lag het jaargemiddeld zwevendstofgehalte namelijk hoger dan in 2004-2009. Nabij Terneuzen lag het lager dan voorheen.

In de Westerschelde traden langere periodes met siliciumtekort op. Dit beperkt de groei van diatomeeën in de Westerschelde. Omdat er wel genoeg andere nutriënten waren (opgelost stikstof en/of orthofosfaat) steeg de kans op een verschuiving naar groenalgen. Dat is ongunstig voor het voedselweb, omdat groenalgen minder geschikt zijn als voedsel voor andere soorten.

De waterbodem, het oppervlaktewater en de levende organismen bevatten in 2010-2015 verontreinigende stoffen in te hoge concentraties. Door veranderingen in meetmethoden en gemeten stoffen was een vergelijking met voorgaande perioden niet mogelijk. De

evaluatiemethodiek geeft een oordeel over een groep van stoffen, zoals metalen of pesticiden op basis van wettelijke normen. Als een stoffengroep aan de norm voldoet, kunnen afzonderlijke stoffen van de groep wel de norm overschrijden. Het evaluatierapport geeft een overzicht van de stoffen die de norm in 2010-2015 overschreden. In de waterbodem wijken metalen en organische verbindingen af van de norm. De metalen vertoonden wel een verbetering. In het oppervlaktewater waren pesticiden in een te hoge concentratie aanwezig, maar het is niet zeker of ze de norm daadwerkelijk overschreden: voor een aantal pesticiden is de kwaliteitsnorm lager dan de detectielimiet (de concentratie die nog net meetbaar is). In de evaluatie is er voorzichtigheidshalve vanuit gegaan dat een stof die niet meer meetbaar is de concentratie van de detectielimiet had (het veiligheidsprincipe). De stoffengroepen met metalen en polycyclische aromatische koolwaterstoffen voldeden aan de norm. Levende organismen bevatten een te hoge concentratie aan heptachloor, heptachloorperoxide, kwik en PCB's.

Metingen van het chloridegehalte op de Westerschelde bestaan uit continue metingen op vaste meetposten en periodieke metingen met schepen. In 2010-2015 fluctueerde het chloridegehalte bij de meetposten rond het niveau van 2003-2009 (de jaren na de periode met relatief lage chloridegehalten rond 2000). De scheepsmetingen vertoonden sterkere fluctuaties, wat inherent is aan deze meetmethode.

### **Natuur**

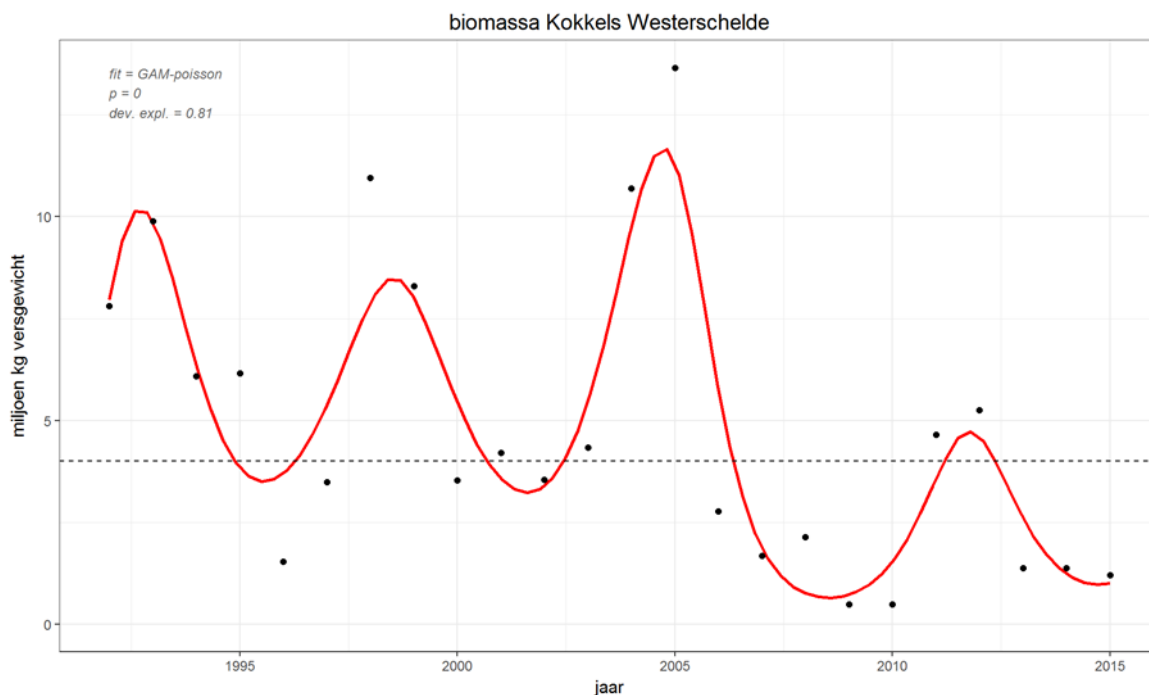
De toestand van de natuur in de Westerschelde is uit te drukken in de ontwikkeling van leefgebieden en van soortgroepen in het voedselweb. Beide komen hieronder aan bod. De ontwikkelingen in de natuur hangen deels samen met de ontwikkelingen in de morfologie, waterbeweging en waterkwaliteit, zoals hierboven beschreven.

De afgelopen jaren zijn verschillende kenmerkende leefgebieden in oppervlakte veranderd. In de Westerschelde is sprake van versteiling van het reliëf: de geulen worden dieper en de slikken en platen hoger. Een gevolg hiervan is de ontwikkeling van schorvegetatie op de hogere delen van een aantal platen. Bij de beoordeling van de toestand in 2009 (T2009-rapportage) bleek al dat op veel platen pioniervegetatie tot ontwikkeling kwam, ten koste van de oppervlakte droogvallend substraat. In de periode 2010 tot 2015 heeft een deel van de pioniervegetatie zich verder ontwikkeld tot schorvegetatie. Op dit moment is er volgens de evaluatiemethodiek te weinig pioniervegetatie in de Westerschelde aanwezig. De oppervlakte schorvegetatie nam in de periode 2010 tot 2015 toe, door de schorontwikkeling op de platen (in het westelijk deel van de Westerschelde) en op de slikken (in het middendeel van de Westerschelde). De verdergaande successie van schorvegetatie resulteerde in een toename van riet- en zeekweekvegetaties. De afgelopen vijf tot tien jaar groeide er steeds minder van de biezensoort heen (zeebies) op de schorren in het oostelijk deel van de Westerschelde, door overbegrazing door de grauwe gans. Hoewel het aantal grauwe ganzen weer afnam, heeft de heen zich niet hersteld: het schor slibde sneller op dan de zeespiegelrijzing, waardoor successie naar andere vegetatietypen plaatsvond.

De primaire productie is de basis van een gezond voedselweb in het Schelde-estuarium. Met dit proces brengen algen met behulp van lichtenergie (fotosynthese) en nutriënten organisch materiaal in het ecosysteem. Aan de primaire productie dragen twee typen algen bij: algen die in het water zweven (fytoplankton) en algen die op en in de bodem van de intergetijdengebieden leven (fytobenthos). In de gehele Westerschelde nam de primaire productie van het fytoplankton in de jaren 2010-2013 met de helft af. In dezelfde periode nam op een aantal plaatsen in de Westerschelde het gehalte aan zwevend stof in het water toe (zie Waterkwaliteit). Hier werd de diepte waarin algen voldoende licht hebben voor fotosynthese kleiner. De oorzaak van de afname van de primaire productie moet nader onderzocht worden.

Gegevens over het zoöplankton in de Westerschelde zijn alleen beschikbaar voor de jaren 2011-2013. In deze periode nam het versgewicht af van ruim 60 ton tot minder dan 20 ton, een afname met een factor drie. Het is onduidelijk in hoeverre dit samenhangt met de afname van zwevende algen (fytoplankton) van 2010 tot 2013.

De grotere bodemdieren vormen een belangrijke voedselbron voor vissen en vogels. Vooral het laagdynamisch intergetijdengebied is relatief rijk aan bodemdieren en dit gebied vormt ook het belangrijkste foerageergebied voor slikgebonden watervogels. De biomassa van de bodemdieren bleef in de jaren 2010 tot 2015 redelijk stabiel. Sleutelsoorten als kokkel en mossel bereikten niet of nauwelijks de gewenste biomassa volgens de evaluatiemethodiek. Met name de kokkel ging sterk in dichtheid achteruit (zie Figuur 4-6). Dit hangt mogelijk samen met het ontbreken van broedval vanwege de relatief milde winters. Onderzoek in de Waddenzee laat zien dat broedval doorgaans vooral plaatsvindt in strenge winters: predatoren als krabben en garnalen trekken zich dan terug in dieper water en voeden zich dan niet met de jonge, zich vestigende schelpdiertjes op de platen en slikken. Andere schelpdiersoorten zijn wel duidelijk toegenomen, zoals nonnetje, strandgaper en platte slijkgaper. De afname van het aantal kokkels en mossels hangt mogelijk samen met de opkomst van de Japanse oester. Van de Oosterschelde is bekend dat de Japanse oester andere filterende schelpdieren wegconcurrereert. Schelpdieren als nonnetje en platte slijkgaper, die ook een andere voedingswijze dan filteren kunnen gebruiken, zouden daarvan kunnen profiteren. Voor de Westerschelde zijn geen metingen van de Japanse oester beschikbaar.

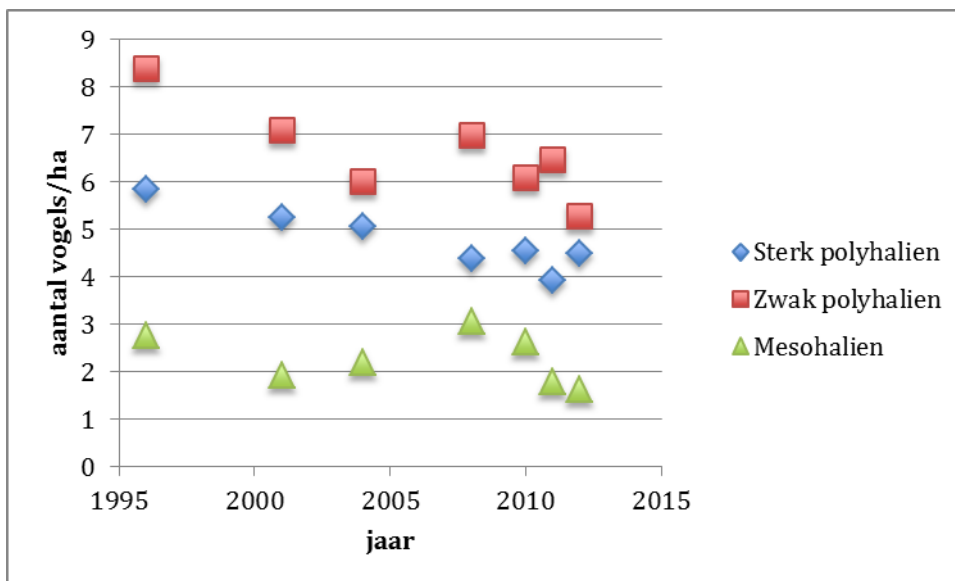


Figuur 4-6: De ontwikkeling van de biomassa van de kokkel in de Westerschelde. De stippellijn geeft de gewenste biomassa van 4 miljoen kilo aan.

De biomassa van vis bleef in de periode 2010 tot 2015 redelijk stabiel, waarbij sommige soorten een negatieve en andere een positieve trend vertoonden. Het aantal soorten in de Westerschelde is licht toegenomen. Verschillende literatuurbronnen suggereren dat de kinderkamerfunctie van de Westerschelde afneemt.



Een groot aantal vogelsoorten in de Westerschelde leeft van bodemdieren in het slik. Ondanks de stabiele biomassa van de bodemdieren namen alle slikgebonden steltlopers in de Westerschelde de afgelopen jaren in aantal af, met uitzondering van de wulp. Deels zal dit samenhangen met de afname van het oppervlak laagdynamisch intergetijdengebied in het westelijk deel van de Westerschelde, waar de aantallen slikgebonden steltlopers het grootst zijn. Maar tussen Hansweert en Terneuzen, waar het oppervlak laagdynamisch intergetijdengebied licht groeide, daalde het aantal steltlopers eveneens. In hoeverre verstoring hierop van invloed is geweest, door het openstellen van onderhoudswegen langs de dijken voor recreanten, is onbekend. De relatief milde winters in de afgelopen jaren kunnen een verklaring zijn voor de kleinere aantallen steltlopers: er waren weinig grootschalige vluchten van vogels uit het Waddengebied of andere noordelijker gelegen gebieden die vanwege strenge vorst naar de delta uitweken. De dichtheden van steltlopers in de Westerschelde zijn beduidend lager dan in de Oosterschelde, omdat een relatief groot deel van het intergetijdengebied in de Westerschelde hoogdynamisch is. Daardoor is de biomassa van bodemdieren per oppervlakte-eenheid in de Westerschelde kleiner. Ook als alleen laagdynamisch intergetijdengebied in beschouwing wordt genomen, zijn de aantallen steltlopers hier duidelijk lager dan in de Oosterschelde. De aantallen visetende watervogels bleven de afgelopen jaren gelijk (fuut en middelste zaagbek) of namen toe (Iepelaar en kleine zilverreiger). Slikgebonden eendensorten als bergeend, pijlstaart en wintertaling namen in aantal toe. De grauwe gans is de afgelopen jaren in aantal achteruitgegaan, eerst door overbegrazing van de heen (zeebies) op de schorren in het oostelijk deel van de Westerschelde en recent door successie van deze schorren naar andere vegetatietypen waardoor de heen zich niet herstelde.



Figuur 4-7: Dichtheid van grote steltlopers (scholekster, wulp, rosse grutto en kluut) per hectare intergetijdengebied in de verschillende zones van de Westerschelde: Vlissingen-Terneuzen (Sterk polyhalien), Terneuzen-Hansweert (Zwak polyhalien) en Hansweert-grens (Mesohalien).

De ontwikkeling van de niet-broedvogels – waaronder verschillende soorten steltlopers – kan samenhangen met klimaatverandering. Hierdoor treden verschuivingen op in de overwinteringsgebieden. Soorten die tot nu toe al overwegend ten noorden van Nederland overwinteren, gebruiken Nederland steeds minder vaak als overwinteringsgebied. Soorten die aanvankelijk vooral ten zuiden van Nederland overwinterden, zijn juist sterk in aantal toegenomen. Ook het moment waarop doortrekkende vogels aankomen verschuift. Binnen Nederland is bij enkele steltlopersoorten een verschuiving te zien van de delta naar de

Waddenzee. De wulp laat een verschuiving op Europese schaal zien, waarbij deze vogels steeds meer in West-Europa zijn gaan overwinteren.

De meeste broedvogels met een instandhoudingsdoel namen in de periode 2010-2015 af ten opzichte van de voorgaande periode. Uitzondering hierop is de zwartkopmeeuw, waarvan het aantal broedparen bleef toenemen. De meeste andere broedvogelsoorten broeden in gebieden met pioniervegetatie, die de afgelopen jaren in oppervlak zijn afgenomen. De hoge recreatiedruk langs dijken en schorren leidt tot een afname van geschikt broedgebied, onder meer voor strandplevier en bontbekplevier. Op de Hooge Platen wordt de vegetatie door successie minder geschikt als broedgebied voor onder meer grote stern, visdief en dwergstern. De Westerschelde blijft voor kustbroedvogels belangrijk als broedgebied, ook bij klimaatverandering, omdat dit een van de weinige echt dynamische gebieden in de Delta is.

De gewone zeehond laat als een van de weinige soorten een positieve ontwikkeling zien. De populatie bleef de afgelopen jaren toenemen en de huidige reproductie is hoog genoeg om de populatie in stand te houden. Mogelijk heeft de gewone zeehond geprofiteerd van de toename van bot in de Westerschelde, een belangrijke prooi-soort voor de gewone zeehond.

## 5 De monding

De monding van het Schelde-estuarium is het gebied zeewaarts van de lijn Vlissingen-Breskens (zie Figuur 2-3). De zeewaartse grens ligt niet precies vast en volgt in de praktijk uit de beschikbaarheid van gegevens. Onderdeel van de monding zijn onder meer de haven van Zeebrugge en een aantal baggerstortplaatsen.

### Hoofdpijnen Veiligheid, Toegankelijkheid, Natuurlijkheid

#### Veiligheid tegen overstromen

De jaargemiddelde hoogwaterstanden in de monding stijgen mee met de zeespiegelstijging. Dit is ongunstig voor de veiligheid. De jaargemiddelde hoogwaterstanden waren in de periode 2010-2015 minder hoog dan verwacht door lagere stormopzettingen in deze jaren.

#### Toegankelijkheid van de Scheldehavens

De jaargemiddelde laagwaterstanden in de monding stijgen net als de jaargemiddelde hoogwaterstanden met de zeespiegelstijging mee. Dit is gunstig voor de hoeveelheid baggerwerk om de vaargeul op diepte te houden.

#### Natuurlijkheid fysieke en ecologische systeem

In de Zeeschelde daalde het stikstofgehalte in de periode 2010-2015. Daardoor daalde ook de jaarlijkse vracht opgelost anorganisch stikstof naar de Westerschelde en de monding. Hoewel de jaarlijkse vracht van nutriënten daalde, was deze nog steeds te hoog. Het stikstofgehalte overschreed af en toe de kritische grens. In de kustzone trad ongewenste bloei van mariene plaagalg op. De evaluatiemethodiek geeft geen oordeel over verontreinigende stoffen, leefgebieden en flora en fauna in de monding. Deze informatie komt via de rapportages over het Natura 2000-gebied Voordelta in beeld.

#### Menselijke ingrepen

In de monding van het Schelde-estuarium vonden in de periode 2010-2015 baggerwerken plaats om de havens van Zeebrugge, North Sea Port en Antwerpen toegankelijk te houden. Het gebaggerde sediment uit de vaargeulen (Scheur, Pas van 't Zand, Wielingen en het Oostgat) en de haven van Zeebrugge ging naar afgebakende stortlocaties en bleef dus in het systeem. Nabij de stortplaats Sierra Ventana vond zandwinning plaats. Het jaarlijkse bagger- en stortvolume in België varieerde, maar bleef gemiddeld gezien gelijk. Langs de kust werden zandsuppleties uitgevoerd voor kustversterking. In 2015 startte de uitbouw van de jachthaven van Cadzand-Bad, onder meer met de aanleg van strekdammen.

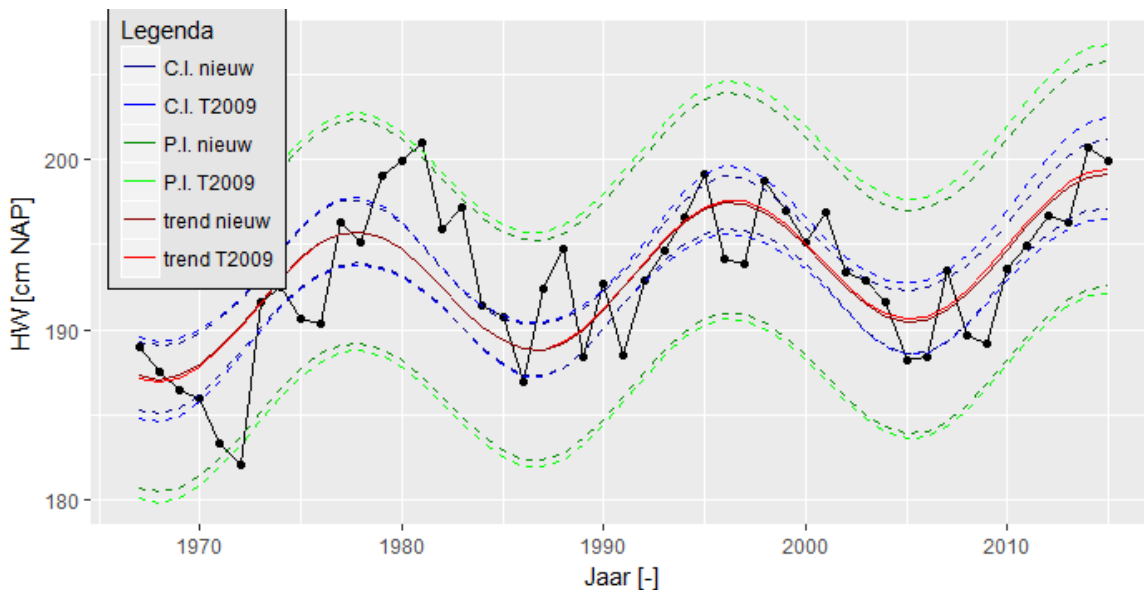
#### Morfologie

De morfologie van de monding vertoonde geen belangrijke wijzigingen ten opzichte van de situatie voor 2010: de morfologische weidsheid (de ruimte waarbinnen geulen en platen zich vrij kunnen verplaatsen) werd niet verder ingeperkt en er zijn ook geen aanwijzingen dat de menselijke impact aanzienlijk veranderde. De migratie van de noordelijke vaargeulen (Oostgat en Sardijngeul) en de zuidelijke vaargeul (Wielingen) werd nog steeds beperkt door kustbescherming en/of onderhoudsbaggerwerken. Rond de baggerstortplaatsen trad sedimentatie op. De centrale geul (Geul van de Walvischstaart) werd dieper door de lokale hydrodynamiek en migreerde verder noordwaarts. Het was niet mogelijk te bepalen wat het effect daarvan is op de overgangsfunctie tussen estuarium en zee, omdat er te veel hiaten in de monitoringgegevens zitten.

## Waterbeweging

De jaargemiddelde hoogwaterstanden in de monding stijgen mee met de zeespiegelstijging (zie Figuur 5-1 voor de locatie Cadzand). Dit is een negatieve ontwikkeling voor de veiligheid. De jaargemiddelde hoogwaterstanden waren in de periode 2010-2015 minder hoog dan verwacht, wat het gevolg is van lagere stormopzettingen in deze jaren. Ook de extreme stormopzettingen waren relatief laag, waardoor de extreme hoogwaterstanden eveneens relatief laag waren. Zeewaarts van het estuarium blijft de getijslag - het verschil tussen hoogwater en laagwater - gelijk.

De jaargemiddelde laagwaterstanden in de monding stijgen net als de jaargemiddelde hoogwaterstanden met de zeespiegelstijging mee. Dit is gunstig voor de beschikbare vaardiepte.



Figuur 5-1: Jaargemiddelde hoogwaterstanden bij Cadzand in de periode 1880-2015, op basis van de gegevens tot en met 2009 (T2009) en tot en met 2015 (nieuw), met de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen (C.I.) en predictie-intervallen (P.I.).

## Waterkwaliteit

In de Zeeschelde daalde het stikstofgehalte in de periode 2010-2015. Daardoor daalde de jaarlijkse vracht opgelost anorganisch stikstof naar de Westerschelde en de monding. De jaarlijkse vracht was nog steeds te hoog, waardoor het stikstofgehalte in de monding af en toe de kritische grens overschreed.

In de kustzone trad nog steeds een ongewenste bloei van mariene plaagalgen op. Dit heeft verschillende oorzaken. Omdat de totale vracht opgelost anorganisch stikstof hoog was, bleven er genoeg nutriënten over voor andere algensoorten (waaronder plaagalgen) nadat de diatomeeën al het silicium hadden opgenomen. Door een aantal milde winters was bovendien de watertemperatuur al vroeg in het voorjaar hoog genoeg voor substantiële algenproductie. Hierdoor kon de plaagalg *Phaeosystis* zich al vroeg ontwikkelen en had deze meer tijd om uit te groeien tot grote kolonies. De evaluatiemethodiek geeft geen oordeel over verontreinigende stoffen in het mondingsgebied.

**Natuur**

Het is niet duidelijk wat het effect van menselijke ingrepen op de natuur was in de periode 2010-2015, omdat de evaluatiemethodiek geen oordeel geeft over de leefomgeving, flora en fauna en het ecologisch functioneren in de monding. De monding is onderdeel van het Natura 2000-gebied Voordelta; de rapportages over dat Natura 2000-gebied brengen de natuurlijkheid van de monding in beeld. In het gebied vinden geen maandelijkse hoogwatertellingen van niet-broedvogels plaats.

In de monding zijn geen schorren aanwezig, met uitzondering van de schorren in de Verdrongen Zwarte Polder en het Zwin. De realisatie van Waterdunen, waar estuariene natuur tot ontwikkeling komt, is positief voor de natuurlijkheid. Hoewel er nog geen verbinding was met de Westerschelde, broedden hier in 2015 al kluten en strandplevieren. Met het toelaten van het getij, zal hier schorvegetatie tot ontwikkeling komen.



## 6 Referenties

- Barneveld H., R.P. Nicolai, K.L. Krijgsveld, M.P. Collier, M. Teunis, S. Michielsen, B. Ferket en I. Van de Moortel, 2016. Nota dataverwerking en databehoeftte. T2015 Rapportage Schelde-estuarium. HKV lijn in water, Bureau Waardenburg en Antea. September 2016.
- Barneveld H., R.P. Nicolai, M. van Veen, S. van Haaster, T.J. Boudewijn, J.W. de Jong, K. van Didderen, R.J.W. van de Haterd, P.P. Middenveld, S. Michielsen, I. Van de Moortel, C. Velez en E. de Wilde, 2018a. Analyserapport. T2015-Rapportage Schelde-estuarium. HKV lijn in water, Bureau Waardenburg en Antea. Juni 2018.
- Barneveld H., R.P. Nicolai, T.J. Boudewijn, J.W. de Jong, K. van Didderen, R.J.W. van de Haterd, I. Van de Moortel en C. Velez 2018b. Evaluatierapport. T2015 Rapportage Schelde-estuarium. HKV lijn in water, Bureau Waardenburg en Antea. Juni 2018.
- Barneveld H., R.P. Nicolai, T.J. Boudewijn en I. Van de Moortel, 2018c. Nota Evaluatie van de Evaluatiemethodiek. T2015-Rapportage Schelde-estuarium. HKV lijn in water, Bureau Waardenburg en Antea. Juni 2018.
- Depreiter, D., Cleveringa, J., Laan van der, T., Maris, T., Ysebaert, T. en Wijnhoven, S. 2014. T2009 rapportage Schelde estuarium. IMDC, ARCADIS, Universiteit Antwerpen, IMARES, NIOZ. 077698096:A – Definitief C03041.002718.0400. 7 mei 2014.
- Eck van G.T.M. en H. Holzhauser, 2007. Monitoring van de effecten van de verruiming 48'/43', MOVE eindrapport 2006, MOVE-rapport 10.
- IMDC en Deltares, 2011. Ontwikkelingszone Saefthinghe - Hydraulisch, sedimentologisch en morfologisch onderzoek Deelrapport 4: Analyse van de Effecten van de aanleg en het onderhoud van Deurganckdok. IMDC rapport in opdracht van Port of Antwerp, 2011.
- Maris T., A. Bruens, L. van Duren, J. Vroom, H. Holzhauser, M. De Jonge, S. Van Damme, A. Nolte, K. Kuijper, M. Taal, C. Jeuken, J. Kromkamp en B. van Wesenbeeck, G. Van Ryckegem, E. Van den Bergh, S. Wijnhoven en P. Meire, 2014. Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium, update 2014. Deltares, Universiteit Antwerpen, NIOZ en INBO. Deltares rapportnummer 1209394.
- Van Banning, G., 2007. Milieueffectrapport Verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde. Basisrapport Water. Gijs van Banning. Rapport Consortium Arcadis – Technum. Uitgave van het project Verruiming vaargeul van RWS Zeeland en MOW Maritieme Toegang met opdrachtgever Technische Scheldecommissie. Versie 4.1, 19 september 2007.
- Van Braeckel A., Coen L., Peeters P., Plancke Y., Mikkelsen J. en Van den Bergh E., 2012. Historische evolutie van Zeescheldehabitats. Kwantitatieve en kwalitatieve analyse van invloedsfactoren. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2012 (59). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel i.s.m. het Waterbouwkundig Laboratorium, Antwerpen.
- Vlaamse Milieumaatschappij, 2016, Evaluatie saneringsinfrastructuur 2015. Depotnummer D/2016/6871/050.



HKV lijn in water BV

Postbus 2120  
8203 AC Lelystad

Botter 11-29  
8232 JN Lelystad

0320 29 42 42  
[info@hkv.nl](mailto:info@hkv.nl)  
[www.hkv.nl](http://www.hkv.nl)